



Municipalidad Distrital

SAYLLA

Gestión 2023 - 2026

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR EROSIÓN HÍDRICA

EN LOS SECTORES DE MOLLEMOLLEYOC, MAJEÑOS DE
SANTÍSIMA CRUZ Y CONDORCCATA, DISTRITO DE SAYLLA,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO-2026

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

RESPONSABLES

Arq. María Esther Vásquez Zapata

Evaluador del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales con R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Ing. Glgo. Jonathan Daniel Benito Perez – CIP. 390740

Bach. Ing. Glgo. Jose Carlos Hanco Calla

Bach. Ing. Glgo. Jayluz Melani Cruz Tapia

ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - **CENEPRED**

Oficina Regional de Gestión del Riesgo de Desastres y Seguridad del Gobierno Regional de Cusco

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO:
**“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LA GESTIÓN URBANA EN EL DISTRITO DE SAYLLA,
PROVINCIA DE CUSCO Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO”**

Supervisor del Proyecto

Arq. Niel Friedmar Moscoso Ortiz de Orue

Asistente técnico de supervisión

Bach. Arq. Ericsson Acostupa Capcha

Residente de Proyecto

Arq. Fady Rodas

Asistente Técnico

Bach. Arq. Eleana Cruz Serrano

Colaboradores:

- Mary Cielo Huamanrayme Chalco
- José Jhonatan Farfán Sarrín
- Omar Eliseo Flores Collantes
- Karen Yajaida Avalos Mamani

PROFESIONAL TÉCNICO ESPECIALIZADO

Componente Físico Espacial

Arq. Cira Marleny Velásquez Bravo

Arq. María Esther Vásquez Zapata

Arq. Elva Merma Huallpa

Bach. Arq. Elisban Brayan Gutiérrez Huaycho

Componente Socioeconómico

Bach. Econ. Sheyla Eliane Catunta Jalixto

Componente Gestión de Riesgos.

Ing. Glgo. Jonathan Daniel Benito Perez

Bach. Ing. Glgo. Jose Carlos Hanco Calla

Bach. Ing. Glgo. Jayluz Melani Cruz Tapia

Componente Geomática

Bach. Ing. Geogr. Nilton Enrique Polo Amado

Componente Ambiental

Blgo. David Junior Acasi Zereceda



CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	VI
LISTA DE GRÁFICOS	X
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE MAPAS	XIII
PRESENTACIÓN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.	3
1.1. JUSTIFICACIÓN	3
1.2. ANTECEDENTES.	3
1.3. OBJETIVO GENERAL	9
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	9
1.5. MARCO NORMATIVO.	9
CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.	11
2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	11
2.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.	13
2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIALES	18
2.4. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS	25
2.5. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	28
2.5.1. COBERTURA VEGETAL	28
2.5.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS	34
2.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA A EVALUAR.	36
2.6.1. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.	36



2.6.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.	41
2.6.3. PENDIENTES	47

CAPÍTULO III. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO. **52**

3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.	52
3.2. RECOPIACIÓN, ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN RECOPIADA.	52
3.3. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR.	54
3.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS	56
3.4.1. EROSIÓN HÍDRICA	57
3.5. IDENTIFICACION Y DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA ASOCIADA AL PELIGRO	59
3.6. PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN	60
3.6.1. MODELO RUSLE	61
3.6.2. ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EROSIÓN HÍDRICA	62
3.6.3. OBTENCION DEL FACTOR A (TASA DE EROSIÓN)	70
3.7. SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE PELIGROS	74
3.7.1. FACTORES CONDICIONANTES	74
3.7.2. FACTORES DESENCADENANTES	79
3.8. ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	81
3.9. DEFINICION DE ESCENARIOS	83
3.10. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO	83
3.10.1. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO	84
3.10.2. MAPA DE ZONIFICACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	85

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD. **87**

4.1. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	87
4.2. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	88
4.2.1. ANALISIS DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA	88
4.2.2. ANALISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	97
4.2.3. ANALISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	102
4.2.4. JERARQUIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD	108
4.2.5. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD	109

CAPITULO V. CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO **111**



5.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO	111
5.2. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE RIESGO	112
5.2.1. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO POR EROSION HIDRICA	113
5.3. CALCULO DE PÉRDIDAS	115
CAPITULO VI. CONTROL DEL RIESGO	117
6.1. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO	117
6.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES	120
6.2.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN ESTRUCTURAL	120
6.2.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	122
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFIA	130
ANEXOS	131
ANEXO 01: PANEL FOTOGRAFICO	131
ANEXO 02: CONSIDERACIONES TECNICAS ESTABLECIDAS EN LOS PLANES MAYORES – PDU Y PDM	136
ANEXO 03: ESTUDIOS TECNICOS	137



Lista de tablas

TABLA 1: DATOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	5
TABLA 2: DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA (1964-2024)	14
TABLA 3: VALORES MÁXIMOS ANUALES (1964(ABRIL)-2024).....	14
TABLA 4: PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO (1964-2024)	15
TABLA 5: MODELO DIECK-PESHKE	16
TABLA 6: INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN SEGÚN LA DURACIÓN CONSIDERANDO TIEMPOS DE RETORNO	17
TABLA 7: POBLACIÓN TOTAL	18
TABLA 8: MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	19
TABLA 9: ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA VIVIENDA	20
TABLA 10: CONEXIÓN DE AGUA.	21
TABLA 11: CONEXIÓN DE DESAGÜE.....	22
TABLA 12: CONEXIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	22
TABLA 13: NIVEL EDUCATIVO.....	23
TABLA 14: TIPO DE SEGURO DE SALUD	24
TABLA 15: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	25
TABLA 16: TASA DE DEPENDENCIA ECONÓMICA	25
TABLA 17: DISTRIBUCIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PERÚ	26
TABLA 18: ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO (URBANO + RURAL).....	26
TABLA 19: UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL.....	28
TABLA 20: UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	36
TABLA 21: UNIDADES GEOLÓGICAS	41
TABLA 22: CLASIFICACIÓN DE LOS RANGOS DE PENDIENTES	47
TABLA 23: VALORES DEL FACTOR K DE ERODABILIDAD SEGÚN LA LITOLOGÍA	63
TABLA 24: DATOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADOS POR EL PROYECTO.....	66
TABLA 25: FACTOR K SEGÚN LITOLOGÍA	66
TABLA 26: VALORES DE COBERTURA VEGETAL FACTOR C.....	68
TABLA 27: FACTOR P DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN (P) (KIM, 2006).....	69
TABLA 28: DESCRIPTORES DE TASA DE PERDIDA DE SUELO TN/HA/AÑO	71
TABLA 29: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	71
TABLA 30: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	72
TABLA 31: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN.	72
TABLA 32: PARÁMETROS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES	74
TABLA 33: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.	75
TABLA 34: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.....	75
TABLA 35: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL FACTOR CONDICIONANTE.	75
TABLA 36: PARÁMETROS DE LAS PENDIENTES	75



TABLA 37: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE PENDIENTES.	76
TABLA 38: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE PENDIENTES.	76
TABLA 39: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE PENDIENTES.	76
TABLA 40: PARÁMETROS DE LA COBERTURA VEGETAL.....	76
TABLA 41: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL.....	77
TABLA 42: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE COBERTURA VEGETAL.	77
TABLA 43: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL.....	77
TABLA 44: PARÁMETROS DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	77
TABLA 45: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	78
TABLA 46: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	78
TABLA 47: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.	78
TABLA 48: PARÁMETROS DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS.....	78
TABLA 49: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOLÓGICAS.....	79
TABLA 50: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE UNIDADES GEOLÓGICAS.	79
TABLA 51: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOLÓGICAS.....	79
TABLA 52: INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN EN 1 HORA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO – ESTACIÓN KAYRA.	80
TABLA 53: CLASIFICACIÓN DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	80
TABLA 54: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	80
TABLA 55: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.	80
TABLA 56: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	81
TABLA 57: ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	81
TABLA 58: NIVELES DE PELIGRO.....	83
TABLA 59: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROS.....	84
TABLA 60: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	88
TABLA 61: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	88
TABLA 62: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	88
TABLA 63: PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN ECONÓMICA	88
TABLA 64: PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO.....	89
TABLA 65: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	89
TABLA 66: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	90
TABLA 67: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	90
TABLA 68: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA.	91
TABLA 69: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA.	91
TABLA 70: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA.	91



TABLA 71: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	91
TABLA 72: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	92
TABLA 73: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	92
TABLA 74: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	92
TABLA 75: NIVELES DE EDIFICACIÓN	92
TABLA 76: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO NIVELES DE EDIFICACIÓN	93
TABLA 77: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO NIVELES DE EDIFICACIÓN	93
TABLA 78: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO NIVELES DE EDIFICACIÓN	93
TABLA 79: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	93
TABLA 80: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ESTADO DE CONSERVACIÓN	94
TABLA 81: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ESTADO DE CONSERVACIÓN	94
TABLA 82: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO ESTADO DE CONSERVACIÓN	94
TABLA 83: PARÁMETROS DE RESILIENCIA SOCIAL	94
TABLA 84: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	95
TABLA 85: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)	95
TABLA 86: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)	95
TABLA 87: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)	95
TABLA 88: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	96
TABLA 89: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	96
TABLA 90: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	96
TABLA 91: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	96
TABLA 92: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES – DIMENSIÓN AMBIENTAL	97
TABLA 93: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES – DIMENSIÓN AMBIENTAL	97
TABLA 94: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA – DIMENSIÓN AMBIENTAL	97
TABLA 95: PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL	98
TABLA 96: COBERTURA VEGETAL Y PRACTICAS DE MANEJO	98
TABLA 97: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A PUNTOS DE BASURA Y CANALES DE RIESGO	98
TABLA 98: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A PUNTOS DE BASURA Y CANALES DE RIESGO	99
TABLA 99: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A PUNTOS DE BASURA Y CANALES DE RIESGO	99
TABLA 100: PARÁMETRO DE FRAGILIDAD AMBIENTAL	99
TABLA 101: PARÁMETRO DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	99
TABLA 102: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	100
TABLA 103: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	100
TABLA 104: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	100



TABLA 105: PARÁMETRO DE RESILIENCIA AMBIENTAL.....	100
TABLA 106: PARÁMETRO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	101
TABLA 107: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	101
TABLA 108: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.	101
TABLA 109: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.	101
TABLA 110: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	102
TABLA 111: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	102
TABLA 112: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	102
TABLA 113: DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO NÚMERO DE HABITANTES.....	103
TABLA 114: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES.....	103
TABLA 115: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES.	103
TABLA 116: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES.....	103
TABLA 117: PARÁMETROS DE FRAGILIDAD SOCIAL.	104
TABLA 118: PARÁMETROS GRUPO ETARIO.....	104
TABLA 119: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO.....	104
TABLA 120: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO.	105
TABLA 121: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO.....	105
TABLA 122: PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	105
TABLA 123: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.....	105
TABLA 124: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.....	106
TABLA 125: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.....	106
TABLA 126: PARÁMETROS DE LA RESILIENCIA SOCIAL.....	106
TABLA 127: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO TIPO DE SEGURO	106
TABLA 128: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: TIPO DE SEGURO.....	107
TABLA 129: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: TIPO DE SEGURO	107
TABLA 130: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: TIPO DE SEGURO.....	107
TABLA 131: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN / ORGANIZACIÓN SOCIAL.....	107
TABLA 132: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN/ ORGANIZACIÓN SOCIAL	108
TABLA 133: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN/ ORGANIZACIÓN SOCIAL	108
TABLA 134: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN/ ORGANIZACIÓN SOCIAL.....	108
TABLA 135: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES - DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.....	108
TABLA 136: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN - DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.	108
TABLA 137: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.....	109
TABLA 138: NIVELES DE VULNERABILIDAD	109
TABLA 139: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	109



TABLA 140: MÉTODO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	112
TABLA 141: NIVELES DE RIESGO	112
TABLA 142: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	113
TABLA 143: POBLACIÓN Y VIVIENDA EN NIVEL DE RIESGO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN HÍDRICA	115
TABLA 144: INFRAESTRUCTURA DE ENERGÍA Y ELECTRICIDAD EXPUESTA AL PELIGRO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN HÍDRICA.	115
TABLA 145: INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO VIAL EXPUESTA AL PELIGRO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN HÍDRICA.	115
TABLA 146: INFRAESTRUCTURA EXPUESTA AL PELIGRO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN.	116
TABLA 147: TOTAL DE PERDIDAS PROBABLES.....	116
TABLA 148: VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS.	117
TABLA 149: VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA.....	117
TABLA 150: VALORACIÓN DE CONSECUENCIA Y DAÑO	118
TABLA 151: MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO.....	118
TABLA 152: ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA	118
TABLA 153: NIVELES DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DE RIESGO	119
TABLA 154: PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	119

Lista de gráficos

GRÁFICO 1: HIETOGRAMA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS REGISTRADAS EN 24 HORAS, ESTACIÓN KAYRA.	15
GRÁFICO 2: CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA - IDF	18
GRÁFICO 3: POBLACIÓN TOTAL (%) Y GRUPO ETARIO	19
GRÁFICO 4: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE	20
GRÁFICO 5: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VIVIENDA	21
GRÁFICO 6: CONEXIÓN DE AGUA.....	21
GRÁFICO 7: INFRAESTRUCTURA RED DE DESAGÜÉ.	22
GRÁFICO 8: INFRAESTRUCTURA SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	23
GRÁFICO 9: NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO	24
GRÁFICO 10: POBLACIÓN POR TIPO DE SEGURO DE SALUD	24
GRÁFICO 11: RANGO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS MENSUALES	26
GRÁFICO 12: PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS	27
GRÁFICO 13: ACCESO AL SECTOR FINANCIERO.	27
GRÁFICO 14: PAGO POR AUTOVALÚO.	27
GRÁFICO 15: PORCENTAJE DE UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL	28
GRÁFICO 16: PORCENTAJE DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	36
GRÁFICO 17: PORCENTAJE DE UNIDADES GEOLÓGICAS.....	41
GRÁFICO 18: PORCENTAJE DE RANGOS DE PENDIENTES.....	47
GRÁFICO 19: METODOLOGÍA GENERAL PARA DETERMINAR LA PELIGROSIDAD	52



GRÁFICO 20: FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	53
GRÁFICO 21: PELIGROS REGISTRADOS EN EL SINPAD (2003 – AGOSTO 2026) PARA EL DISTRITO DE SAYLLA.....	56
GRÁFICO 22: DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD	74
GRÁFICO 23: ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	88
GRÁFICO 24: ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	97
GRÁFICO 25: ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	102

Lista de fotografías

FOTOGRAFÍA 1: ÁREAS AGRÍCOLAS EN LA APV. CONDORCCATA	29
FOTOGRAFÍA 2: ÁREA CON ESCASA VEGETACIÓN EN LA PARTE ALTA DE APV. MOLLEMOLLEYOC EN EL CONTACTO ENTRE LA FORMACIÓN QUILQUE Y CHLCA,	29
FOTOGRAFÍA 3: ÁREA URBANA EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC	30
FOTOGRAFÍA 4: MATORRAL DISPERSO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	30
FOTOGRAFÍA 5: MATORRAL DISPERSO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	31
FOTOGRAFÍA 6: PAJONALES EN LA PARTE ALTA DEL ÁMBITO DE ESTUDIO	31
FOTOGRAFÍA 7: PLANTACIÓN FORESTAL EN LA PARTE ALTA DE LA APV. CONDORCCATA.....	32
FOTOGRAFÍA 8: VERTIENTE COLUVIO-DELUVIAL EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC	38
FOTOGRAFÍA 9: VERTIENTE COLUVIAL DE DETRITOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	38
FOTOGRAFÍA 10: PIEDEMONTE ALUVIO-TORRENCIAL EN LA DESEMBOCADURA DE LA ZONA DE ESTUDIO	39
FOTOGRAFÍA 11: TERRAZA ALUVIAL EN LA PARTE INFERIOR DE LA ZONA DE ESTUDIO	39
FOTOGRAFÍA 12: FORMACIÓN QUILQUE EN LA ZONA DE ESTUDIO	42
FOTOGRAFÍA 13: ARENISCAS CALCÁREAS DE COLORACIÓN ROJIZAS.....	42
FOTOGRAFÍA 14: DEPÓSITO ALUVIAL EN LA ZONA DE ESTUDIO	43
FOTOGRAFÍA 15: DEPÓSITOS COLUVIAL EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC.....	43
FOTOGRAFÍA 16: DEPÓSITOS PROLUVIALES EN LA DESEMBOCADURA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	44
FOTOGRAFÍA 17: DEPÓSITO DELUVIAL EN LA PARTE ALTA DE MOLLEMOLLEYOC	44
FOTOGRAFÍA 18: DEPÓSITOS ANTROPOGÉNICO EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC	45
FOTOGRAFÍA 19: PENDIENTE ESCARPADA.....	48
FOTOGRAFÍA 20: PENDIENTE MUY FUERTE	48
FOTOGRAFÍA 21: PENDIENTE FUERTE	49
FOTOGRAFÍA 22: PENDIENTE MODERADA	49
FOTOGRAFÍA 23: PENDIENTE LLANA O SUAVE	50
FOTOGRAFÍA 24: PROCESO DE EROSIÓN EN CÁRCAVAS EN LOS SECTORES DE MOLLEMOLLEYOC, MAJEÑOS DE SANTÍSIMA CRUZ Y CONDORCCATA	58
FOTOGRAFÍA 25: VISTA PANORÁMICA DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC, DONDE SE OBSERVA UN INTENSO PROCESO DE CARCAVAMIENTO A LO LARGO DE LA LADERA.	131
FOTOGRAFÍA 26: VISTA PANORÁMICA DE LA APV. MAJEÑOS DE LA SANTÍSIMA CRUZ Y CONDORCCATA.	131



FOTOGRAFÍA 27: MANZANA A, B, C Y D DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC, SE OBSERVA CORTES DE ALTURA CONSIDERABLE QUE DESESTABILIZAN LOS TALUDES.	132
FOTOGRAFÍA 28: LOTES Mz. C, D DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC UBICADO EN LA PARTE BAJA DE UN DESLIZAMIENTO.	132
FOTOGRAFÍA 29: VIVIENDAS UBICADAS AL PIE DEL TALUD ROCOSO, EXPUESTA A POSIBLES CAÍDAS DE ROCAS – Mz F, APV. MOLLEMOLLEYOC	132
FOTOGRAFÍA 30: CORTES DE TALUD SIN NINGUNA OBRA DE SOSTENIMIENTO – Mz H, I DE LA APV MOLLEMOLLEYOC.	133
FOTOGRAFÍA 31: VIVIENDAS UBICADAS SOBRE LADERAS INTERVENIDAS MEDIANTE CORTES ESCALONADOS EN DEPÓSITOS POCO CONSOLIDADOS, SIN OBRAS DE SOSTENIMIENTO – Mz A, B DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC.	133
FOTOGRAFÍA 32: CORTES DE TALUD DE ALTURA CONSIDERABLE EN LA Mz E, APV. MOLLEMOLLEYOC	134
FOTOGRAFÍA 33: VÍAS DE LA APV. MAJEÑOS DE LA SANTÍSIMA CRUZ SIN SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL, POR DONDE DISCURREN LAS AGUAS PROVENIENTES DE LAS QUEBRADAS UBICADAS EN LA PARTE ALTA.	134
FOTOGRAFÍA 34: ZONA AFECTADA POR PROCESOS DE CARCAVAMIENTO Y EROSIÓN SEVERA EN LA PARTE ALTA DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC.	135
FOTOGRAFÍA 35: ZONA AFECTADA POR PROCESOS DE CARCAVAMIENTO Y EROSIÓN SEVERA EN LA PARTE ALTA DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC.	135
FOTOGRAFÍA 36: APV. CONDORCCATA, PRESENCIA DE CARCAVAMIENTO CONSIDERABLE EN LADERAS PRÓXIMAS A LA ZONA URBANA; SE OBSERVAN VIVIENDAS UBICADAS AL PIE DE LADERAS EMPINADAS.	135

Lista de figuras

FIGURA 1: ÁMBITO DE ESTUDIO EN EL MAPA DE PELIGROS POR GEODINÁMICA EXTERNA DEL PDU 2013 - 2023.	4
FIGURA 2: ÁMBITO DE ESTUDIO EN LA FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1956 - FAP	4
FIGURA 3: PATRIMONIO CULTURAL EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	6
FIGURA 4: SUSCEPTIBILIDAD ANTE MOVIMIENTOS EN MASA	7
FIGURA 5: ÁREAS DE EXPOSICIÓN A MOVIMIENTOS EN MASA	7
FIGURA 6: INVENTARIO Y ÁREAS DE EXPOSICIÓN FRENTE A OTROS PELIGROS	8
FIGURA 7: SUSCEPTIBILIDAD FRENTE A INUNDACIONES.....	8
FIGURA 8: NEOTECTÓNICA (FALLAS Y NIVELES DE PELIGRO).....	9
FIGURA 9: ACCESIBILIDAD A LA ZONA DE ESTUDIO	11
FIGURA 10: CLIMA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.	13
FIGURA 11: FOTOGRAFÍA AÉREA, AÑO 1956	54
FIGURA 12: CLASIFICACIÓN DE PELIGROS SEGÚN SU ORIGEN	55
FIGURA 13: ESQUEMA DE EFECTOS DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN SUELOS SIN DESNIVEL	57
FIGURA 14: ESQUEMA DE EFECTOS DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN SUELOS CON DESNIVEL	57
FIGURA 15: EFECTOS DEL IMPACTO Y SALPICADURA DEL AGUA EN LAS LADERAS	58
FIGURA 16: ÁMBITO DE ESTUDIO.....	60
FIGURA 17: PARTES DE UNA CÁRCAVA	61



FIGURA 18: MODELO DE ESCORRENTÍA Y ZONAS DE EROSIÓN EN UNA LADERA, REPRESENTADA POR LA MITAD DEL PERFIL DE LA PENDIENTE DE UN VALLE.	62
FIGURA 19: ESTACIONES UTILIZADAS PARA CÁLCULO DEL FACTOR R.	64
FIGURA 20: FACTOR R CALCULADO.....	65
FIGURA 21: CALICATAS DE SUELOS Y ROCAS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	65
FIGURA 22: FACTOR K CALCULADO	67
FIGURA 23: FACTOR LS CALCULADO	68
FIGURA 24: FACTOR C CALCULADO.....	69
FIGURA 25: FACTOR P CALCULADO.....	70
FIGURA 26: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO DEL RUSLE.	70
FIGURA 27: FACTOR A CALCULADO	71
FIGURA 28: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.	87
FIGURA 29: METODOLOGÍA PARA EL DETERMINACIÓN DEL RIESGO.....	111
FIGURA 30: CORTE TRANSVERSAL A LA LADERA (CORTE A-A')	123

Lista de mapas

MAPA 1: MAPA DE UBICACIÓN	12
MAPA 2: MAPA DE COBERTURA VEGETAL	33
MAPA 3: MAPA GEOMORFOLÓGICO	40
MAPA 4: MAPA GEOLÓGICO.....	46
MAPA 5: MAPA DE PENDIENTES	51
MAPA 6: MAPA DE TASA DE PERDIDA DE SUELO ANUAL	73
MAPA 7: MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS	82
MAPA 8: MAPA DE PELIGRO POR EROSIÓN HÍDRICA	85
MAPA 9: MAPA DE PELIGRO POR EROSIÓN HÍDRICA CON ELEMENTOS EXPUESTOS.....	86
MAPA 10: MAPA DE VULNERABILIDAD POR EROSIÓN HÍDRICA	110
MAPA 11: MAPA DE RIESGO POR EROSIÓN HÍDRICA.....	114
MAPA 12: MAPA DE PROPUESTA ESTRUCTURAL	121
MAPA 13: MAPA DE PROPUESTA NO ESTRUCTURAL	125



PRESENTACIÓN

En los últimos años, los impactos socioeconómicos y ambientales ocasionados por fenómenos de origen natural se han incrementado significativamente. Este aumento se debe, en gran parte, al crecimiento urbano desordenado y a la ocupación informal del territorio, especialmente en zonas geográficas inseguras y de alto riesgo. Esta problemática es evidente en la ciudad del Cusco y, con mayor énfasis, en el distrito de Saylla, donde se observa la presencia de invasiones, asentamientos precarios con limitada accesibilidad, inadecuada articulación vial, entre otros factores que, a largo plazo, deterioran las condiciones de habitabilidad e impiden un desarrollo sostenible.

Para garantizar un desarrollo urbano adecuado y sostenido, así como preservar la productividad del territorio, resulta fundamental incorporar la gestión del riesgo de desastres y la conservación ambiental dentro de la planificación territorial. Ello permitirá orientar una ocupación coherente del suelo, con el objetivo de prevenir y reducir los impactos negativos de los desastres en los ámbitos social, económico y ambiental.

En este marco, se ha elaborado el presente **Estudio de Evaluación de Riesgo de Desastres por Erosión Hídrica en los sectores de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata del distrito de Saylla, provincia y región Cusco - 2026**. Este estudio ha sido desarrollado por el equipo técnico del componente de gestión del riesgo de desastres del Proyecto: "Mejoramiento del Servicio de la Gestión Urbana en el distrito de Saylla, provincia de Cusco y departamento del Cusco", y se basa en información proporcionada por instituciones técnico-científicas, así como en estudios realizados por el proyecto. El análisis realizado permite establecer los niveles de peligrosidad, evaluar la vulnerabilidad en sus dimensiones social, económica y ambiental, calcular el riesgo existente y proponer medidas estructurales y no estructurales, en el marco de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastres. Cabe precisar que, si bien el ámbito de estudio comprende el sector Ferroviarios, el análisis de vulnerabilidad y la evaluación del nivel de riesgo han sido desarrollados únicamente para los sectores de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, debido a la imposibilidad de recopilar información primaria suficiente del sector Ferroviarios, el cual ha sido considerado únicamente en el análisis del ámbito y del peligro, representándose como **sector urbano sin información** en la cartografía correspondiente.



INTRODUCCIÓN

En el distrito de Saylla se han identificado dos peligros de geodinámica externa: erosión hídrica y deslizamientos, los cuales afectan los sectores de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata. El área de influencia directa de estos peligros comprende zonas de expansión urbana e infraestructura de servicios básicos, incrementando las condiciones de exposición y, en consecuencia, los niveles de riesgo.

El presente estudio técnico corresponde a la Evaluación del Riesgo de Desastres (EVAR) por erosión hídrica y ha sido elaborado para el ámbito de los sectores de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, ubicados en el distrito de Saylla, provincia y departamento del Cusco. Su finalidad es identificar y caracterizar el peligro por erosión hídrica, identificar los elementos expuestos, como la población, los lotes y la infraestructura de servicios básicos, evaluar su vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental, considerando aspectos de exposición, fragilidad y resiliencia, y determinar los niveles de riesgo en el ámbito de estudio, de conformidad con los lineamientos establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Versión 02, aprobado por el CENEPRED.

Cabe precisar que, si bien en el ámbito de estudio también se presenta el peligro por deslizamientos, este será materia de un estudio de Evaluación del Riesgo de Desastres independiente, conforme a los criterios técnicos establecidos para el análisis específico de cada tipo de peligro.

Asimismo, se precisa que el sector Ferroviarios, forma parte del ámbito de estudio, sin embargo, fue excluido del análisis de vulnerabilidad y, en consecuencia, de la evaluación del nivel de riesgo, debido a la imposibilidad de recopilar la información primaria necesaria para la evaluación de las dimensiones social, económica y ambiental. Por tal motivo, en el presente estudio de EVAR dicho sector se representa cartográficamente como un sector urbano sin información, manteniéndose únicamente dentro del análisis del ámbito de estudio y del peligro, quedando pendiente la evaluación de su vulnerabilidad y riesgo una vez que se disponga de la información requerida.

La ausencia de instrumentos técnicos de gestión territorial, como las Evaluaciones del Riesgo de Desastres (EVAR), evidencia la necesidad de contar con herramientas que sustenten la planificación y el ordenamiento territorial, permitiendo orientar la ocupación del suelo, identificar áreas con restricciones y determinar las zonas aptas para el desarrollo urbano en condiciones de seguridad.

El documento técnico se estructura en seis capítulos:

- Aspectos Generales, que incluye la justificación, antecedentes, objetivos, alcance y marco normativo vigente.
- Características Generales del Área de Estudio, abordando su ubicación, condición climática, contexto social, económico y ambiental, y características físicas.
- Determinación del Peligro, en el que se caracterizan los fenómenos naturales presentes y se determinan sus niveles de peligrosidad.
- Análisis de la Vulnerabilidad, donde se evalúan los factores sociales, económicos y ambientales que incrementan el riesgo.
- Cálculo de los Niveles de Riesgo, que presenta el cálculo del nivel de riesgo a partir de la interacción entre peligro y vulnerabilidad.
- Control del Riesgo, donde se proponen medidas estructurales y no estructurales orientadas a la prevención y reducción del riesgo de desastres, en el marco de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo.

Este estudio contribuirá con información clave para la toma de decisiones informadas en la planificación del desarrollo urbano sostenible del distrito de Saylla, promoviendo la seguridad de la población y la conservación de sus recursos.



CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de realizar una evaluación de riesgos por erosión hídrica en los sectores de Mollemollec, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata responde al crecimiento poblacional reciente que se ha desarrollado fuera del límite urbano establecido en el PDU Cusco 2013–2023. Esta expansión no planificada ha promovido la ocupación de áreas con condiciones geodinámicas inestables, donde se evidencian procesos activos de carcavamiento y erosión superficial, incrementando la exposición de la población, la infraestructura y los servicios básicos.

En este contexto, los Estudios de Evaluación del Riesgo de Desastres (EVAR) constituyen instrumentos técnicos esenciales para identificar zonas no aptas para la ocupación con fines de vivienda, establecer restricciones de uso del suelo y sustentar la toma de decisiones en materia de planificación y gestión territorial. Asimismo, permiten proponer medidas estructurales y no estructurales orientadas a la prevención, reducción y control del riesgo, contribuyendo a un desarrollo urbano seguro y sostenible.

1.2. ANTECEDENTES.

Se consideraron estudios publicados por entidades técnico-científicas competentes, así como documentos técnicos realizados por el Proyecto Mejoramiento del Servicio de la Gestión Urbana en el distrito de Saylla, como se indica a continuación:

a. Plan de Desarrollo Urbano de la provincia de Cusco 2013-2023

Del mapa de peligros por geodinámica externa del PDU Cusco 2013–2023, se identifica que la zona de estudio presenta niveles de peligrosidad media, alta y muy alta. Asimismo, en su zonificación geodinámica se evidencian cárcavas y procesos de erosión superficial. Esta información constituye una aproximación a la realidad del área de estudio y sirvió como antecedente para el presente análisis.

b. Plan de Desarrollo Metropolitano 2018-2038

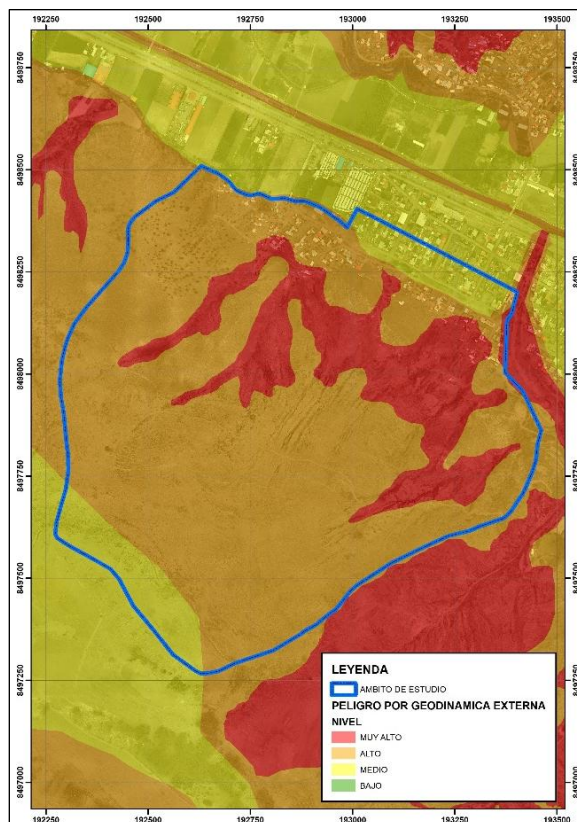
Según el mapa de peligros por geodinámica externa del PDM 2018–2038, la zona de estudio presenta niveles de peligrosidad media, alta y muy alta. Asimismo, se encuentra comprendida dentro de una zonificación de áreas urbanas en situación de riesgo alto.

c. Fotografía aérea del año 1956 – Fuerza aérea del Perú.

Se revisó la fotografía aérea correspondiente al año 1956, la cual presenta una alta resolución de 15 µm. En dicha imagen se observa que el ámbito de estudio se encontraba libre de ocupación antrópica. Asimismo, se identifican zonas con procesos de carcavamiento que en la actualidad han sido rellenadas, así como cauces de quebradas que han sufrido modificaciones a lo largo del tiempo.

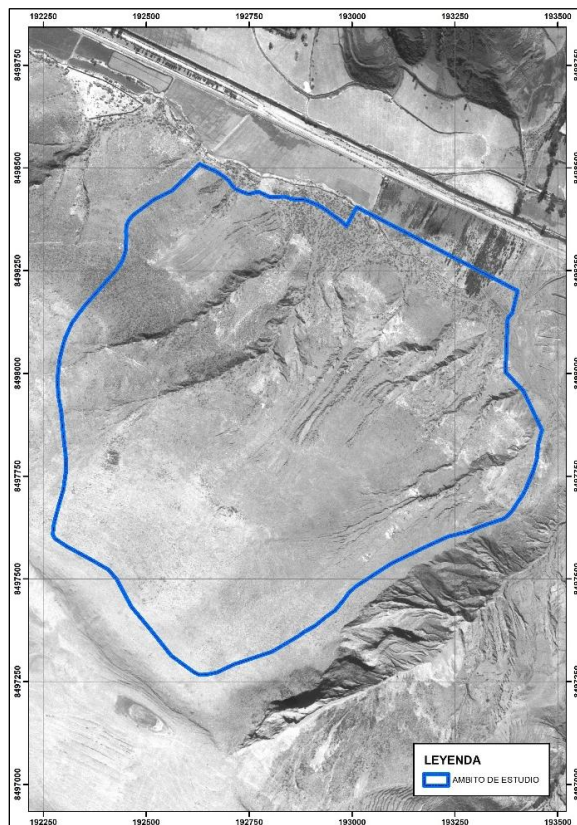


FIGURA 1: ÁMBITO DE ESTUDIO EN EL MAPA DE PELIGROS POR GEODINÁMICA EXTERNA DEL PDU 2013 - 2023.



Fuente: PDU Cusco 2013-2023. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FIGURA 2: ÁMBITO DE ESTUDIO EN LA FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1956 - FAP



Fuente: Fuerza Aérea del Perú (FAP), 1956. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.



d. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) Cusco

Según la información registrada por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), a través de la plataforma del Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres (SINPAD), para el distrito de Saylla, los fenómenos más recurrentes son los incendios forestales, seguidos de las lluvias intensas e inundaciones, seguidos de los deslizamientos y huaycos. Asimismo, los fenómenos que generaron mayor afectación a los medios de vida fueron los huaycos y deslizamientos.

e. Estudio de Mecánica de suelos del Proyecto: “Mejoramiento del Servicio de la Gestión Urbana en el Distrito de Saylla, Provincia de Cusco y Departamento de Cusco”.

Se realizaron estudios de mecánica de suelos como insumo para la elaboración del EVAR correspondiente a los sectores de Mollemollec, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata. Para ello, se ejecutaron cuatro (04) puntos de investigación, distribuidos en las diferentes agrupaciones vecinales. A continuación, se muestran los resultados:

TABLA 1: DATOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CALICATA	X	Y	Profundidad	Angulo de Fricción (PDL)	Densidad Natural (gr/cm3)	Clasificación	
C-01	193278	8498095	3.0m	23.35°	2.06	GP-GM	
C-02	193260	8498198	3.0m	26.94°	1.95	GM	
C-03	193038	8498317	3.0m	25.47°	2.06	GM	
C-04	192881	8498270	3.0m	25.97°	2.10	GP-GM	
CALICATA	Humedad Natural (%)	Límite Líquido (L.L.)	Límite Plástico (L.P.)	Índice de Plasticidad (I.P)	Carga Admisible (Kg/cm2)	Cohesión Kg/cm2	Asentamiento (mm)
C-01	6.43	21.64%	3.15%	18.49%	1.33	0.0000	2.83
C-02	8.39	18.49%	1.74%	16.75%	1.91	0.0000	2.47
C-03	4.25	15.50%	1.03%	14.47%	1.68	0.0000	2.46
C-04	5.00	17.42%	2.36%	15.06%	1.80	0.0000	2.02

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

f. Estudio de Levantamiento topográfico del Proyecto: “Mejoramiento de los Servicios de Planificación y Gestión Territorial de la Municipalidad Provincial del Cusco”

Se utilizó la información proporcionada por la Municipalidad Provincial del Cusco, mediante la cual se facilitó ortofotos, curvas de nivel, modelos de elevación digital (DEM), entre otra información cartográfica relevante para el desarrollo del estudio.

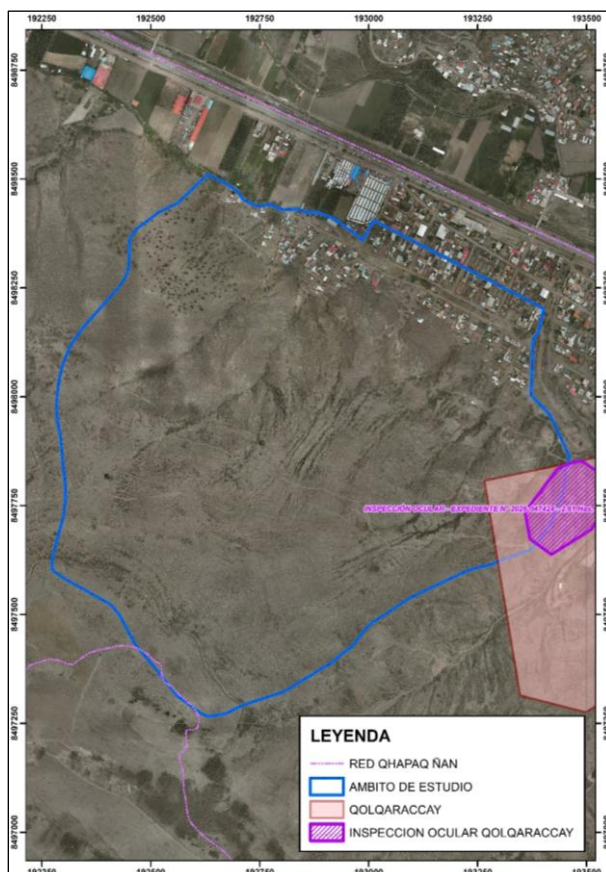
g. Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco (DDC)

Se realizaron coordinaciones con la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco (DDC) con el propósito de obtener información sobre los polígonos de patrimonio cultural localizados en el distrito de Saylla. Como resultado, la DDC remitió a la Municipalidad Distrital de Saylla, mediante oficio, la información correspondiente al ámbito de estudio. De acuerdo con la documentación proporcionada, dentro del área de estudio se identificó un Bien Inmueble Prehispánico (BIP) denominado Qolqaraccay, el cual se encuentra registrado como identificado; no obstante, a la fecha no cuenta con resolución oficial que formalice su declaratoria como patrimonio cultural. Asimismo, en la cabecera del ámbito de estudio se identificó el tramo Sillkinchani Yupani perteneciente a la red Qhapaq Ñan.

Adicionalmente, se ha identificado el ámbito de inspección ocular correspondiente al Bien Inmueble Prehispánico Qolqaraccay, el cual cuenta con Expediente N.º 2026-047424.

En consecuencia, la presencia del BIP y del tramo del Qhapaq Ñan condiciona la ocupación y el desarrollo urbano, limitando la expansión de asentamientos humanos y la ejecución de obras civiles, y exige la incorporación de criterios de protección cultural dentro del análisis de riesgo y de la planificación territorial del distrito de Saylla.

FIGURA 3: PATRIMONIO CULTURAL EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO



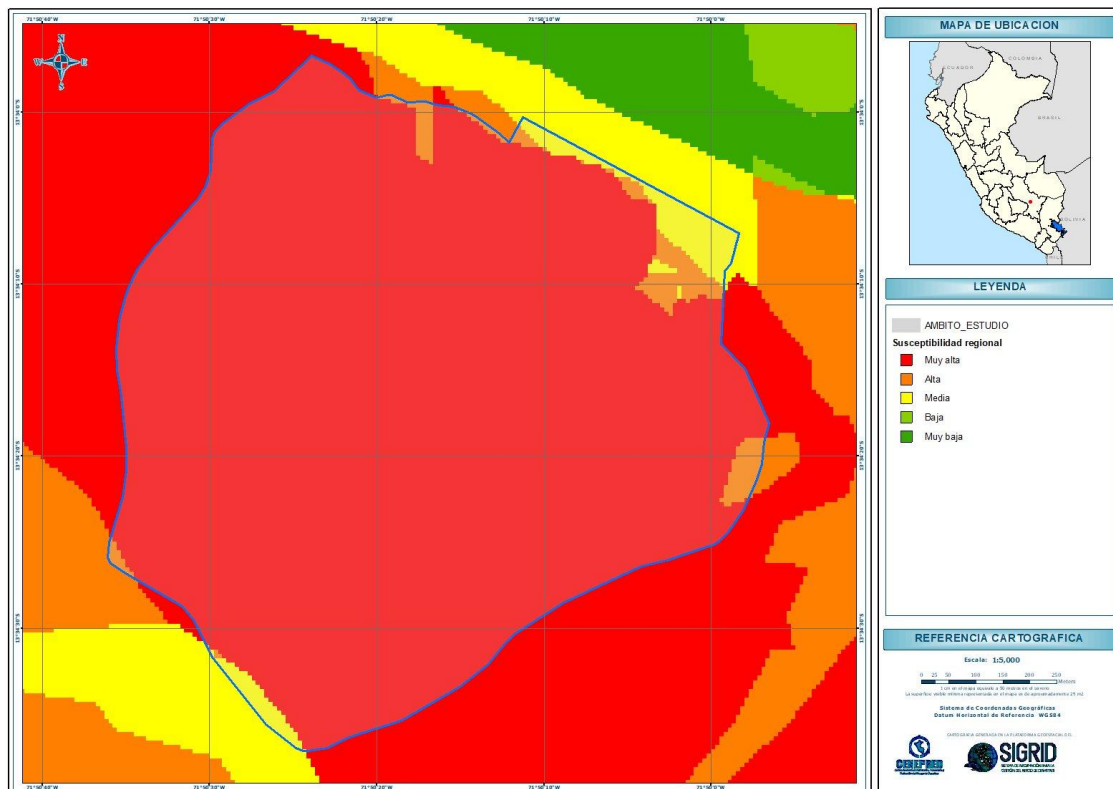
Fuente: Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco (DDC), 2024. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

h. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)

De acuerdo con la revisión de información técnico-científica disponible en el portal del Sistema de Información Geográfica para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), el ámbito de estudio presenta inventarios de peligros asociados a procesos de erosión y movimientos complejos. Asimismo, se identifica una susceptibilidad muy alta frente a movimientos en masa y a la ocurrencia de sismos; por el contrario, la susceptibilidad frente a inundaciones es baja.

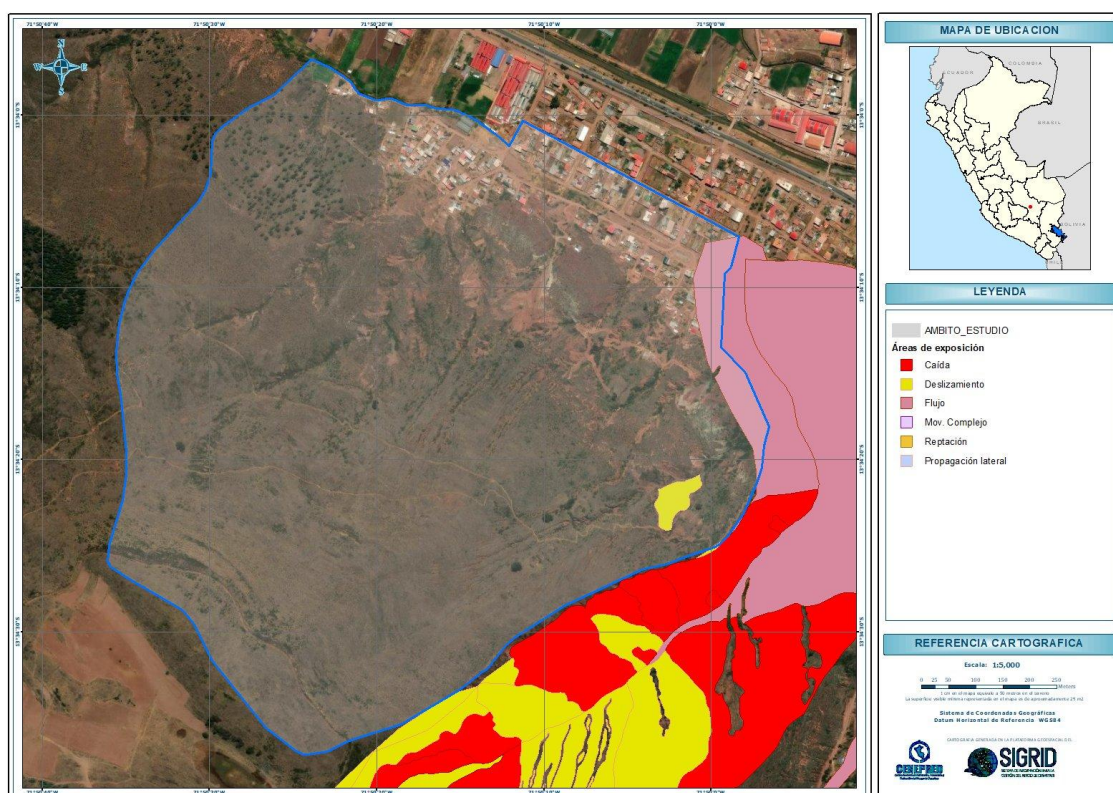


FIGURA 4: SUSCEPTIBILIDAD ANTE MOVIMIENTOS EN MASA



Fuente: SIGRID - CENEPRED

FIGURA 5: ÁREAS DE EXPOSICIÓN A MOVIMIENTOS EN MASA



Fuente: SIGRID - CENEPRED

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N° 16825

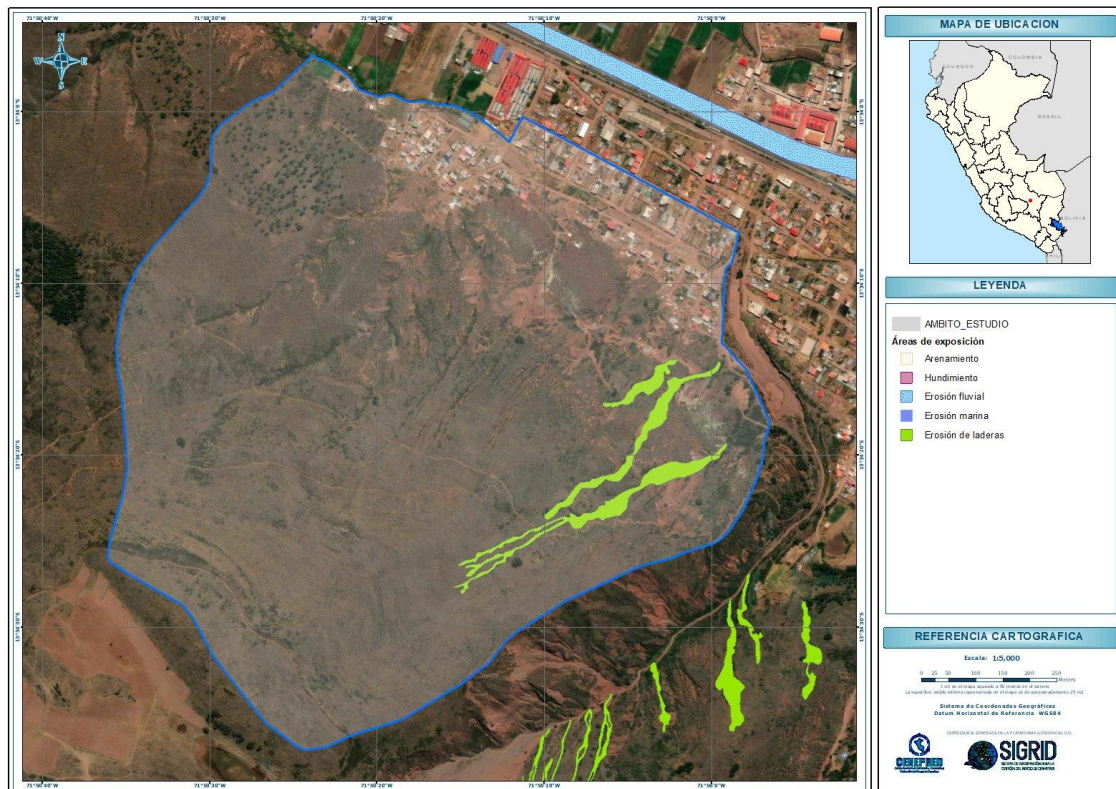


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

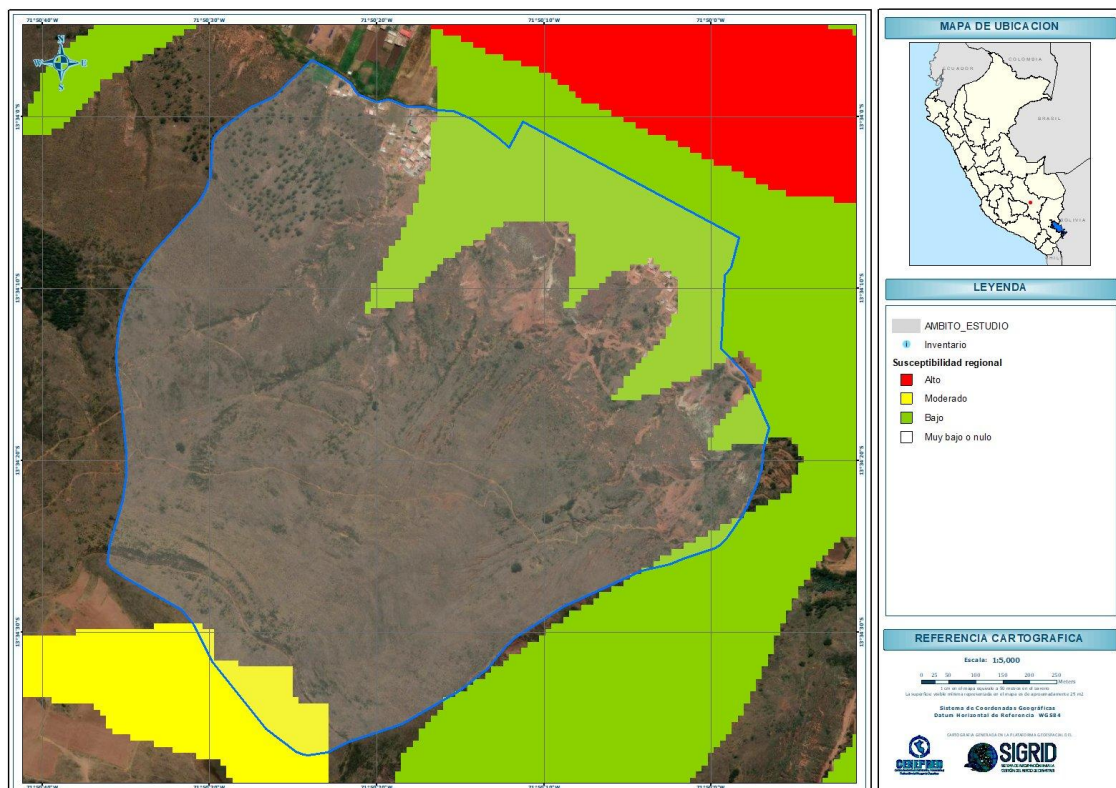


FIGURA 6: INVENTARIO Y ÁREAS DE EXPOSICIÓN FRENTE A OTROS PELIGROS



Fuente: SIGRID - CENEPRED

FIGURA 7: SUSCEPTIBILIDAD FRENTE A INUNDACIONES



Fuente: SIGRID - CENEPRED

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

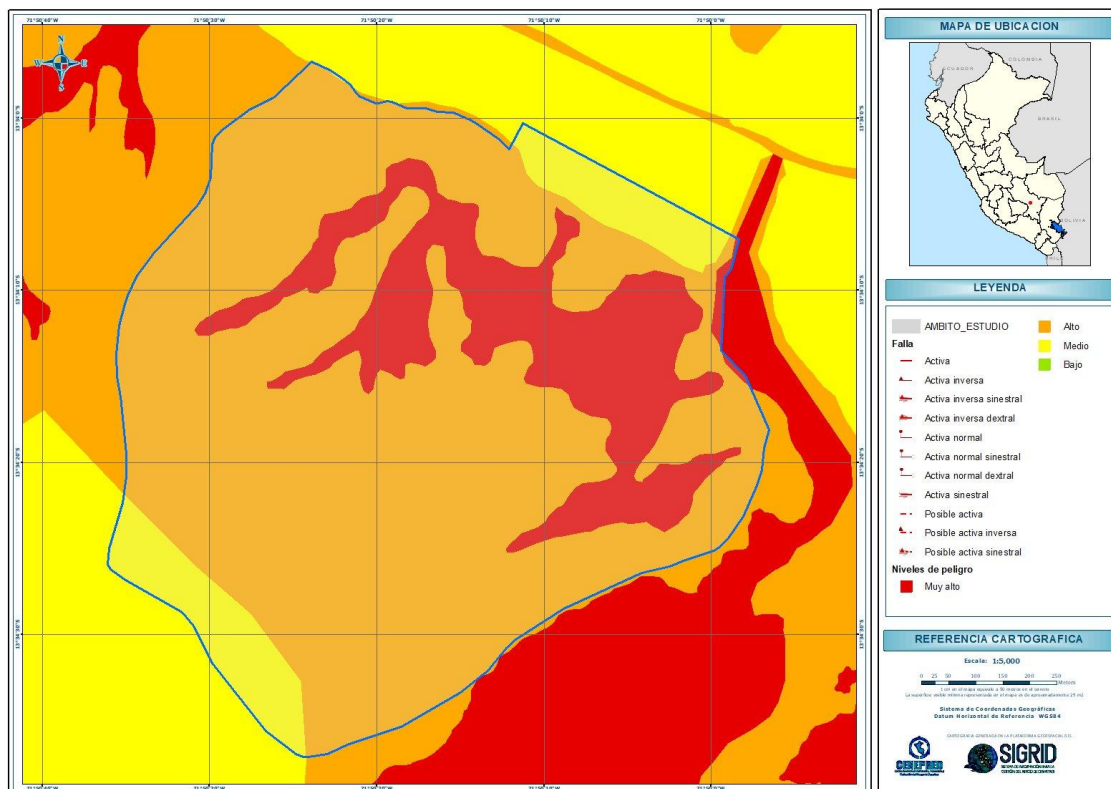
Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N° 16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

FIGURA 8: NEOTECTÓNICA (FALLAS Y NIVELES DE PELIGRO)



Fuente: SIGRID – CENEPRED

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgo por erosión hídrica en los sectores de Mollemollec, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, ubicados en el distrito de Saylla, provincia y departamento del Cusco.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar y determinar los niveles de peligro, así como elaborar el mapa de peligros correspondiente.
- Caracterizar y zonificar el peligro por erosión hídrica y sus respectivos niveles.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad de la población, así como elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad y tolerabilidad del riesgo.
- Recomendar la implementación de medidas estructurales y no estructurales orientadas a prevenir y disminuir los riesgos existentes.

1.5. MARCO NORMATIVO.

El marco normativo contempla lo establecido en la Constitución Política del Perú, la misma que hace referencia a diversas normas a ser tomadas en cuenta.

- Resolución de Secretaría de Gestión de Riesgos de desastres N° 009-2025-PCM/SGRD – “Lineamientos Técnicos del Procesos de Estimación del Riesgo de desastres”
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM que Aprueba- el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) 2022 – 2030.



- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres SINAGERD.
- Decreto legislativo N.º 1587 que modifica la ley N° 29664
- Decreto Supremo N°048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo 060-2024-PCM. Que modifica el reglamento de la ley que crea el SINAGERD
- Ley N°29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy alto Riesgo No Mitigable
- Resolución Jefatural N°112-2014- CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales” 2da Versión
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): marco legal y técnico general para el diseño y ejecución de obras civiles.
- Norma Técnica CE.020 – Estabilización de Suelos y Taludes (RNE): Criterios de análisis de estabilidad de taludes, factores de seguridad, condiciones estáticas y sísmicas, así como las medidas de estabilización y drenaje.
- Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (RNE): zonificación sísmica del Perú, parámetros sísmicos y aceleraciones de diseño.
- Norma Técnica E.050 – Suelos y Cimentaciones (RNE): requisitos para la exploración geotécnica, ensayos de campo y laboratorio.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonáthán Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los sectores de Mollemollec, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata se ubican en la margen derecha del río Huatanay, en el distrito de Saylla. El sector Ferroviarios forma parte del ámbito de estudio; sin embargo, debido a limitaciones en la obtención de información primaria ocasionadas por la falta de participación de la población, asociada a conflictos internos existentes, dicho sector ha sido considerado en la cartografía como **sector urbano sin información**.

LÍMITES.

Por el Norte Limita con la A.P.V. Valle Sur y parte del A.P.V. Ferroviarios

Por el Sur Limita con parte de la comunidad Ana Warque

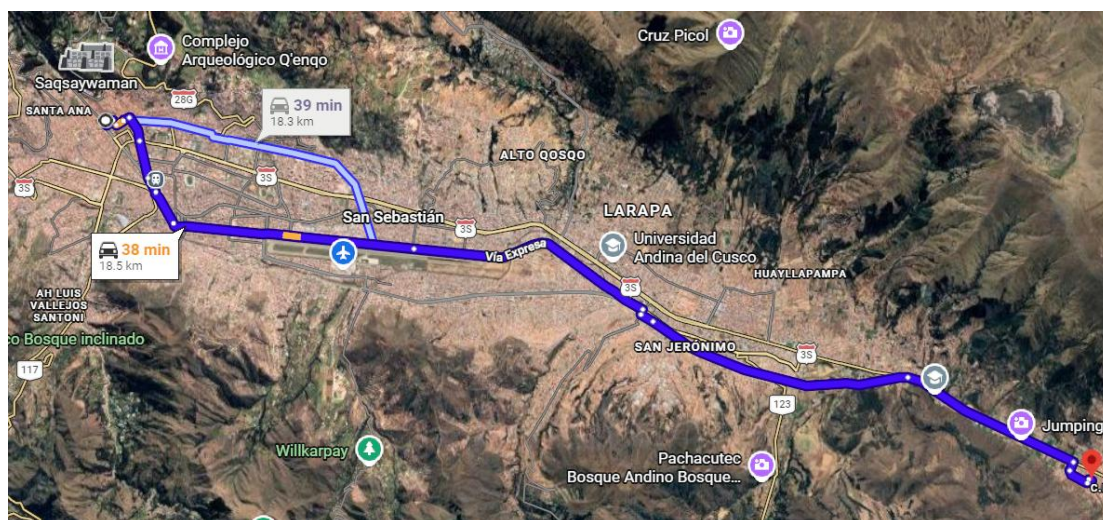
Por el Este Limita con la A.P.V. Ferroviarios y parte de la comunidad Ana Warque

Por el Oeste Limita con propiedades privadas y parte de la comunidad Ana Warque

VÍAS DE ACCESO.

El acceso hacia el ámbito de estudio, se da por vía terrestre Cusco-Sicuani-Arequipa y tomando como referencia la plaza mayor del Cusco a una distancia de 18.5 km y 38 minutos aproximadamente.

FIGURA 9: ACCESIBILIDAD A LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Google Earth; Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

ALTITUD.

El ámbito de estudio se ubica entre los 3155 m.s.n.m. hasta los 3725 m.s.n.m.

SUPERFICIE.

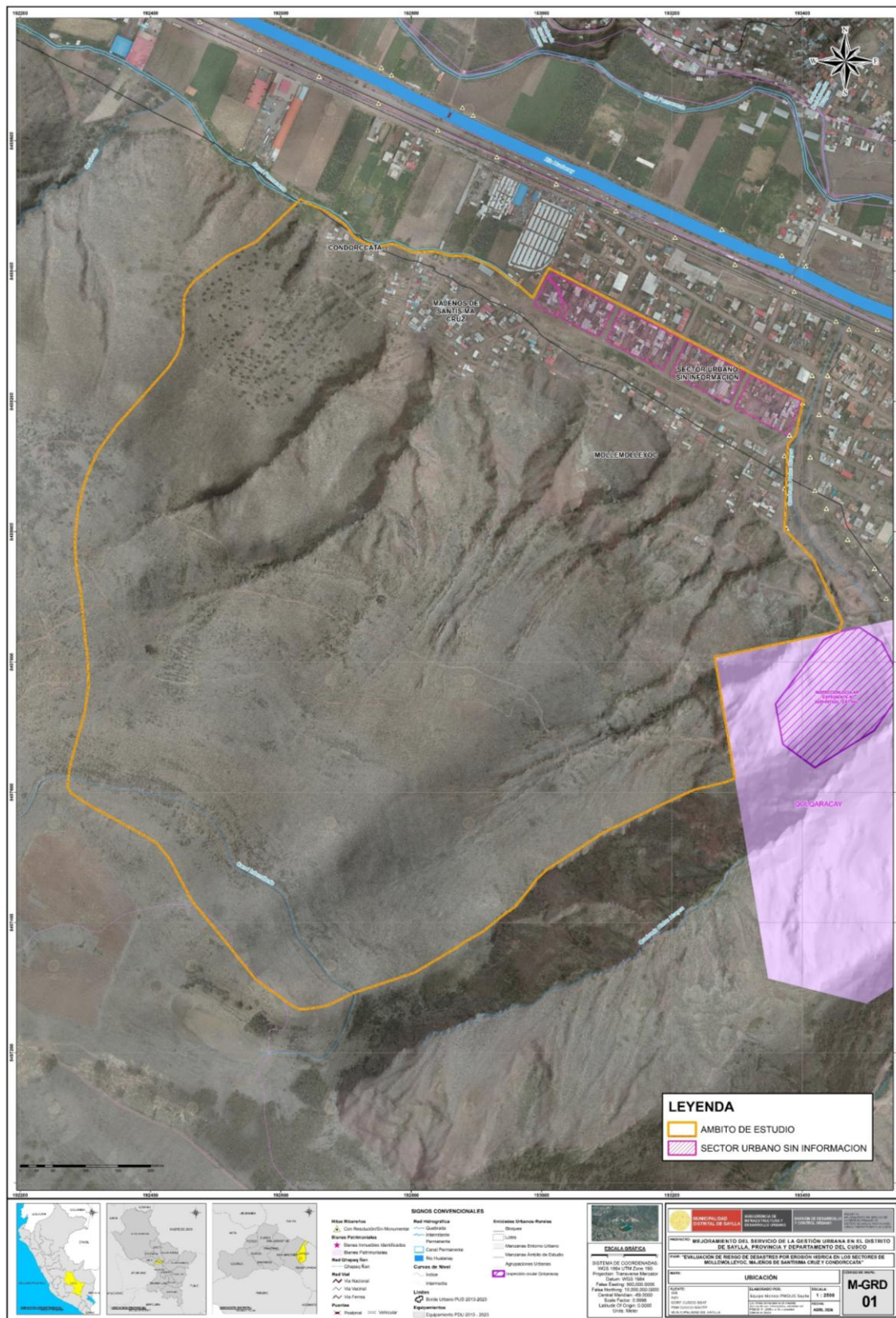
El ámbito de estudio comprende una extensión superficial de 97.16 Ha.

DRENAJE.

Se identificaron diversas quebradas sin nombre en las laderas del ámbito de intervención, de régimen estacional o efímero, que se activan durante lluvias intensas.



MAPA 1: MAPA DE UBICACIÓN



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

2.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

Las características climáticas, según la clasificación climática de Thornthwaite (1931) elaborada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), indican que la zona de estudio corresponde a:

Clima semiseco con otoño e invierno secos. Templado. (C (o, i) B')

Presenta una precipitación anual de 500 a 900 mm aproximadamente y una temperatura máxima entre 23°C a 27°C y temperatura mínima entre 5°C a 11°C. Clima de tipo semiseco, templado y con otoño e invierno seco. Se encuentra en la parte baja de la zona de estudio que va desde los 3100 m.s.n.m. hasta los 3400 m.s.n.m.

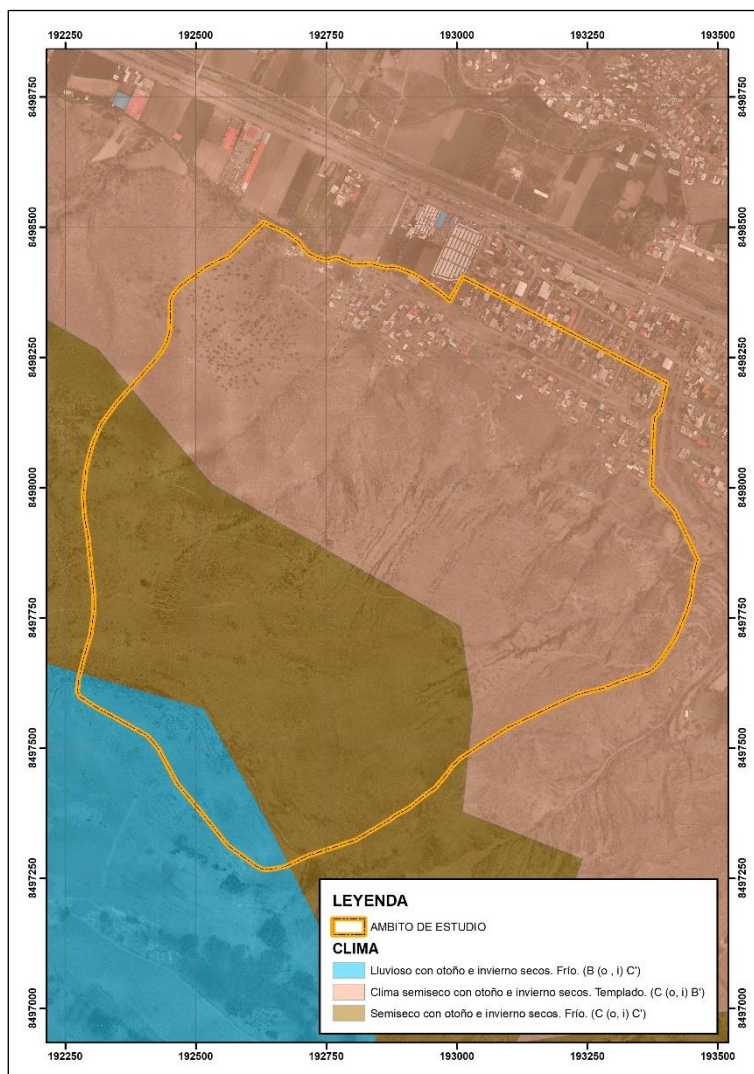
Semiseco con otoño e invierno secos. Frío. (C (o, i) C')

Presenta una precipitación anual entre 700 mm a 900 mm aproximadamente y una temperatura máxima entre 15°C a 19°C y temperatura mínima entre -1°C a -3°C. Clima de tipo semiseco, frío y con otoño e invierno seco. Se encuentra en la parte alta de la zona de estudio que va desde los 3400 m.s.n.m.

Lluvioso con otoño e invierno secos. Frío. (B (o, i) C')

Se caracteriza por presentar una precipitación anual de 500mm a 1200mm con temperatura máxima de 9°C a 19°C y temperatura mínima de -3°C a 3°C. Se encuentra por encima de 4200 m.s.n.m.

FIGURA 10: CLIMA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.



Fuente: SENAMHI. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.



PRECIPITACIÓN.

Precipitaciones Diarias Máximas.

Para la determinación de la precipitación máxima en 24 horas, se usó datos provenientes del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la estación meteorológica de Kayra instalada en el distrito de San Jerónimo, Provincia de Cusco.

TABLA 2: DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA (1964-2024)

CAT.	ESTACIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD	PERIODO DE REGISTRO
CO	Kayra	Cusco	San Jerónimo	3219.00	13°33'25"	72°52' 31"	1964-abril 2024

Fuente: SENAMHI-Estación Kayra. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Estos datos fueron descargados de la página web del ANA (<https://snirh.ana.gob.pe/onrh/>) correspondiente a registros de acumulación de precipitación en 24 horas, las cuales fueron trabajadas en gabinete y posteriormente procesadas, seleccionando el valor máximo en 24 horas para cada mes del año y finalmente el valor máximo por año.

En el siguiente cuadro se presentan los registros de precipitación máxima en 24 horas en función a cada año:

TABLA 3: VALORES MÁXIMOS ANUALES (1964(ABRIL)-2024)

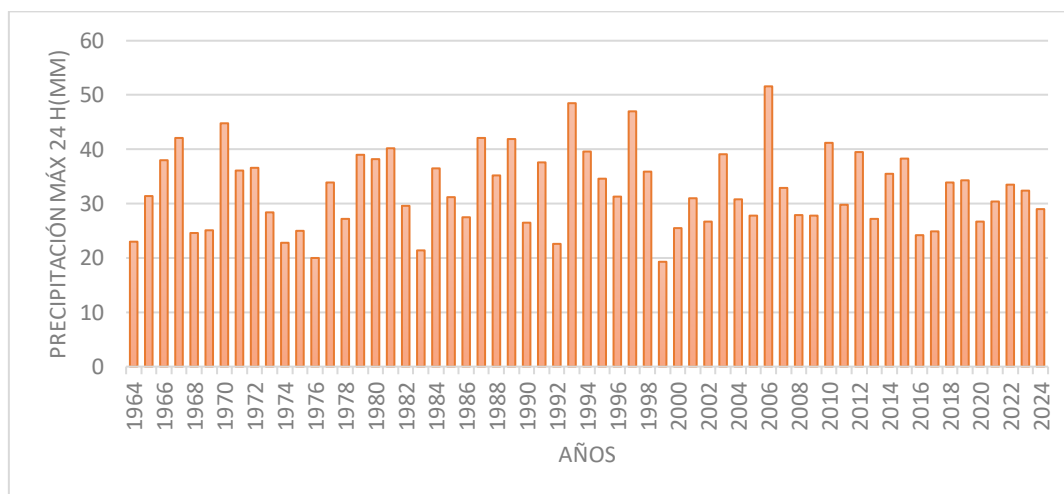
N°	Año	Pmáx 24h	N°	Año	Pmáx 24h
1	1964	23	32	1995	34.6
2	1965	31.4	33	1996	31.3
3	1966	38	34	1997	47
4	1967	42.1	35	1998	35.9
5	1968	24.6	36	1999	19.3
6	1969	25.1	37	2000	25.5
7	1970	44.8	38	2001	31
8	1971	36.1	39	2002	26.7
9	1972	36.6	40	2003	39.1
10	1973	28.4	41	2004	30.8
11	1974	22.8	42	2005	27.8
12	1975	25	43	2006	51.6
13	1976	20	44	2007	32.9
14	1977	33.9	45	2008	27.9
15	1978	27.2	46	2009	27.8
16	1979	39	47	2010	41.2
17	1980	38.2	48	2011	29.8
18	1981	40.2	49	2012	39.5
19	1982	29.6	50	2013	27.2
20	1983	21.4	51	2014	35.5
21	1984	36.5	52	2015	38.3
22	1985	31.2	53	2016	24.2
23	1986	27.5	54	2017	24.9
24	1987	42.1	55	2018	33.9
25	1988	35.2	56	2019	34.3



26	1989	41.9	57	2020	26.7
27	1990	26.5	58	2021	30.4
28	1991	37.6	59	2022	33.5
29	1992	22.6	60	2023	32.4
30	1993	48.5	61	2024	29
31	1994	39.6			

Fuente: SENAMHI-Estación Kayra. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 1: HIETOGRAMA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS REGISTRADAS EN 24 HORAS, ESTACIÓN KAYRA.



Fuente: SENAMHI-Estación Kayra. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Tiempos de retorno de la precipitación

Para el área de estudio se han utilizado el registro de precipitación máxima en 24 horas, registradas en la estación meteorológica Kayra y mediante el uso del software Hydrognomon se determinó las precipitaciones máximas en 24 horas ajustadas al modelo probabilístico LogPearson III para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años son:

TABLA 4: PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO (1964-2024)

TR (años)	Precipitación (mm)
2	35.91
5	43.38
10	47.89
20	51.97
25	53.22
50	56.97
100	60.57
200	64.07

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Curvas de intensidad duración frecuencia (IDF)

Como la estación pluviométrica de Kayra, ubicada en Cusco, no cuenta con datos históricos completos ni lo suficientemente largos como para calcular directamente las intensidades máximas de lluvia para diferentes periodos de retorno, se optó por usar un enfoque conceptual ampliamente reconocido en hidrometeorología. Este enfoque parte



de la idea de que los eventos de lluvia extrema especialmente los de alta intensidad y corta duración no dependen mucho del lugar exacto donde ocurren. Esto se debe a que estos eventos suelen estar relacionados con tormentas de tipo convectivo, que tienen características similares en distintas regiones debido a sus condiciones atmosféricas comunes. Por ello, se considera válido usar datos de estaciones cercanas o aplicar modelos regionales para estimar la intensidad de la lluvia.

Para estimar la intensidad a partir de datos de precipitación máxima diaria, existen varios métodos empíricos y semiempíricos, cada uno con sus propios supuestos. En este estudio, se eligió una forma práctica que consiste en dividir la precipitación máxima entre el tiempo de duración del evento. Para hacerlo, se utilizó el modelo de Dieck-Peschke, el cual permite calcular la precipitación máxima para una duración específica, tomando como base la precipitación máxima registrada en 24 horas. Este modelo es ampliamente usado en estudios hidrológicos y en el diseño de obras hidráulicas, ya que se basa en fórmulas empíricas que reflejan cómo suelen comportarse las lluvias intensas según su duración. La formulación utilizada se expresa de la siguiente manera:

$$P_D = P_{24H} \times \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25}$$

Donde:

P_D = Precipitación máxima de duración en mm.

P_{24H} = Precipitación máxima de 24 horas en mm.

D = Duración de la precipitación en horas.

TABLA 5: MODELO DIECK-PESHKE

DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (mm) EN MINUTOS SEGÚN PERIODOS DE RETORNO EN BASE A LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS								
DURACIÓN (minutos)	PRECIPITACION EN 24 H (mm)							
	35.91	43.38	47.89	51.97	53.22	56.97	60.57	64.07
	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	T=2	T=5	T=10	T=20	T=25	T=50	T=100	T=200
PRECIPITACIÓN (mm/hr)								
5	8.72	10.53	11.63	12.62	12.92	13.83	14.70	15.55
10	10.37	12.52	13.82	15.00	15.36	16.45	17.49	18.50
15	11.47	13.86	15.30	16.60	17.00	18.20	19.35	20.47
20	12.33	14.89	16.44	17.84	18.27	19.56	20.79	21.99
25	13.03	15.75	17.38	18.86	19.32	20.68	21.99	23.26
30	13.64	16.48	18.19	19.74	20.22	21.64	23.01	24.34
35	14.18	17.13	18.91	20.52	21.01	22.49	23.92	25.30
40	14.66	17.71	19.55	21.22	21.73	23.26	24.73	26.16
45	15.10	18.24	20.14	21.85	22.38	23.95	25.47	26.94
50	15.50	18.73	20.67	22.43	22.97	24.59	26.15	27.66
55	15.88	19.18	21.17	22.97	23.53	25.19	26.78	28.32
60	16.22	19.60	21.64	23.48	24.04	25.74	27.37	28.95
90	17.96	21.69	23.95	25.99	26.61	28.49	30.29	32.04
120	19.29	23.31	25.73	27.92	28.59	30.61	32.54	34.42
180	21.35	25.79	28.48	30.90	31.64	33.87	36.02	38.10
240	22.94	27.72	30.60	33.21	34.00	36.40	38.70	40.94



480	27.29	32.96	36.39	39.49	40.44	43.29	46.02	48.68
540	28.10	33.95	37.48	40.67	41.65	44.58	47.40	50.14
600	28.85	34.85	38.48	41.75	42.76	45.77	48.66	51.48
720	30.20	36.48	40.27	43.70	44.75	47.91	50.93	53.88
900	31.93	38.57	42.58	46.21	47.32	50.65	53.86	56.97
1200	34.31	41.45	45.76	49.65	50.85	54.43	57.87	61.22
1440	35.91	43.38	47.89	51.97	53.22	56.97	60.57	64.07

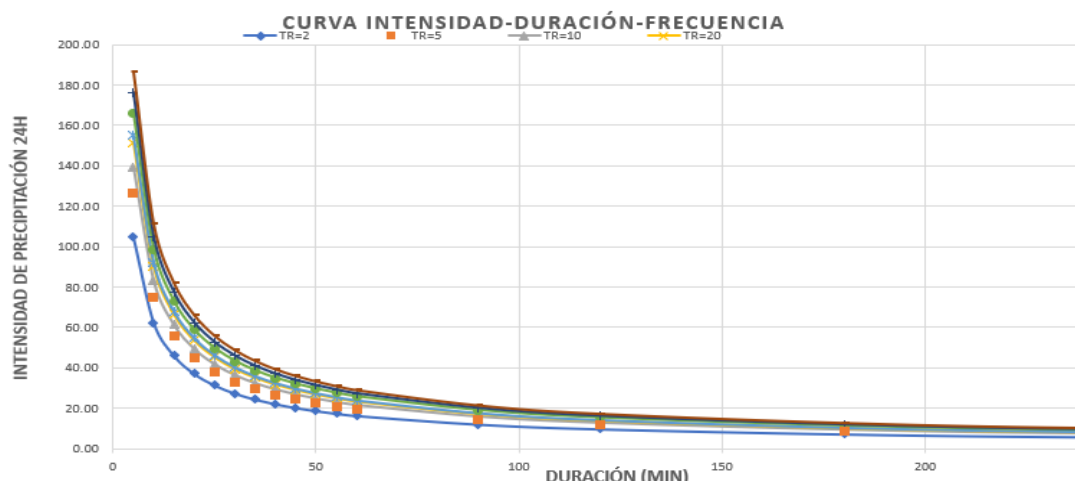
Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

TABLA 6: INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN SEGÚN LA DURACIÓN CONSIDERANDO TIEMPOS DE RETORNO

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN									
DURACIÓN		PRECIPITACION EN 24 H (mm)							
		35.91	43.38	47.89	51.97	53.22	56.97	60.57	64.07
DURACIÓN (minutos)	DURACIÓN (horas)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
		T=2	T=5	T=10	T=20	T=25	T=50	T=100	T=200
		INTENSIDAD (mm/hr)							
5	0.08	104.60	126.36	139.50	151.39	155.03	165.95	176.44	186.63
10	0.17	62.20	75.14	82.95	90.01	92.18	98.67	104.91	110.97
15	0.25	45.89	55.43	61.20	66.41	68.01	72.80	77.40	81.87
20	0.33	36.98	44.68	49.32	53.52	54.81	58.67	62.38	68.98
25	0.42	31.28	37.79	41.72	45.27	46.36	49.63	52.77	55.82
30	0.50	27.29	32.96	36.39	39.49	40.44	43.29	46.02	48.68
35	0.58	24.31	29.36	32.42	35.18	36.02	38.56	41.00	43.37
40	0.67	21.99	26.56	29.33	31.82	32.59	34.89	37.09	39.23
45	0.75	20.13	24.32	26.85	29.13	29.84	31.94	33.96	35.92
50	0.83	18.60	22.47	24.81	26.92	27.57	29.51	31.38	33.19
55	0.92	17.32	20.92	23.10	25.06	25.67	27.47	29.21	30.90
60	1.00	16.22	19.60	21.64	23.48	24.04	25.74	27.37	28.95
90	1.50	11.97	14.46	15.96	17.32	17.74	18.99	20.19	21.36
120	2.00	9.65	11.65	12.87	13.96	14.30	15.30	16.27	17.21
180	3.00	7.12	8.60	9.49	10.30	10.55	11.29	12.01	12.70
240	4.00	5.74	6.93	7.65	8.30	8.50	9.10	9.68	10.23
480	8.00	3.41	4.12	4.55	4.94	5.05	5.41	5.75	6.09
540	9.00	3.12	3.77	4.16	4.52	4.63	4.95	5.27	5.57
600	10.00	2.89	3.49	3.85	4.18	4.28	4.58	4.87	5.15
720	12.00	2.52	3.04	3.36	3.64	3.73	3.99	4.24	4.49
900	15.00	2.13	2.57	2.84	3.08	3.15	3.38	3.59	3.80
1200	20.00	1.72	2.07	2.29	2.48	2.54	2.72	2.89	3.06
1440	24.00	1.50	1.81	2.00	2.17	2.22	2.37	2.52	2.67

Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 2: CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA - IDF



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

Comprenden los elementos expuestos, tales como población, viviendas e infraestructura de servicios básicos ubicados en áreas potenciales de impacto o de peligrosidad muy alta, alta, media y baja por erosión hídrica. Estos elementos, ante la ocurrencia del peligro, serían afectados directamente, sufriendo impactos diferenciados según el nivel de peligrosidad al que se encuentran expuestos.

a. POBLACIÓN.

De acuerdo con el trabajo de campo realizado en los sectores de Mollemollec, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, se identificó una población total de 484 habitantes, distribuidos de la siguiente manera:

TABLA 7: POBLACIÓN TOTAL

GRUPO ETARIO	POBLACION			PORCENTAJE
	Hombres	Mujeres	TOTAL	(%)
0-5	28	20	48	9.92%
6-12	39	28	67	13.84%
13-18	31	22	53	10.95%
19-30	34	39	73	15.08%
31-54	92	86	178	36.78%
55-65	20	22	42	8.68%
>66	14	9	23	4.75%
TOTAL	258	226	484	100%
	50.28%	49.72%		

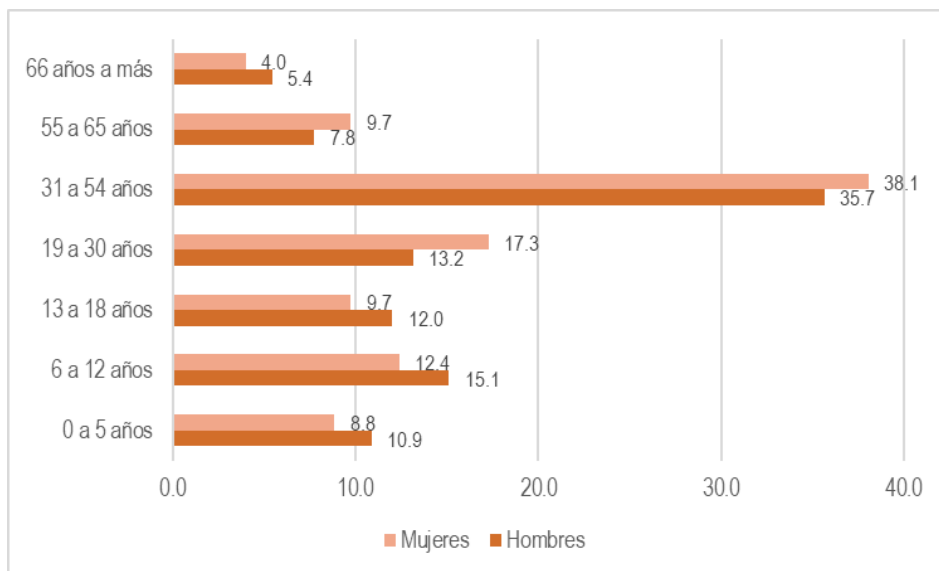
Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

En cuanto al análisis de la estructura poblacional, se observa una población relativamente joven y activa, con un grupo predominante en las edades de 31 a 54 años, que representa el 36.78% del total. Este dato refleja una población plenamente productiva, lo que supone una oportunidad para impulsar actividades económicas en el ámbito local, seguido por la población entre 19 y 30 años, con un 15.08%, correspondiente a personas en etapa de formación superior. En conjunto, estos dos grupos conforman más de la mitad de la población, lo cual representa un potencial humano clave para el desarrollo económico del territorio.

Asimismo, la población entre 6 y 12 años representa el 13.84%, evidenciando una alta demanda de servicios educativos, recreativos y de salud infantil. Esta proporción destaca la necesidad de fortalecer la infraestructura escolar y los programas de protección a la infancia y adolescencia.

Por otro lado, la población adulta y adulta mayor (55 años a más) constituye en conjunto el 13.43%, lo que evidencia indicios de envejecimiento progresivo y plantea retos para la atención en salud, asistencia social y condiciones dignas para este segmento.

GRÁFICO 3: POBLACIÓN TOTAL (%) Y GRUPO ETARIO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

b. VIVIENDA.

Según el trabajo de campo y la verificación física realizada, en el ámbito de estudio se identificaron un total de 316 lotes, de los cuales 154 se encuentran ocupados y 162 se encuentran vacíos.

Material predominante de construcción

Respecto al material predominante de construcción, la mayoría de las viviendas está edificada con concreto armado (22.78%), seguido del material de ladrillo o bloqueta (19.94%). Asimismo, se identificaron otros tipos de materiales en menor proporción, tales como acero y drywall, adobe, madera, calamina, estera y materiales mixtos, tal como se muestra en la siguiente tabla:

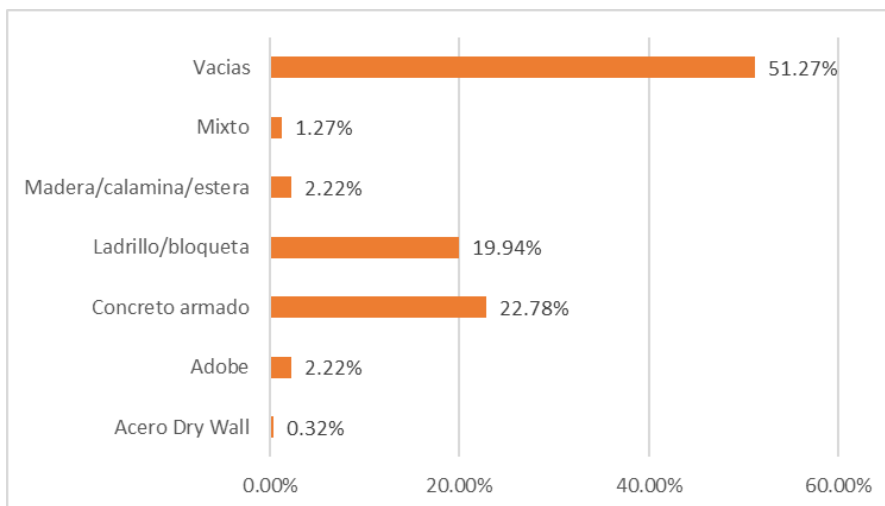
TABLA 8: MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN

MATERIAL PREDOMINANTE	TOTAL, DE LOTES	PORCENTAJE (%)
Acero y drywall	1	0.32%
Adobe	7	2.22%
Concreto armado	72	22.78%
Ladrillo/bloqueta	63	19.94%
Madera/calamina/estera	7	2.22%
Mixto	4	1.27%
Vacías	162	51.27%
TOTAL	316	100.00%

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



GRÁFICO 4: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Estado de conservación

El estado de conservación hace referencia a cómo y en qué condiciones se encuentran las viviendas. Para su evaluación, se consideraron cinco criterios: muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo.

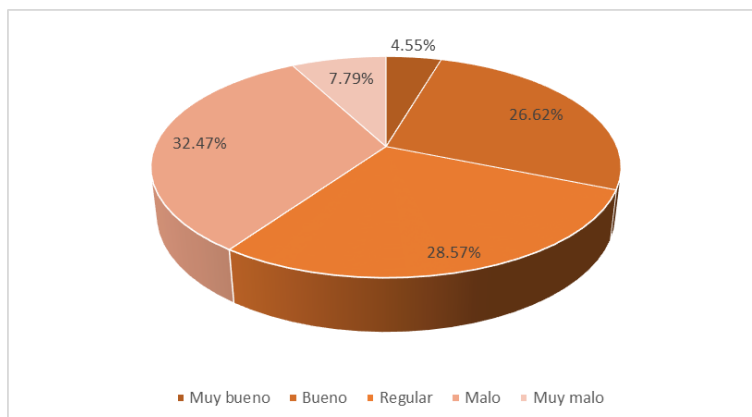
Se evaluaron 154 viviendas con edificaciones. De estas, el 28.57% presenta un estado de conservación regular, el 32.47% se encuentra en mal estado y el 7.79% en muy mal estado. Asimismo, el 26.62% de las viviendas se encuentra en buen estado, mientras que solo el 4.55% presenta un estado muy bueno.

TABLA 9: ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA VIVIENDA

ESTADO DE CONSERVACION	TOTAL, DE PARCELAS	PORCENTAJE (%)
Muy bueno	7	4.55%
Bueno	41	26.62%
Regular	44	28.57%
Malo	50	32.47%
Muy malo	12	7.79%
TOTAL	154	100.00%

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 5: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VIVIENDA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

c. AGUA

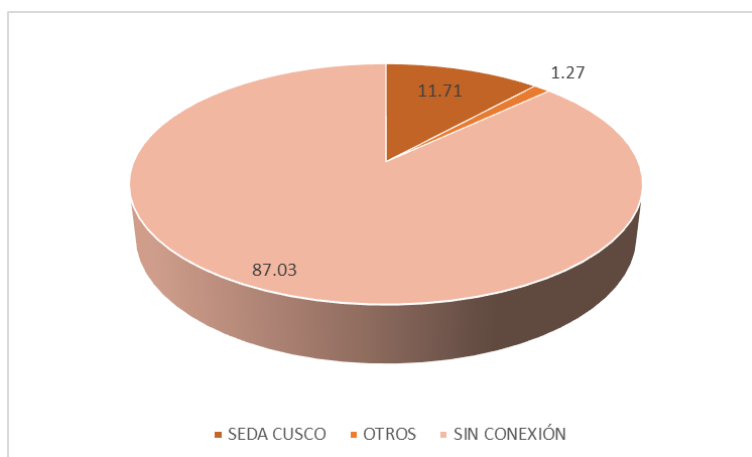
Se identificó una alta precariedad en el acceso al servicio de agua potable, debido a que el 87.03% de las viviendas no cuenta con conexión de agua. Solo el 12.97% dispone de este servicio; de este porcentaje, el 11.71% está conectado a la red de la empresa SEDA Cusco, mientras que el 1.27% cuenta con otros tipos de conexión.

TABLA 10: CONEXIÓN DE AGUA.

CONEXIÓN DE AGUA	TOTAL, DE LOTES	PORCENTAJE (%)
SEDA CUSCO	37	11.71
OTROS	4	1.27
SIN CONEXIÓN	275	87.03
Total	316	100

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 6: CONEXIÓN DE AGUA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



d. INFRAESTRUCTURA DE RED DE DESAGÜE

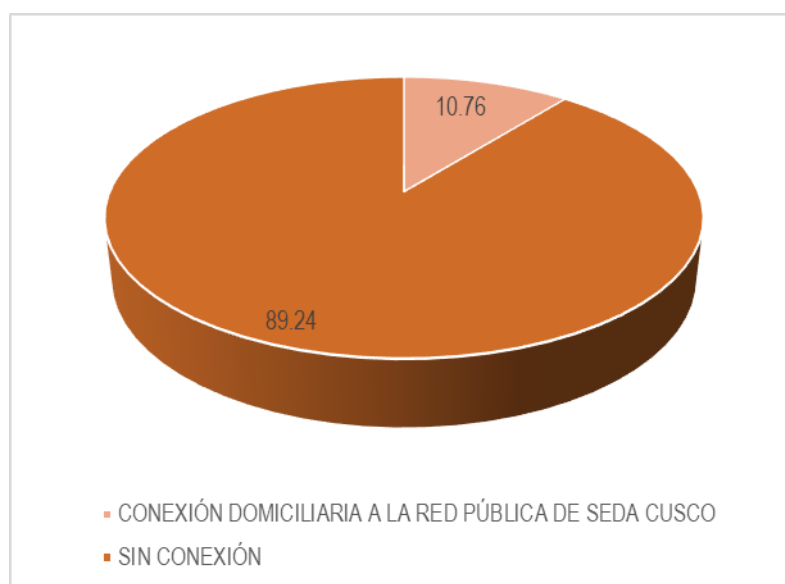
Se evidencia una situación de precariedad en el acceso al servicio de desagüe, ya que el 89.24% de las viviendas no cuenta con conexión a la red de desagüe. Solo el 10.76% dispone de conexión domiciliaria a la red pública de SEDA Cusco.

TABLA 11: CONEXIÓN DE DESAGÜE.

CONEXIÓN DE RED DE DESAGÜE	TOTAL, DE LOTES	PORCENTAJE (%)
CONEXIÓN DOMICILIARIA A LA RED PÚBLICA DE SEDA CUSCO	34	10.76
SIN CONEXIÓN	282	89.24
Total	316	100

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 7: INFRAESTRUCTURA RED DE DESAGÜE.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

e. RED DE ENERGIA ELÉCTRICA

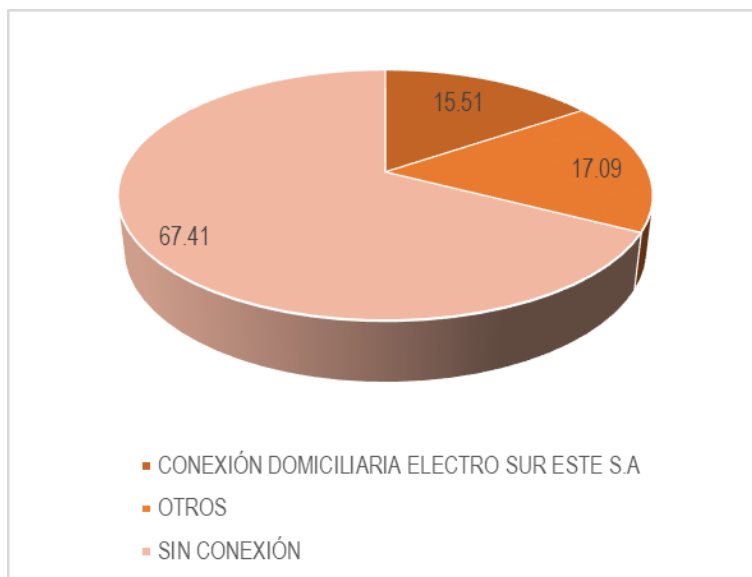
Respecto al acceso al servicio de electricidad, el 67.40% de los lotes no cuenta con conexión a la red de energía eléctrica. Solo el 32.60% dispone de acceso a este servicio; de este porcentaje, el 15.51% cuenta con conexión domiciliaria a través de la empresa Electro Sur Este S.A.A., mientras que el 17.09 % presenta otro tipo de conexión.

TABLA 12: CONEXIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

CONEXIÓN DE RED DE ENERGIA ELÉCTRICA	TOTAL, DE LOTES	PORCENTAJE (%)
CONEXIÓN DOMICILIARIA ELECTRO SUR ESTE S.A.A.	49	15.51
OTROS	54	17.09
SIN CONEXIÓN	213	67.40
Total	316	100

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 8: INFRAESTRUCTURA SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

f. EDUCACIÓN

Respecto al nivel educativo de la población mayor de edad en el ámbito de estudio, que asciende a un total de 595 personas, se observa que el 53.11% cuenta con educación técnico-superior, seguido del 30.92% con educación secundaria completa. Asimismo, el 7.23% ha accedido a educación primaria completa y el 6.22% cuenta con educación superior universitaria y/o postgrado. Finalmente, el 1.68 % de la población no sabe leer ni escribir.

TABLA 13: NIVEL EDUCATIVO

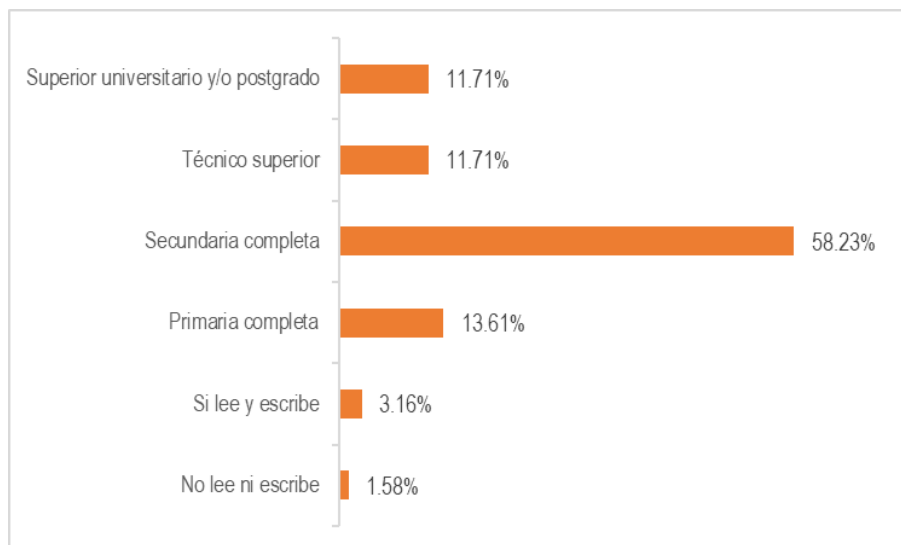
NIVEL EDUCATIVO	POBLACION	PORCENTAJE (%)
No lee ni escribe	5	1.58%
Si lee y escribe	10	3.16%
Primaria completa	43	13.61%
Secundaria completa	184	58.23%
Técnico superior	37	11.71%
Superior universitario y/o postgrado	37	11.71%
TOTAL	316	100.00%

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Los niveles educativos más altos se asocian con mejores ingresos, mayor estabilidad laboral y un mayor acceso a servicios financieros. En ese sentido, el capital humano presente en la zona constituye una oportunidad para fortalecer la economía local mediante la implementación de capacitaciones, la promoción del empleo digno y el desarrollo de capacidades productivas, siempre que se logre reducir las brechas educativas existentes.



GRÁFICO 9: NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

g. SALUD

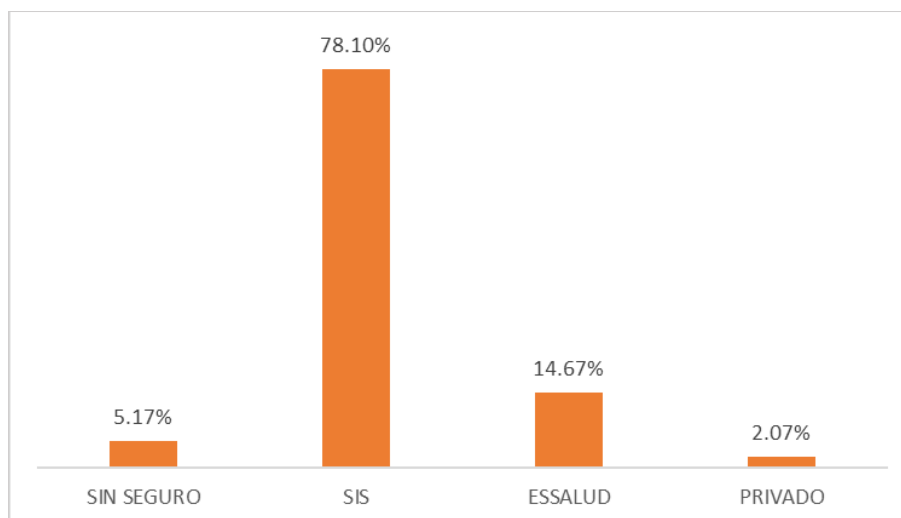
Con relación al acceso a un seguro de salud en el ámbito de estudio, se observa que el 78.10% de la población se encuentra afiliada al Seguro Integral de Salud (SIS), lo que evidencia una alta dependencia de un sistema público subsidiado, orientado principalmente a población en situación de vulnerabilidad económica. Esta situación refleja condiciones socioeconómicas limitadas y una reducida capacidad de acceso a servicios de salud privados o a seguros contributivos.

TABLA 14: TIPO DE SEGURO DE SALUD

TIPO DE SEGURO	TOTAL	PORCENTAJE
SIN SEGURO	25	5.17%
SIS	378	78.10%
ESSALUD	71	14.67%
PRIVADO	10	2.07%
TOTAL	484	100%

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 10: POBLACIÓN POR TIPO DE SEGURO DE SALUD



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



2.4. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

En este apartado se analizan los principales indicadores económicos del ámbito de estudio, incluyendo las actividades económicas predominantes, la población económicamente activa (PEA) y el ingreso familiar promedio. La información recopilada permite evaluar la capacidad de recuperación económica de la población, distinguiendo entre hogares con ingresos estables y aquellos en situación de mayor precariedad. Este análisis resulta fundamental para determinar el grado de vulnerabilidad económica y proyectar los posibles impactos sobre los medios de vida.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS

a) Población Económicamente Activa (PEA)

Los resultados muestran que la Población Económicamente Activa (PEA) en el ámbito de estudio representa el 79.11% de la población en edad de trabajar. Dentro de este grupo, la PEA ocupada alcanza el 97.2%, mientras que la PEA desocupada corresponde al 2.8%. Por otro lado, la población no económicamente activa (no PEA) representa el 20.89%.

TABLA 15: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)				
PEA	OCUPADA	DESOCUPADA	NO PEA	POBLACION EN EDAD DE TRABAJAR (PET)
250	243	7	66	316
79.11%	97.2%	2.8%	20.89%	100%

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

b) Tasa de dependencia económica

La tasa de dependencia muestra a la población vulnerable que depende económicamente de otros, entre ellos se encuentra población menor de edad, adultos mayores y otras personas con condiciones limitantes, vemos que en los sectores de Mollemollec, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, la tasa alcanza al 29.75% de la población total.

TABLA 16: TASA DE DEPENDENCIA ECONÓMICA

POBLACION ECONOMICAMENTE DEPENDIENTE	TOTAL	PORCENTAJE
DESEMPLEADO	30	20.83%
DEDICADO AL HOGAR	43	29.86%
DEPENDIENTE	71	49.31%
TOTAL	144	100%

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

c) Ingreso familiar promedio

Del análisis de los niveles de renta media alcanzada por los hogares en el ámbito de estudio se tiene que el 42.86% de los hogares establecidos alcanzan ingresos entre > 853 - ≤ 1555 soles; seguido por el 22.56% de población que presentan ingresos entre > 1555 - ≤ 2890 soles, el 15.04% de población alcanza ingresos en el rango entre > 604 - ≤ 853 soles o ingresos ≤ a 604 soles, solo el 4.51% presenta ingresos > 2890 soles.

El ingreso promedio mensual de los hogares conformantes del ámbito de estudio es de S/. 1333.0, de acuerdo con la distribución socioeconómica del Perú al 2023 inferimos que la población se distribuye en su mayoría en el estrato social D y E (población pobre) al cual pertenece el 57.9% de la estructura socioeconómica del departamento del Cusco.



TABLA 17: DISTRIBUCIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PERÚ

SECTORES ECONÓMICOS	INGRESOS PROMEDIO
NSE – A	S/. 12.647,00
NSE – B	S/. 6.135,00
NSE – C	S/. 3.184,00
NSE – D	S/. 2.038,00
NSE – E	S/. 1.242,00

Fuente: IPSOS 2023 “Perfiles Socioeconómicos Perú 2023” de Ipsos /Apoyo censo de población y vivienda INEI- ENAHO 2022, fórmula de cálculo APEIM 2022.

Elaboración equipo técnico del PMGUS, 2026.

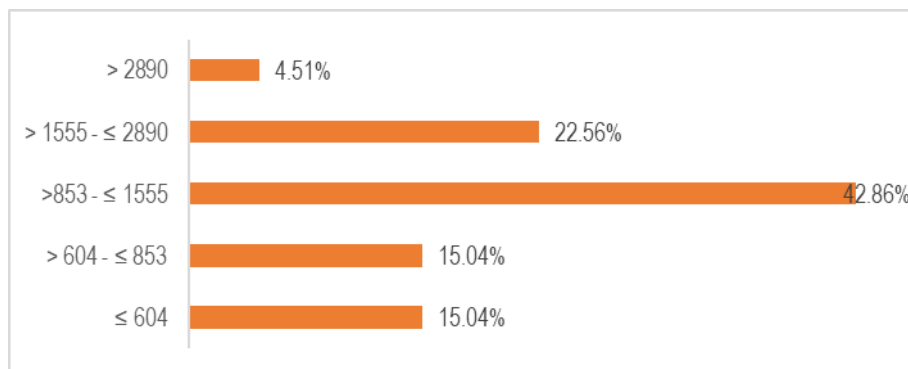
TABLA 18: ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO (URBANO + RURAL)

PERÚ 2023: APEIM ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO (URBANO + RURAL)						
DEPARTAMENTO	POBLACION (MILES DE PERSONA)	ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA APEIM (%HORIZONTAL)				
		A	B	C	D	E
CUSCO	1389	1.20	10.60	30.30	26.20	31.70

Fuente: APEIM Estructura socioeconómica de personas según departamentos - APEIM: Asociación de Empresas de Investigación de Mercados. Julio 2023/ APEIM 2023/ ENAHO 2022 Elaboración equipo técnico del PMGUS, 2026.

El siguiente gráfico nos presenta el rango de distribución de los ingresos mensuales de la población en el ámbito de estudio.

GRÁFICO 11: RANGO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS MENSUALES

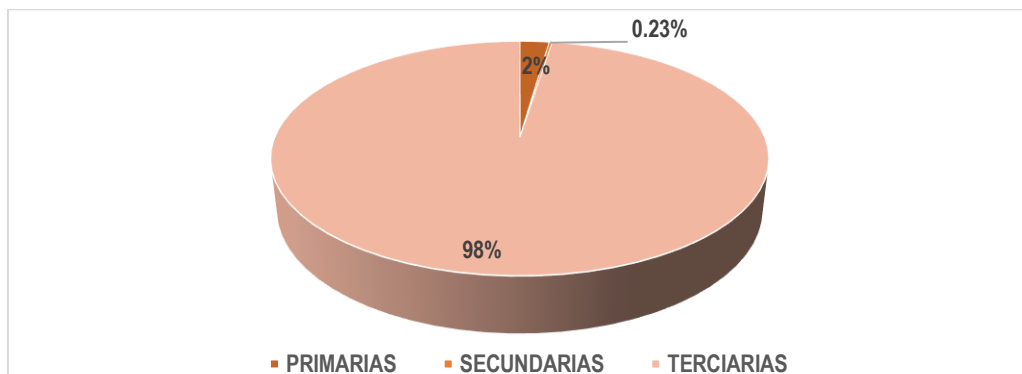


Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

d) Actividades económicas

Las principales actividades económicas encontradas en el sector corresponden a actividades comerciales y de servicios que pertenecen al sector terciario con el 98% de población económica activa dedicada a esta, el 2% desempeña actividades primarias como la agricultura y pecuaria, mientras que un 0.23% se dedica a actividades secundarias o de transformación.

GRÁFICO 12: PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

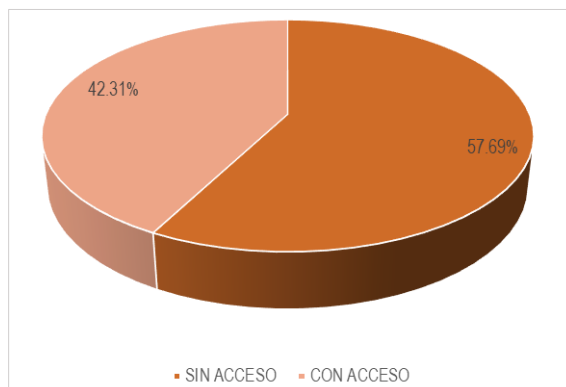


Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

e) Acceso al mercado financiero

A pesar de que la PEA se dedica a actividades comerciales, estas son muy precarias e informales lo que hace complicado el acceso a créditos formales por el sistema financiero, solo el 42.31% de la PEA accede a este tipo de servicios.

GRÁFICO 13: ACCESO AL SECTOR FINANCIERO.

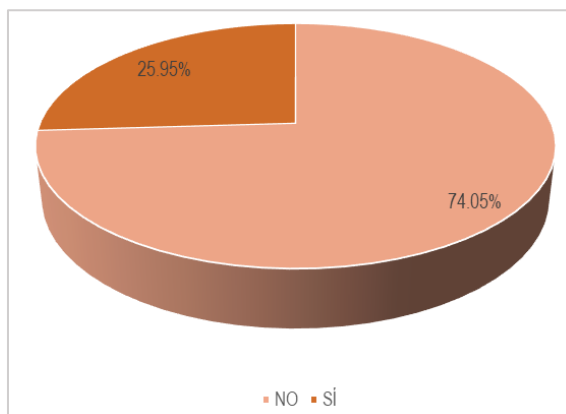


Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

f) Pago por Autovalúo

La contribución a la Municipalidad distrital de Saylla por el pago de Autovalúo es escaso en el sector, solo el 13% de las viviendas ha realizado uno o más pagos desde que se establecieron en el sector, lo que refleja la precariedad de los servicios.

GRÁFICO 14: PAGO POR AUTOVALÚO.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



2.5. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

2.5.1. COBERTURA VEGETAL

El ámbito de intervención alberga siete (07) unidades de cobertura vegetal, clasificadas de acuerdo con el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal.

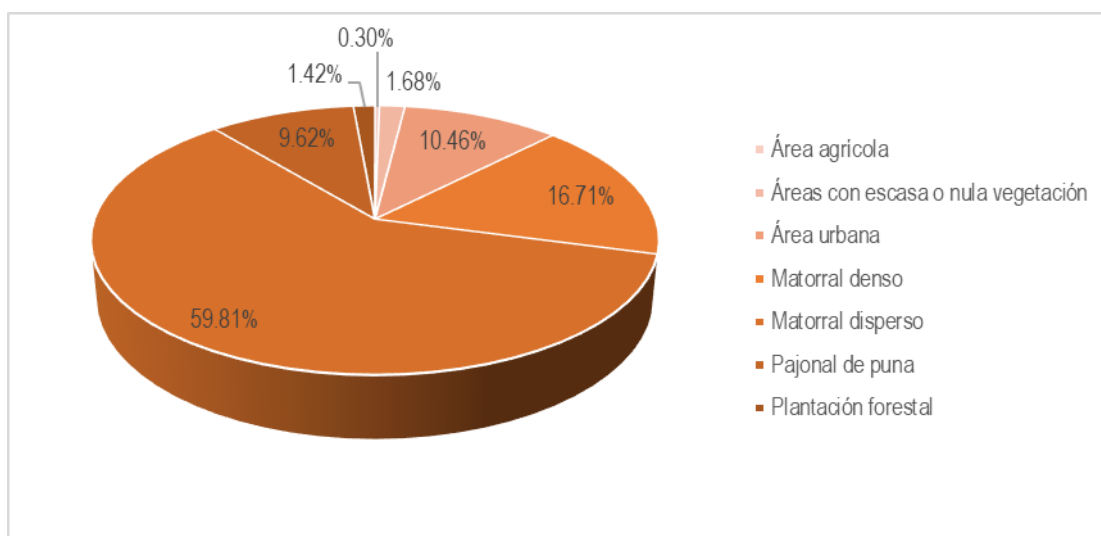
Del mapa de cobertura vegetal se determinó que en el ámbito de estudio predominan el matorral disperso con 58.11 ha, seguidos del matorral denso con 16.23 ha.

TABLA 19: UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL

Nro.	UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL	AREA (ha)	PORCENTAJE (%)
1	Área agrícola	0.29	0.30
2	Áreas con escasa o nula vegetación	1.63	1.68
3	Área urbana	10.16	10.46
4	Matorral denso	16.23	16.71
5	Matorral disperso	58.11	59.81
6	Pajonal de puna	9.35	9.62
7	Plantación forestal	1.38	1.42
	Total	97.16	100%

Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026

GRÁFICO 15: PORCENTAJE DE UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL

- **Área agrícola**

Las Áreas agrícolas ocupan un área de 0.29 ha, que representan el 0.30% del total, se encuentran en la parte baja de la A.P.V. Condorccata, en una zona con un pendiente muy baja junto al área urbana.

FOTOGRAFÍA 1: ÁREAS AGRÍCOLAS EN LA APV. CONDORCCATA



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Áreas con escasa o nula vegetación**

Las Áreas con escasa o nula vegetación ocupan un área de 1.63 ha, que representan un 1.68%, estas zonas no cuentan con cobertura de vegetación, las ubicamos en la parte alta de APV. Mollemolleyoc, exactamente en el contacto entre la Formación Quilque y Chilca, y en zonas adyacentes.

FOTOGRAFÍA 2: ÁREA CON ESCASA VEGETACIÓN EN LA PARTE ALTA DE APV. MOLLEMOLLEYOC EN EL CONTACTO ENTRE LA FORMACIÓN
QUILQUE Y CHILCA,



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Área urbana**

El área urbana ocupa un área de 10.16 ha, representando un 10.46% del área total, principalmente concentrado en la parte baja del sector Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata.

FOTOGRAFÍA 3: ÁREA URBANA EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Matorral denso**

El matorral denso ocupa un área de 16.23 ha y un 16.71%, del área de estudio la vegetación predominante tiene un tamaño que no sobrepasa los 3 metros de altura, con especies herbáceas y arbustivas, ubicadas principalmente en las quebradas y zonas más bajas.

FOTOGRAFÍA 4: MATORRAL DISPERSO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Matorral disperso**

El matorral disperso ocupa un área de 58.11 ha, equivalente al 59.81 % del área de estudio, constituyendo la cobertura vegetal predominante dentro del ámbito evaluado. Se distribuye principalmente en zonas de relieve escarpado, generalmente asociado a sectores contiguos de matorral denso. La vegetación está compuesta principalmente por especies herbáceas y arbustivas de baja cobertura, las cuales rara vez superan 1 m de altura.

FOTOGRAFÍA 5: MATORRAL DISPERSO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Pajonal de puna**

El pajonal de puna ocupa una superficie total de 9.35 ha, equivalente al 9.62 % del área de estudio. Se distribuye principalmente en las zonas altas del sector Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, generalmente por encima de los 3600 m s. n. m.

FOTOGRAFÍA 6: PAJONALES EN LA PARTE ALTA DEL ÁMBITO DE ESTUDIO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.



- **Plantación forestal**

Las Plantaciones forestales ocupan un total de 1.38 ha, representando un 1.42 % del área de estudio, ubicado principalmente en la parte alta de A.P.V Condorccata, estas plantaciones forestales tienen como especie predominante al Eucalipto.

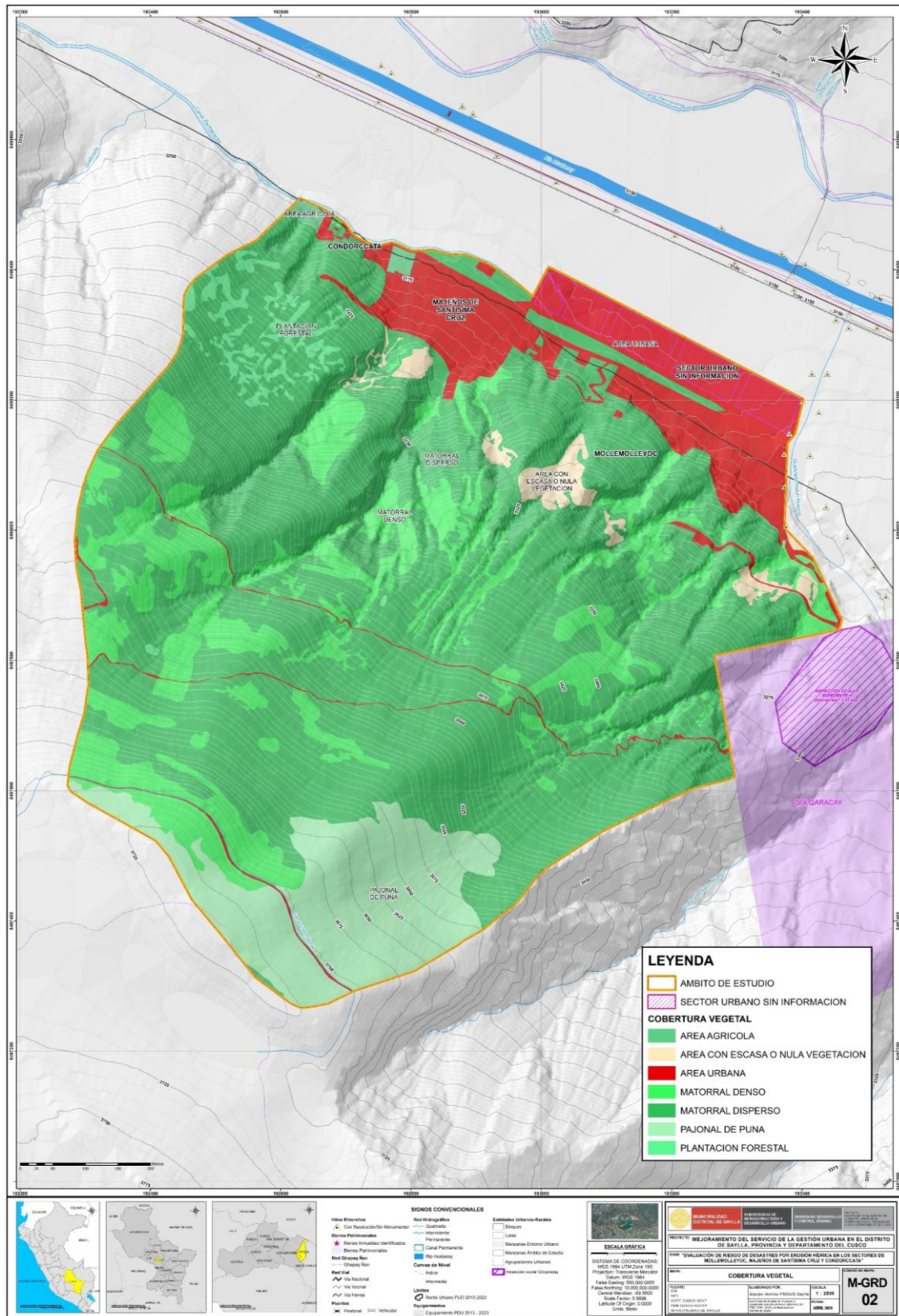
FOTOGRAFÍA 7: PLANTACIÓN FORESTAL EN LA PARTE ALTA DE LA APV. CONDORCCATA



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.



MAPA 2: MAPA DE COBERTURA VEGETAL



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N° 16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

2.5.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

Disposición inadecuada de residuos sólidos

Según el Sistema Reporta Residuos Sólidos Municipales del OEFA, del Portal Integrado de Fiscalización Ambiental (PIFA), no se registran puntos críticos de acumulación de residuos sólidos en la zona de estudio ni en el distrito de Saylla. Sin embargo, durante la visita de campo se identificó la presencia de residuos sólidos en sectores puntuales, principalmente próximos a quebradas y canales de agua abiertos sin protección. Asimismo, se evidenciaron zonas con acumulación inadecuada de residuos sólidos que podrían constituir puntos críticos de contaminación ambiental.

FOTOGRAFÍA 8: PUNTO DE ACUMULACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL SECTOR DE CONDORCCATA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Vertimientos y afectación de cuerpos de agua

En el ámbito de estudio se identificaron canales de riego y cursos de agua asociados a quebradas que carecen de protección adecuada y presentan afectación por la presencia de residuos sólidos, desmonte y posibles vertimientos de aguas residuales.

FOTOGRAFÍA 9: CANAL DE RIEGO EXPUESTO EN EL SECTOR DE CONDORCCATA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Actividad pecuaria

En el ámbito de estudio se identificó un criadero de porcinos, donde se generan estiércol y residuos orgánicos propios de la actividad pecuaria. La falta de un manejo adecuado de estos residuos puede generar malos olores, proliferación de vectores y afectar las condiciones ambientales del entorno. Asimismo, durante eventos de lluvia, el arrastre de estos residuos hacia quebradas o canales de drenaje podría contribuir a la afectación del suelo y agua.

FOTOGRAFÍA 10: ACTIVIDAD PECUARIA EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

Disposición inadecuada de aguas servidas (excretas humanas)

En el ámbito de estudio se identificó la disposición inadecuada de excretas humanas mediante la adecuación de un silo sanitario en un tramo de desagüe ubicado en el exterior de una vivienda del sector de Mollemolleyoc. Esta condición evidencia una solución sanitaria **informal**, representando un riesgo sanitario y ambiental por la posible afectación del suelo y cuerpos de agua cercanos, así como por la proliferación de microorganismos patógenos y vectores.

FOTOGRAFÍA 11: DISPOSICIÓN INADECUADA DE AGUAS SERVIDAS (EXCRETAS HUMANAS)

SILO SANITARIO INFORMAL ACONDICIONADO EN EL TRAMO DE DESAGÜE DEL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

2.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA A EVALUAR.

2.6.1. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.

Las unidades geomorfológicas son el resultado de la acción de los diferentes procesos geológicos (Goudie et al., 1981). Según el mapa geomorfológico elaborado por el INGEMMET a escala regional la zona de estudio corresponde a montañas, vertientes, piedemontes y terrazas. Se ajustó la cartografía según a la escala de evaluación y se identificó otras unidades geomorfológicas en base a la disección vertical (altura relativa).

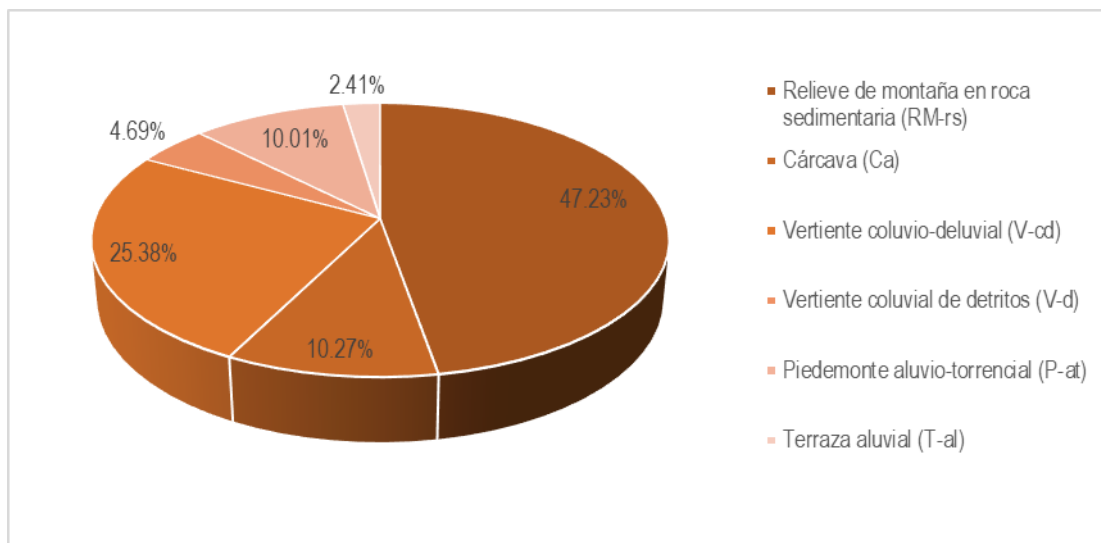
Del mapa geomorfológico se determinó que en el ámbito de estudio predominan las unidades de relieve de montaña en roca sedimentaria con 45.89 ha., seguidos de la vertiente coluvio- deluvial con 24.66 ha.

TABLA 20: UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Nro.	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	AREA (ha)	PORCENTAJE (%)
1	Relieve de montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	45.89	47.23
2	Cárcava (Ca)	9.98	10.27
3	Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)	24.66	25.39
4	Vertiente coluvial de detritos (V-d)	4.56	4.69
5	Piedemonte aluvio-torrencial (P-at)	9.73	10.01
6	Terraza aluvial (T-al)	2.34	2.41
TOTAL		97.16	100.00

Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 16: PORCENTAJE DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

- **Relieve de montaña en roca sedimentaria (RM-rs)**

Corresponde a laderas de montañas desarrolladas sobre afloramientos sedimentarios como areniscas y lutitas de la Formación Chilca con pendientes entre 25° y 45°. Estos relieves se distribuyen en zonas medias y altas del ámbito de estudio

FOTOGRAFÍA 12: RELIEVE DE MONTAÑA EN ROCA SEDIMENTARIA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Cárcavas (Ca)**

Son conductos erosionados de considerable profundidad y amplio diámetro, por donde fluye el agua de escorrentía durante y poco después de las precipitaciones. Estas estructuras son un indicativo de un proceso de erosión que ocurre de manera constante en las pendientes, evidenciado por el aumento gradual del tamaño y la profundidad del lecho del conducto. Es posible observar cárcavas en zonas de quebradas, con pendientes que superan los 25°, donde el material que ha sido desplazado proviene principalmente de las unidades geológicas de la Formación Chilca, así como de los depósitos coluviales.

FOTOGRAFÍA 13: CARCAVAMIENTO EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Vertiente coluvio – deluvial (V-cd)**

Esta unidad geomorfológica corresponde a las acumulaciones de material fino y detrítico originados por movimientos en masa antiguos y recientes, así como también movilizados por escorrentía superficial, que se acumulan lentamente en las laderas.

FOTOGRAFÍA 8: VERTIENTE COLUVIO-DELUVIAL EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Vertiente coluvial de detritos (V-d)**

Esta unidad geomorfológica se formó por la acumulación de depósitos inconsolidados al pie de laderas escarpadas en forma de talud de detritos de origen coluvial de edad reciente. Se encuentran cerca de su fuente de origen, por esa razón presentan una naturaleza litológica homogénea, pero con granulometría variable, compuesta por fragmentos angulosos y de grado de compacidad bajo (no consolidado). Está asociada a pequeñas ocurrencias sucesivas de caídas.

FOTOGRAFÍA 9: VERTIENTE COLUVIAL DE DETRITOS EN LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Piedemonte aluvio – torrencial (P-at)**

Corresponde a una planicie inclinada extendida al pie del sistema montañoso, formada por el acarreo de material aluvial, arrastrado por corrientes de agua estacional y de carácter excepcional, en ocasiones a manera de flujos y avalanchas de detritos. Se depositan en la desembocadura de las quebradas y están asociadas usualmente a lluvias excepcionales.

FOTOGRAFÍA 10: PIEDEMONTE ALUVIO-TORRENCIAL EN LA DESEMBOCADURA DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Terraza aluvial (T-al)**

Son porciones de terreno alargado ligeramente inclinado (pendiente menor a 5°) que se encuentran dispuestas a los costados del cauce principal del río Huatanay. su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bolos, cantos, gravas con matriz de arenas y limos) que corresponden principalmente a rocas polimíticas. estos materiales fueron acarreados y depositados por el caudal del río Huatanay y sus afluentes.

FOTOGRAFÍA 11: TERRAZA ALUVIAL EN LA PARTE INFERIOR DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

[illegible]

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

2.6.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.

En el ámbito de estudio se han reconocido unidades geológicas que corresponden tanto a formaciones rocosas como a depósitos cuaternarios. Entre las formaciones rocosas, sobresale la Formación Quilque y la Formación Chilca; con respecto a los depósitos cuaternarios, se han identificado depósitos aluviales, coluviales, proluviales, deluviales y antropogénicos.

Del mapa geológico se determinó que en el ámbito de estudio predomina la Formación Chilca con 45.86 ha., seguido de los depósitos deluviales con 24.98 ha.

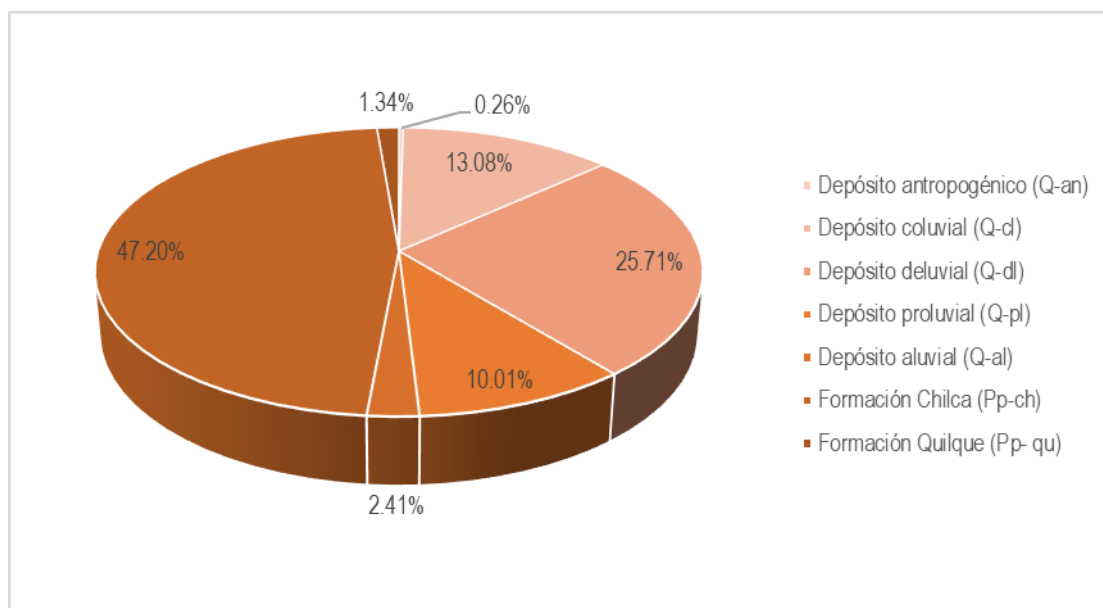
A continuación, se presenta una breve descripción de estas unidades geológicas.

TABLA 21: UNIDADES GEOLÓGICAS

Nro.	UNIDADES GEOLOGICAS	AREA (ha)	PORCENTAJE (%)
1	Depósito antropogénico (Q-an)	0.25	0.25
2	Depósito coluvial (Q-cl)	12.71	13.08
3	Depósito deluvial (Q-dl)	24.98	25.71
4	Depósito proluvial (Q-pl)	9.73	10.01
5	Depósito aluvial (Q-al)	2.34	2.41
6	Formación Chilca (Pp-ch)	45.86	47.20
7	Formación Quilque (Pp- qu)	1.3	1.34
TOTAL		97.16	100.00

Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026

GRÁFICO 17: PORCENTAJE DE UNIDADES GEOLÓGICAS



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

UNIDADES GEOLOGICAS

PALEOCENO

- **Formación Quilque (Pp – qu)**

El área de estudio está constituida por niveles de lutitas de coloración morada oscuro, areniscas de grano medio y algunos niveles de conglomerados de fino a medio en una matriz de coloración clara.

FOTOGRAFÍA 12: FORMACIÓN QUILQUE EN LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Formación Chilca (Pp – ch)**

El conjunto litológico está compuesto de lutitas de color rojo ladrillo, además se aprecia zonas de margas y areniscas de tono rojizo. Esta formación subyace a la Formación Quilque. Esta formación está cerca de la zona poblada del área de estudio.

FOTOGRAFÍA 13: ARENISCAS CALCÁREAS DE COLORACIÓN ROJIZAS



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

CUATERNARIO

W. Tinta y K. Barreda proponen una serie de criterios para la clasificación geológico-geotécnica de los depósitos cuaternarios. En el presente estudio, la clasificación realizada en el sector de Mollemolleyoc se ha basado en dichos criterios, los cuales se detallan a continuación.

- **Depósito Aluvial (Q-al)**

El depósito aluvial corresponde a una acumulación sedimentaria generada por procesos fluviales, caracterizada por estratificación definida, selección granulométrica moderada a buena y presencia de clastos subredondeados a redondeados producto del transporte hidráulico prolongado.

FOTOGRAFÍA 14: DEPÓSITO ALUVIAL EN LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Depósito Coluvial (Q-cl)**

Estos depósitos corresponden a una acumulación de materiales detríticos que se han desplazado pendiente abajo por acción de la gravedad, con escasa o nula intervención del transporte fluvial prolongado. Están conformados por clastos angulosos a subangulosos de granulometría heterométrica, que incluyen gravas, cantos y bloques, inmersos en una matriz limo-arcillosa o limo-arenosa sin estratificación definida. Se observa que este depósito cubre las laderas de los cerros en la parte media y baja del área de estudio.

FOTOGRAFÍA 15: DEPÓSITOS COLUVIAL EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Depósito Proluvial (Q-pl)**

Estos depósitos proluviales se generan por corrientes de agua de carácter temporal, que transportan clastos subangulosos y heterométricos inmersos en una matriz limo-areno-arcillosa. El material se acumula en los abanicos de deyección donde estas corrientes convergen con el río Huatanay. Este depósito se observa en gran parte del ámbito de estudio y es donde se asienta la mayor cantidad de población.

FOTOGRAFÍA 16: DEPÓSITOS PROLUVIALES EN LA DESEMBOCADURA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Depósito Deluvial (Q-dl)**

Esta formación está asociada a procesos geomorfológicos actuales o muy recientes y que no ha sufrido consolidación significativa ni estabilización prolongada. Este depósito cuaternario aflora a lo largo de la zona de estudio en la parte alta. Se caracterizan por la presencia de más matriz limo arcillosa, compuesta por clastos subangulosos, gravas, su coloración es más rojiza.

FOTOGRAFÍA 17: DEPÓSITO DELUVIAL EN LA PARTE ALTA DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

- **Depósitos Antropogénicos (Q-an)**

Los depósitos antropogénicos están formados por materiales de diferentes tamaños que provienen sobre todo de la construcción de carreteras y edificios, así como de la recolección de terrenos cercanos. Estos depósitos se han colocado de forma descontrolada, sin seguir criterios geotécnicos ni estabilización, ocupando principalmente lugares de cárcavas y pendientes inestables. Tienen una baja densidad, gran variedad en el tamaño de sus partículas y carecen de drenaje, lo que aumenta su vulnerabilidad a la erosión, deslizamientos y movimientos de tierra, especialmente durante lluvias intensas.

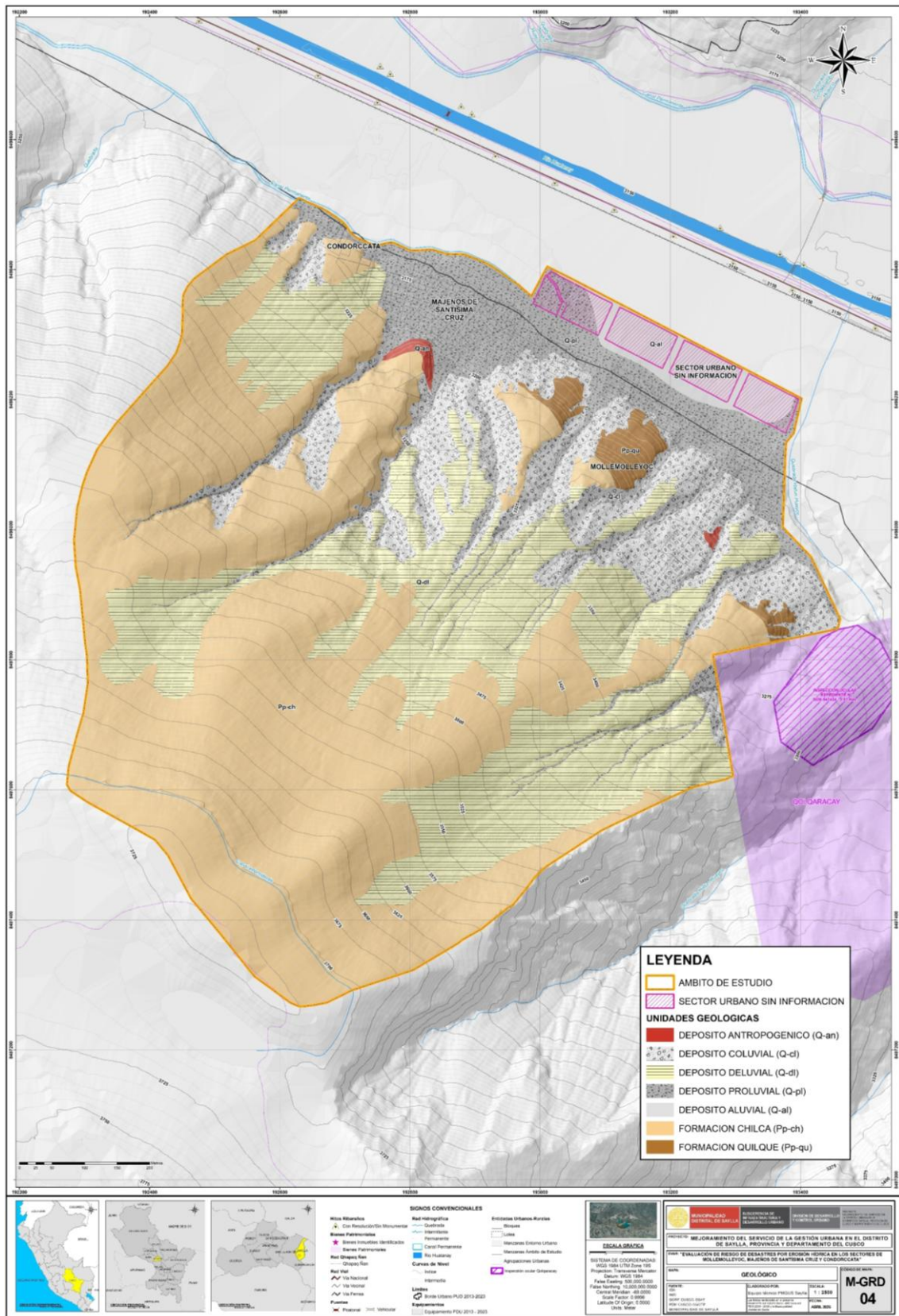
FOTOGRAFÍA 18: DEPÓSITOS ANTROPOGÉNICO EN EL SECTOR DE MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.



MAPA 4: MAPA GEOLÓGICO



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740



2.6.3. PENDIENTES

La pendiente se refiere a la inclinación del terreno y puede ser expresada en grados o porcentajes, en la obtención del mapa de pendientes de la zona de estudio se ha usado modelos de elevación digital (DEM) de 1.0m. Para el ámbito de estudio se usó los rangos de pendientes en grados establecidos por el INGEMMET.

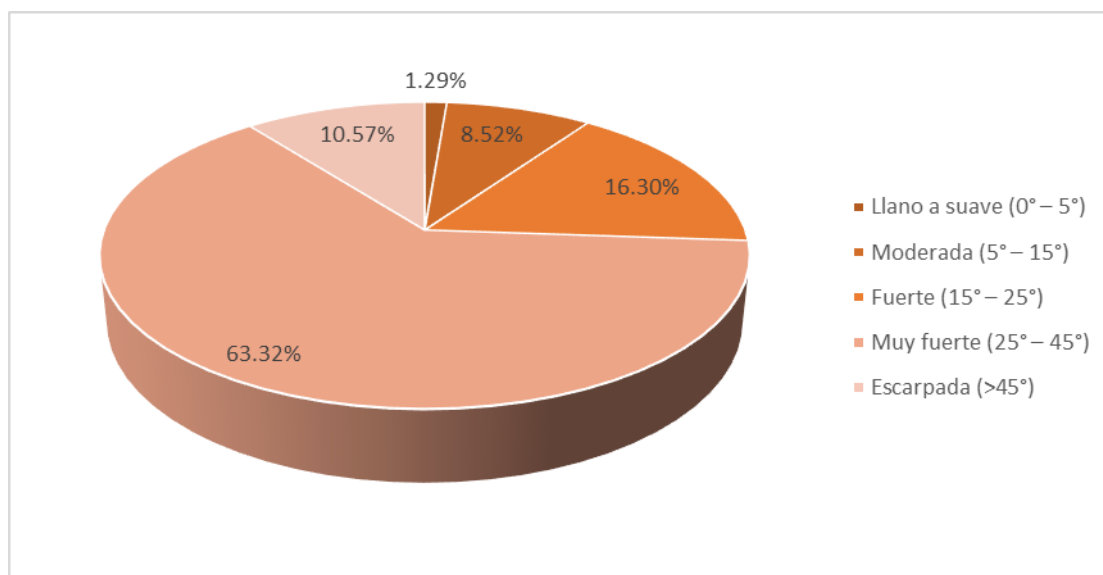
Del mapa de pendientes se determinó que en el ámbito de estudio predominan las laderas con pendientes muy fuertes con rangos entre 25° a 45°, que corresponden a 61.53 ha., seguidos de laderas con pendientes fuertes con rangos entre 15° a 25°, que corresponden a 15.84 ha.

TABLA 22: CLASIFICACIÓN DE LOS RANGOS DE PENDIENTES

RANGOS	PENDIENTES	DESCRIPCIÓN	AREA (ha)	PORCENTAJE (%)
0° – 5°	Llano a suave	Estas pendientes comprenden terrenos casi planos con sectores ondulados o colinas bajas.	1.25	1.29
5° – 15°	Moderada	Estas pendientes comprenden terrenos de unidades de lomadas y colinas, generalmente presentan movimientos en masa.	8.28	8.52
15° – 25°	Fuerte	Estas pendientes comprenden terrenos de laderas de colinas y montañas.	15.84	16.30
25° – 45°	Muy fuerte	Estas pendientes comprenden terrenos de laderas de montañas y de quebradas, donde ocurren procesos de erosión en cárcava.	61.53	63.32
>45°	Escarpada	Estas pendientes comprenden terrenos abruptos de laderas de montañas y en quebradas donde existe erosión en cárcavas.	10.27	10.57
TOTAL			97.16	100.00

Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

GRÁFICO 18: PORCENTAJE DE RANGOS DE PENDIENTES



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

RANGOS DE PENDIENTES

- **Escarpada ($>45^\circ$)**

Son relieves con pendientes mayores a 45° , en la zona de estudio se encuentra en sectores de cárcavas en la parte media y alta de los sectores de Mollemolleyoc y Condorccata, formando las paredes de cauces de las quebradas.

FOTOGRAFÍA 19: PENDIENTE ESCARPADA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Muy fuerte ($25^\circ - 45^\circ$)**

Son relieves con pendientes entre 25° a 45° , en la zona de estudio se encuentra principalmente en depósitos deluviales, en la parte alta de la quebrada; en la formación Chilca, es la parte de roca sedimentaria, estando presentes también en la parte media de la zona de estudio.

FOTOGRAFÍA 20: PENDIENTE MUY FUERTE



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Fuerte (15° - 25°)**

Las pendientes moderadas, con rangos entre 15° y 25°, se localizan principalmente en ciertas zonas de laderas coluviales del sector Mollemolleyoc y en la parte alta del mismo que bordea a las cárcavas. Estas áreas presentan baja densidad de ocupación y se desarrollan a partir del cambio de pendiente.

FOTOGRAFÍA 21: PENDIENTE FUERTE



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Moderada (5° - 15°)**

Los relieves con pendientes suaves a moderadas, comprendidas entre 5° y 15°, se localizan principalmente en el sector de Majeños de Santísima Cruz y parte de Condorccata.

FOTOGRAFÍA 22: PENDIENTE MODERADA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

- **Llano a suave (0° - 5°)**

Son relieves con pendientes entre 0° a 5° , se ubican en la parte baja de la zona de estudio formando parte de edificaciones residenciales, y es en estas pendientes donde se encuentran gran parte de la infraestructura urbana.

FOTOGRAFÍA 23: PENDIENTE LLANA O SUAVE



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

El análisis del mapa de pendientes permitió identificar las zonas con mayores inclinaciones dentro del área de estudio, las cuales presentan condiciones topográficas más susceptibles al desarrollo de peligros geodinámicos. Esta susceptibilidad se incrementa especialmente cuando dichas áreas coinciden con otros factores condicionantes, como la presencia de suelos poco consolidados, escasa cobertura vegetal o un uso inadecuado del suelo.

The map displays a topographic representation of the Molle Mollevoys sector. The terrain is characterized by numerous contour lines indicating varying elevations. A large area is shaded in red, representing the study area, which is outlined in orange. Within this area, several urban zones are identified: CONDORCATA at the top, MAJENOS DE SANTISIMA CRUZ in the upper center, and MOLLE MOLLEVOYS in the center. To the right, a pink-shaded area is labeled 'SECTOR URBANO SIN INFORMACIÓN'. The map also shows a river or stream flowing along the top edge. A legend in the bottom right corner defines the symbols used: a yellow outline for the 'AMBITO DE ESTUDIO', a pink outline for 'Sector urbano sin información', and a color-coded scale for 'RANGOS DE PENDIENTES' (Slopes) from 0°-5° (lightest) to >45° (darkest red). The legend also lists 'SIGNOS CONVENCIONALES' (Conventional Signs) for various features like roads, railways, and water bodies. A scale bar and a north arrow are also present.

LEYENDA

- AMBITO DE ESTUDIO
- Sector urbano sin información

PENDIENTES

RANGOS DE PENDIENTES

- LLANO A SUAVE (0°-5°)
- MODERADA (5°-15°)
- FUERTE (15°-25°)
- MUY FUERTE (25°-45°)
- ESCARPADA (>45°)

SIGNOS CONVENCIONALES

- Red Hidrográfica
 - Caída
 - Intermitente
 - Permanente
- Red Vial
 - Vía Nacional
 - Vía Provincial
 - Vía Local
- Red Ferroviaria
 - Troncal
 - Local
- Red de Gas
 - Troncal
 - Local
- Red de Agua
 - Troncal
 - Local
- Red de Energía
 - Troncal
 - Local
- Red de Telecomunicaciones
 - Troncal
 - Local
- Red de Saneamiento
 - Troncal
 - Local
- Red de Drenaje
 - Troncal
 - Local
- Red de Irrigación
 - Troncal
 - Local
- Red de Riego
 - Troncal
 - Local
- Red de Fertilización
 - Troncal
 - Local
- Red de Protección
 - Troncal
 - Local
- Red de Defensa
 - Troncal
 - Local
- Red de Vigilancia
 - Troncal
 - Local
- Red de Control
 - Troncal
 - Local
- Red de Monitoreo
 - Troncal
 - Local
- Red de Evaluación
 - Troncal
 - Local
- Red de Análisis
 - Troncal
 - Local
- Red de Síntesis
 - Troncal
 - Local
- Red de Conclusión
 - Troncal
 - Local
- Red de Recomendación
 - Troncal
 - Local
- Red de Propuesta
 - Troncal
 - Local
- Red de Decisión
 - Troncal
 - Local
- Red de Implementación
 - Troncal
 - Local
- Red de Seguimiento
 - Troncal
 - Local
- Red de Evaluación de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Análisis de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Síntesis de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Conclusión de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Recomendación de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Propuesta de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Decisión de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Implementación de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Seguimiento de Impacto
 - Troncal
 - Local
- Red de Evaluación de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Análisis de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Síntesis de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Conclusión de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Recomendación de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Propuesta de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Decisión de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Implementación de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local
- Red de Seguimiento de Impacto Ambiental
 - Troncal
 - Local

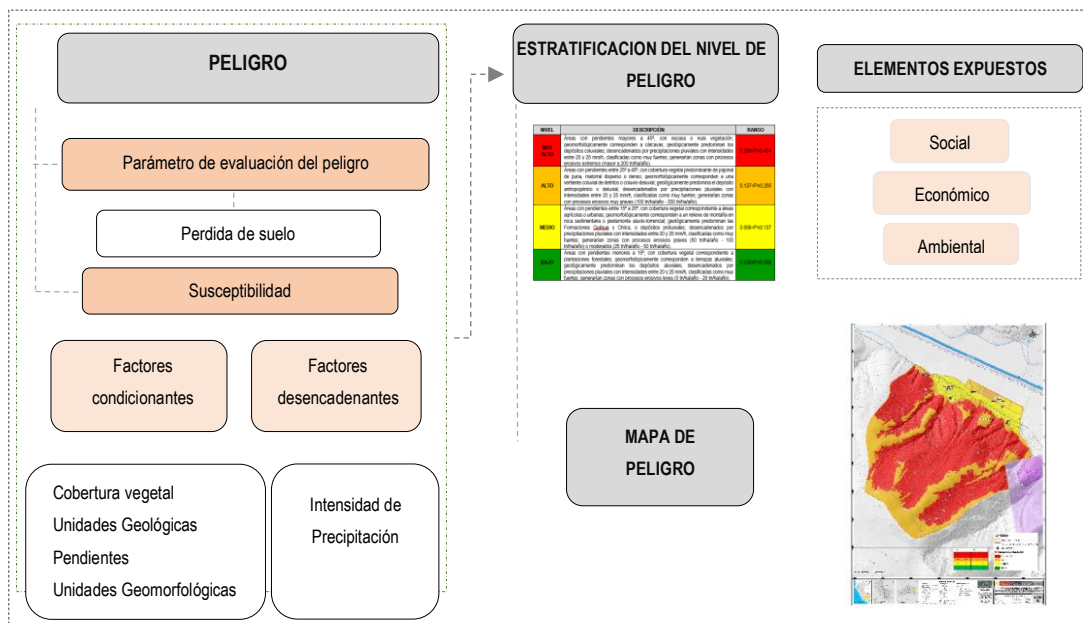
51

CAPÍTULO III. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.

3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de erosión se utilizó la metodología descrita en el gráfico.

GRÁFICO 19: METODOLOGÍA GENERAL PARA DETERMINAR LA PELIGROSIDAD



Fuente: Adaptado de CENEPRED. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

3.2. RECOPILACIÓN, ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN RECOPILADA.

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes como INGEMMET, PDU CUSCO 2013-2023, información de estudio de peligros, topografía, geología de la provincia de Cusco.

Así también, se ha realizado el análisis de la información mediante los estudios realizados por el proyecto “Mejoramiento del servicio de la gestión urbana en el distrito de Saylla, Provincia de Cusco, Departamento de Cusco”, y trabajos de campo realizados en el ámbito del presente EVAR.

A continuación, se detallan los insumos utilizados conforme a lo mencionado:

- Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Distrito de Saylla 2025 – 2030.
- Plan de Desarrollo Urbano Cusco 2013-2023-Municipalidad Provincial del Cusco.
- Datos históricos de precipitaciones pluviales máximas de 24 horas SENAMHI- Estación Kayra. Y umbrales de Precipitaciones.
- Geología del cuadrángulo de Cusco (28-s), de INGEMMET (2011).
- Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2024).
- Fotografía aérea del año 1956 en alta resolución de 15um de la fuerza aérea del Perú.
- Estudio de Mecánica de suelos “Proyecto Mejoramiento del servicio de la gestión urbana en el distrito de Saylla Provincia de Cusco, Departamento de Cusco”

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

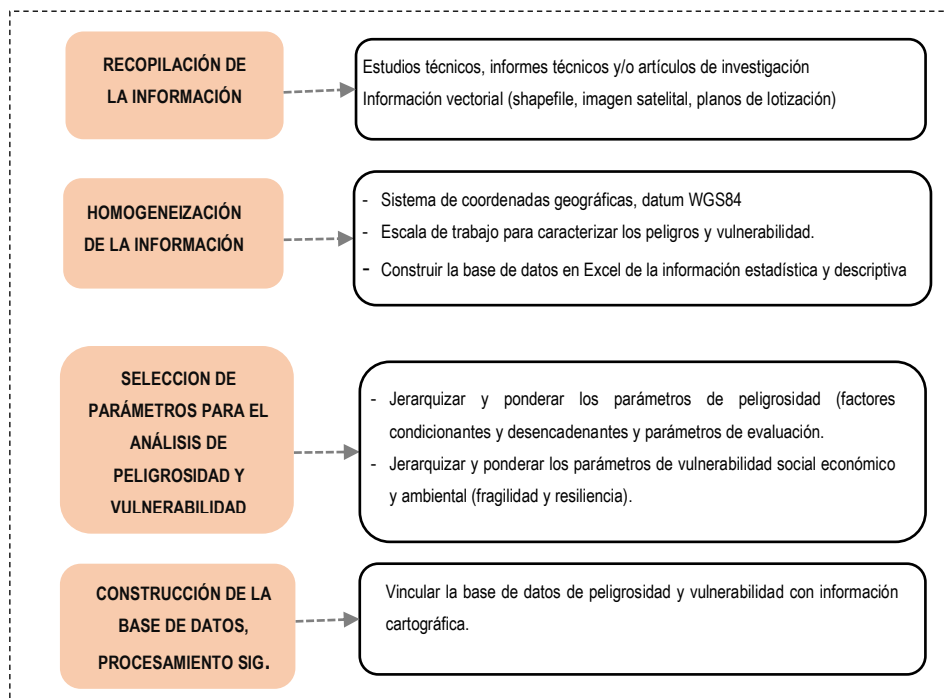
Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740



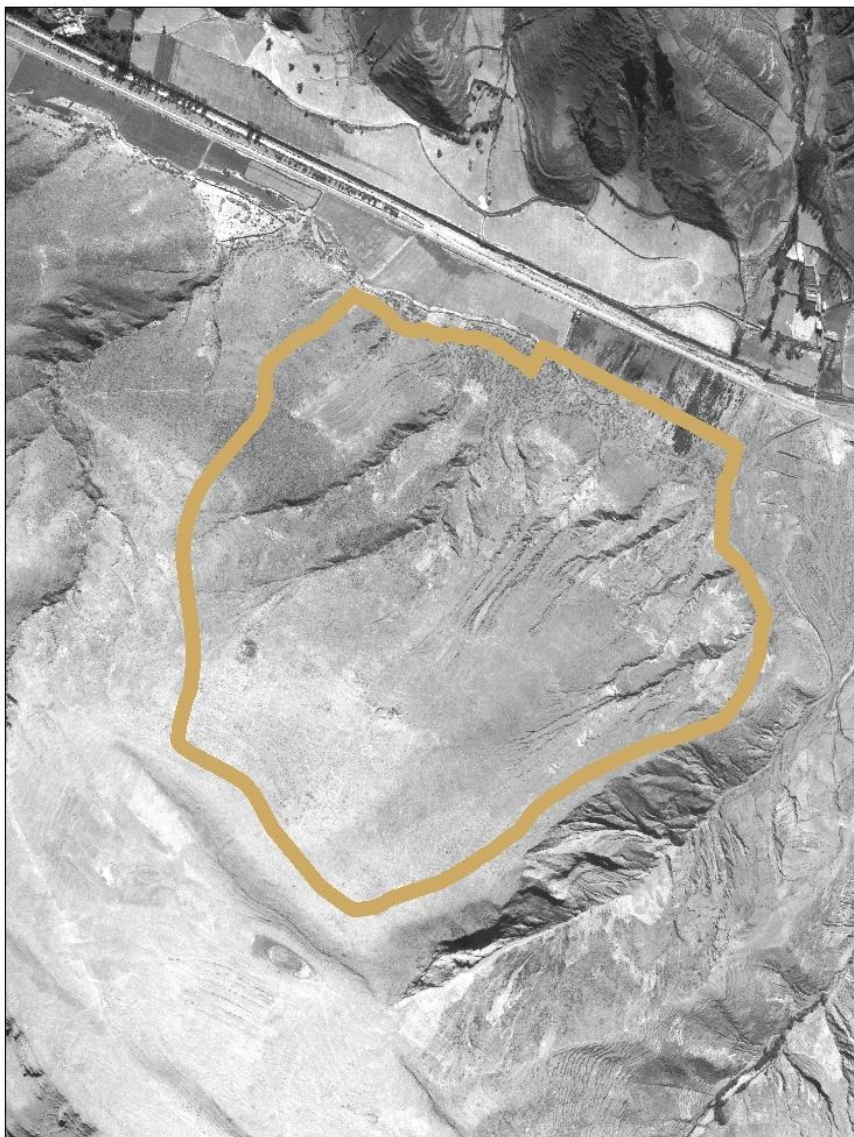
- Estudio de Mecánica de Rocas del sector quebrada Chingo Grande y quebrada Alfahuayco para el proyecto: “Mejoramiento del servicio de la gestión urbana en el distrito de Saylla Provincia de Cusco, Departamento de Cusco”
- Información de elementos expuestos, alcanzada por el componente físico espacial - proyecto “Mejoramiento del servicio de la gestión urbana en el distrito de Saylla - provincia de Cusco, departamento de Cusco”

GRÁFICO 20: FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN



Fuente: Adaptado de CENEPRED. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FIGURA 11: FOTOGRAFÍA AÉREA, AÑO 1956



Fuente: Fotografía aérea de alta resolución de 15um de la fuerza aérea del Perú.

3.3. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR.

Según el manual de CENEPRED V2, se puede clasificar los peligros originados por fenómenos naturales de la siguiente manera.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

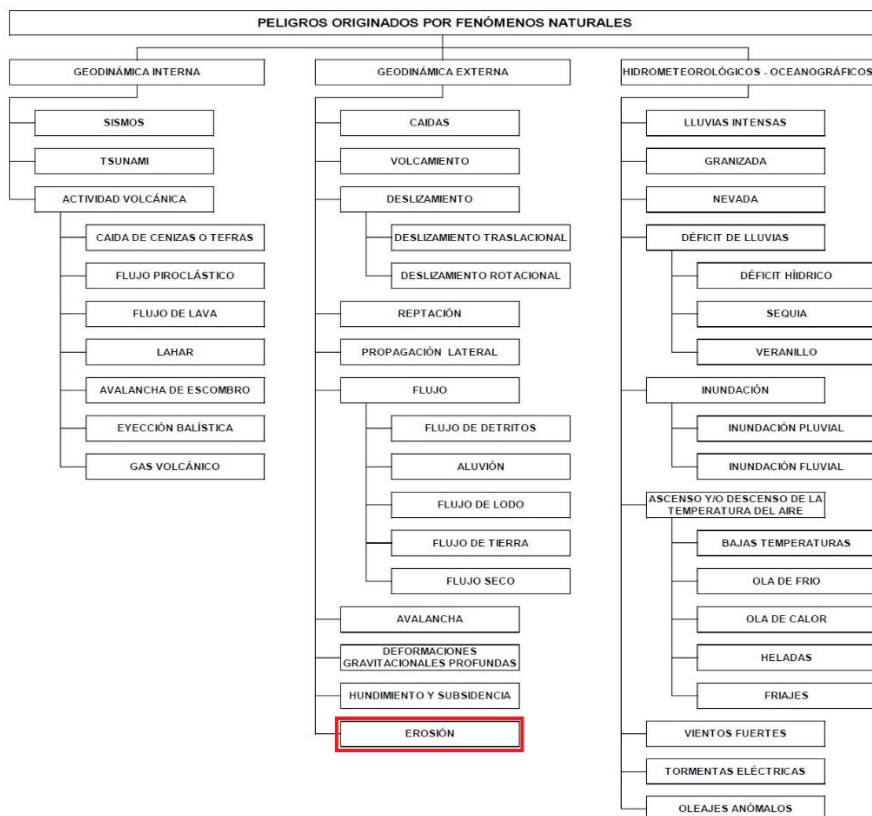
Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

FIGURA 12: CLASIFICACIÓN DE PELIGROS SEGÚN SU ORIGEN



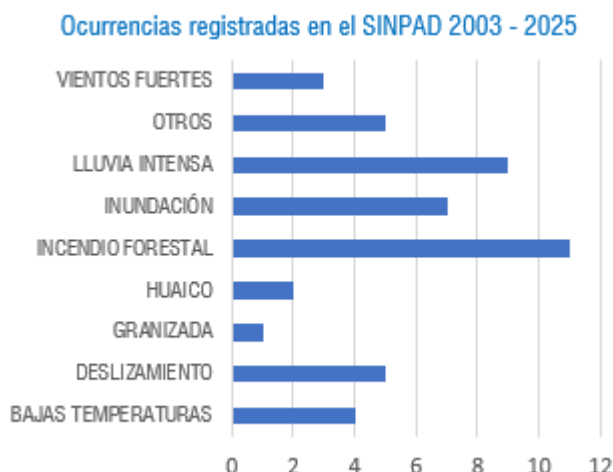
Fuente: Resolución SGRD N° 009-2025 - "Lineamientos Técnicos del Procesos de Estimación del Riesgo de desastres"

De acuerdo con los estudios realizados por diversas instituciones técnico-científicas y entidades gubernamentales, se ha identificado que en los sectores de Mollemolloyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata se presentan dos fenómenos geodinámicos principales: erosión hídrica y deslizamientos. Estos estudios, sustentados en el análisis de las características físicas del terreno, evidencian la existencia de factores que pueden generar daños y comprometer la seguridad del área de estudio.

Aunque en el ámbito se identifican también deslizamientos, estos serán evaluados en un estudio independiente, conforme a los lineamientos de análisis específico por tipo de peligro.

La erosión hídrica está asociada a la presencia de cárcavas y material poco consolidado, condición que favorece la pérdida de cohesión del suelo y acelera los procesos erosivos. Por su parte, los deslizamientos están relacionados con la presencia de zonas de inestabilidad que reducen la resistencia del terreno y favorecen la ocurrencia de movimientos en masa. En conjunto, estas condiciones incrementan la susceptibilidad del área frente a procesos de degradación del suelo y movimientos en masa, constituyendo un riesgo potencial para la población, la infraestructura y las actividades que se desarrollan en el ámbito de estudio.

GRÁFICO 21: PELIGROS REGISTRADOS EN EL SINPAD (2003 – AGOSTO 2026) PARA EL DISTRITO DE SAYLLA



Fuente: INDECI – SINPAD

Según el Decreto Supremo N.º 060-2024-PCM, que modifica el Reglamento de la Ley N.º 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), los Gobiernos Regionales ahora tienen funciones de revisar y validar las evaluaciones de riesgo. En este contexto, se realizaron coordinaciones con representantes del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y el Gobierno Regional para definir el tipo de peligro a evaluar en la zona de estudio. Se concluyó que el fenómeno principal para el sector de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata es la erosión en cárcavas.

3.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS

Las características intrínsecas del área de estudio, tales como la litología, la geomorfología, las pendientes pronunciadas y las condiciones geotécnicas del terreno, constituyen factores que favorecen la ocurrencia de procesos de erosión hídrica. Estas condiciones naturales, sumadas a la intervención antrópica, incrementan la susceptibilidad del terreno frente a procesos de erosión hídrica.

Las actividades antrópicas, como los cortes de taludes para la construcción de viviendas y la apertura de vías de acceso, generan superficies inestables que, durante eventos de precipitaciones intensas, favorecen el desprendimiento y arrastre de materiales, acelerando la erosión del suelo y la profundización de cárcavas. En el ámbito de estudio se evidencia la presencia de cárcavas, principalmente en la parte alta y en zonas adyacentes a las agrupaciones urbanas.

Asimismo, la ocupación informal y progresiva del territorio en los sectores de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata ha contribuido a la desestabilización de laderas, modificando las condiciones naturales del terreno. Estas intervenciones, conjuntamente con la construcción de vías de acceso y otras obras sin criterios técnicos adecuados, han incrementado la incidencia de procesos de erosión hídrica y geodinámica externa. En consecuencia, la población asentada en estas áreas, conformada en gran medida por familias de bajos recursos, presenta una mayor condición de vulnerabilidad frente a la ocurrencia de estos fenómenos.

3.4.1. EROSIÓN HÍDRICA

La erosión hídrica es el proceso de degradación del suelo ocasionado por la acción del agua de lluvia. Comprende tanto el impacto directo de las gotas sobre superficies de suelo desnudo como la acción hidráulica del escurrimiento superficial, que desprende, arrastra y transporta las partículas del suelo a lo largo de laderas y taludes.

Este proceso involucra una serie de etapas que incluyen la desagregación de las partículas del suelo por el impacto de las gotas de lluvia, su desprendimiento por efecto del flujo superficial y su posterior transporte mediante salpicadura y escorrentía. De acuerdo con Meyer y Harmon (1984), la erosión hídrica constituye un proceso complejo que depende de la interacción entre las características del suelo, la intensidad de la precipitación, la pendiente del terreno y las condiciones de cobertura vegetal.

FIGURA 13: ESQUEMA DE EFECTOS DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN SUELOS SIN DESNIVEL



Fuente: Data Analytics, Inc, 2026.

FIGURA 14: ESQUEMA DE EFECTOS DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN SUELOS CON DESNIVEL



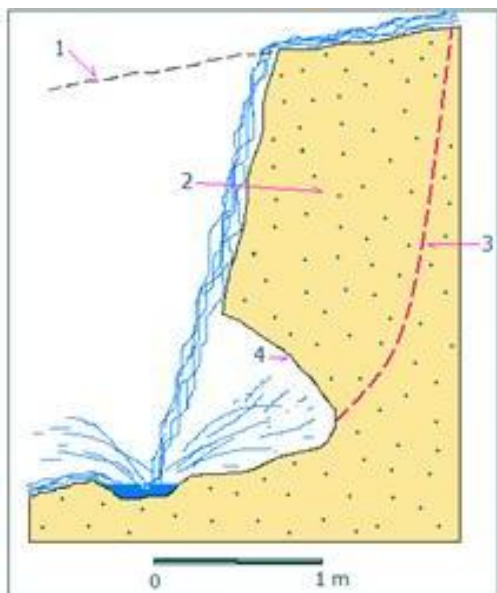
Fuente: Data Analytics, Inc, 2026.

La resistencia del suelo frente a los procesos de erosión hídrica está determinada por sus propiedades físicas y químicas, entre las que destacan la textura, la estabilidad de los agregados, la cohesión, la capacidad de infiltración y el contenido de materia orgánica y minerales. Estas características condicionan la susceptibilidad del suelo al desprendimiento y transporte de partículas por la acción del agua.

En términos generales, los suelos de textura fina presentan mayor resistencia a la desagregación; sin embargo, una vez desprendidas, sus partículas son fácilmente transportadas por el escurrimiento superficial. Por el contrario, los suelos de textura gruesa se desagregan con mayor facilidad, aunque el transporte de sus sedimentos requiere una mayor energía hidráulica. Los suelos de textura franca y franco-limosa son considerados altamente erosionables, debido a que sus partículas se desprenden y son transportadas con relativa facilidad (Wischmeier y Mannering, 1969).

FIGURA 15: EFECTOS DEL IMPACTO Y SALPICADURA DEL AGUA EN LAS LADERAS

1) PERFIL ORIGINAL, 2) PORCIÓN A DESPLOMARSE, 3) LÍNEA DE RUPTURA Y 4) SOCAVADURA.



Fuente: Adaptado de Campos y Peraza, 1994. Elaboración: Equipo técnico PMGUS, 2026.

En los sectores de Mollemolloyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata se identificaron laderas afectadas por procesos de erosión hídrica, evidenciados por la pérdida progresiva de suelo y el desarrollo de surcos y cárcavas, los cuales comprometen la estabilidad superficial del terreno.

FOTOGRAFÍA 24: PROCESO DE EROSIÓN EN CÁRCAVAS EN LOS SECTORES DE MOLLEMOLLEYOC, MAJEÑOS DE SANTÍSIMA CRUZ Y

CONDORCCATA



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.



3.5. IDENTIFICACION Y DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA ASOCIADA AL PELIGRO

Los peligros identificados en el área de estudio están estrechamente relacionados con la dinámica de las quebradas, particularmente en aquellos sectores donde los cauces y laderas han sido modificados por la intervención antrópica mediante cortes, rellenos y ocupación del terreno. Estas alteraciones han modificado las condiciones naturales de drenaje y reducido la estabilidad de los materiales, favoreciendo el desarrollo de procesos de erosión hídrica e inestabilidad de laderas. Durante la evaluación de campo se identificaron zonas con evidencias de erosión de fondo y erosión lateral en una cárcava, procesos que constituyen el principal factor condicionante de la inestabilidad del terreno dentro del ámbito de estudio. La evolución de estos procesos erosivos puede generar el retroceso de la cárcava, la pérdida progresiva del suelo y desestabilización de las laderas adyacentes, incrementando el nivel de peligro para la población, las viviendas y la infraestructura ubicadas en los sectores de Mollemolloyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata.

Asimismo, el sector de Ferrovianos forma parte del ámbito de estudio y fue considerado en la caracterización y análisis del peligro. Sin embargo, no se contó con información técnica suficiente para evaluar las condiciones de vulnerabilidad y calcular el nivel de riesgo con el grado de confiabilidad requerido. En consecuencia, este sector fue excluido del análisis cualitativo y cuantitativo de vulnerabilidad y riesgo, por lo que no se representa en los respectivos mapas, a fin de evitar la generación de resultados sin sustento técnico.

De igual forma, de acuerdo con la información oficial proporcionada por la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco (DDC Cusco), dentro del ámbito de estudio se identificó el área correspondiente al Bien Inmueble Prehispánico Qolqaraccay. En consecuencia, dicha área fue excluida del análisis del peligro, manteniéndose únicamente como referencia para la caracterización del ámbito de estudio.

Para la caracterización del peligro se consideraron los lotes ubicados dentro del ámbito de estudio que se encuentran en el área de influencia directa de los procesos de erosión desarrollados en las cárcavas existentes en los sectores de Mollemolloyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata. La delimitación del ámbito de estudio se realizó considerando la distribución espacial de las cárcavas, la presencia de materiales susceptibles a la erosión, las características geomorfológicas del terreno y la posible activación o intensificación de los procesos erosivos durante eventos de precipitaciones intensas. La evaluación de este factor fue realizada por el equipo técnico del proyecto mediante el reconocimiento de campo, el análisis comparativo de ortofotografías e imágenes obtenidas con vehículo aéreo no tripulado (dron), así como el cálculo del avance de las cárcavas, lo que permitió determinar su evolución y el grado de afectación potencial sobre el área de estudio.

De acuerdo con Jaime Suárez, en su libro “Control de Erosión en Taludes y Obras de Ingeniería”, los principales mecanismos que intervienen en la evolución de una cárcava comprenden la erosión de fondo, la erosión concentrada en cambios de pendiente, el avance de la cabecera y la erosión laminar y por surcos. En el ámbito de estudio predominan los procesos de erosión de fondo y el avance de la cabecera de las cárcavas, evidenciándose además el ensanchamiento y progresión de estos procesos hacia las laderas adyacentes. Estas condiciones favorecen la pérdida progresiva de material y contribuyen a la inestabilidad del terreno, incrementando el nivel de peligro para los elementos expuestos.

FIGURA 16: ÁMBITO DE ESTUDIO.



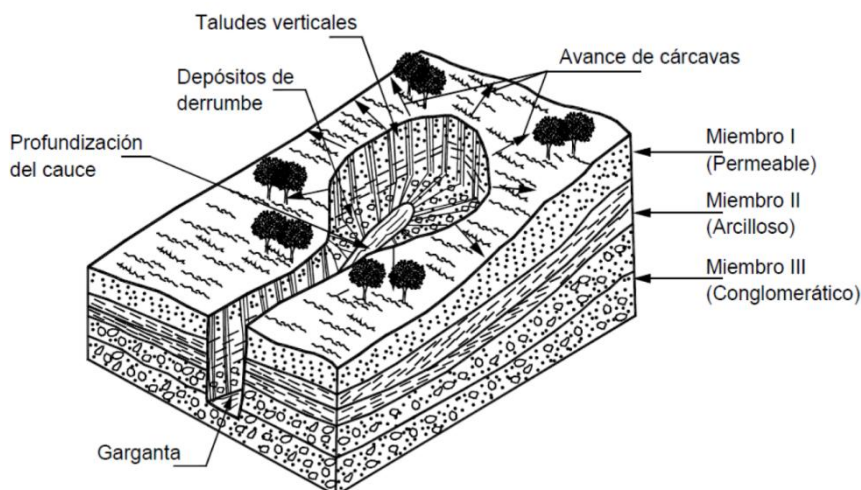
Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

3.6. PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN

PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN: TASA DE PÉRDIDA DE SUELO ANUAL

La ponderación de los parámetros de evaluación del peligro por erosión hídrica se sustentó en la información obtenida del estudio de mecánica de suelos, mapeo geológico y geomorfológico, e identificación de la cobertura vegetal, complementada con el reconocimiento de campo y el análisis de imágenes de alta resolución. Para la estimación del peligro se empleó la metodología de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE), la cual permite estimar la pérdida potencial de suelo mediante la integración de los principales factores que condicionan los procesos de erosión hídrica. En los apartados siguientes se describen los criterios considerados para la evaluación y ponderación de cada uno de los parámetros que conforman dicha metodología.

FIGURA 17: PARTES DE UNA CÁRCAVA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

3.6.1. MODELO RUSLE

El parámetro de evaluación utilizado es la tasa de pérdida de suelo, para calcularlo se usó como referencia el Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú realizado por SENAMHI en el año 2017, este documento muestra una metodología para cuantificar la tasa de pérdida de suelos, para ello considera algunos factores condicionantes como son: las características del suelo, la vegetación del lugar, la topografía, y la pluviosidad representada por la lluvia.

Esta metodología está basada en el modelo de la “Universal Soil Loss Equation”, USLE, presentada en sus inicios por Wischmeier y Smith en el año 1962, esta tuvo cambios hasta llegar a su versión modificada “Revised Universal Soil Loss Equation” (RUSLE), de Renard y Foster 1989. Esta metodología tuvo buena aceptación en América y en países con problemas de erosión.

El Modelo matemático del RUSLE, utilizado por Renard se indica en la siguiente ecuación:

$$A=R*K*L*S*C*P$$

Dónde:

A: Pérdida media anual de suelo expresado en [t/ha/año].

R: Erosividad de la lluvia

K: Erodabilidad del suelo

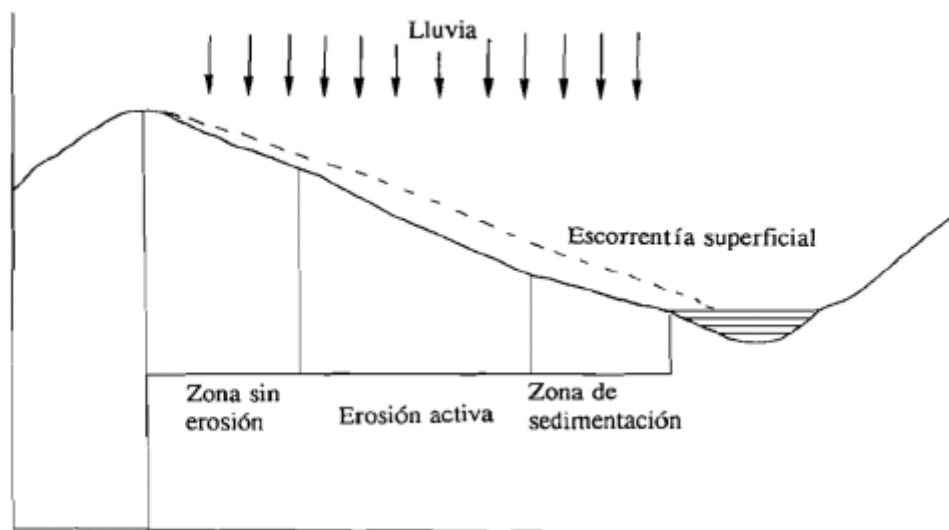
L: Longitud de la pendiente

S: Pendiente

C: Cubierta vegetal y manejo del recurso

P: Prácticas de conservación aplicada

FIGURA 18: MODELO DE ESCORRENTÍA Y ZONAS DE EROSIÓN EN UNA LADERA, REPRESENTADA POR LA MITAD DEL PERFIL DE LA PENDIENTE DE UN VALLE.



Fuente: Horton, 1945

3.6.2. ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EROSIÓN HÍDRICA

DETERMINACION DEL FACTOR R (EROSIVIDAD DE LA LLUVIA)

El factor R representa la erosividad de la lluvia, es decir, la capacidad de las precipitaciones para producir erosión del suelo mediante el impacto de las gotas y la generación de escorrentía superficial. En la formulación original de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE), este factor se determina a partir del producto de la energía cinética total de la tormenta y la intensidad máxima de precipitación registrada en un intervalo de 30 minutos (EI_{30}) (Wischmeier y Smith, 1978).

En el Perú, la aplicación directa de este procedimiento se encuentra limitada por la escasa disponibilidad de registros pluviográficos con información de intensidad de lluvia (mm/h). Por ello, para la estimación del factor R se empleó la ecuación propuesta por Arnoldus (1980), derivada de la metodología original de Wischmeier y Smith, la cual permite estimar la erosividad de la lluvia a partir de datos de precipitación disponibles en estaciones meteorológicas convencionales.

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 * 10^{(1.5 \log_{10} \left(\frac{P_i^2}{p} \right) - 0.08188)}$$

Donde:

R= Factor de erosividad de lluvia, está en MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹.

Pi = Precipitación mensual que está en mm

p = Precipitación anual en mm.



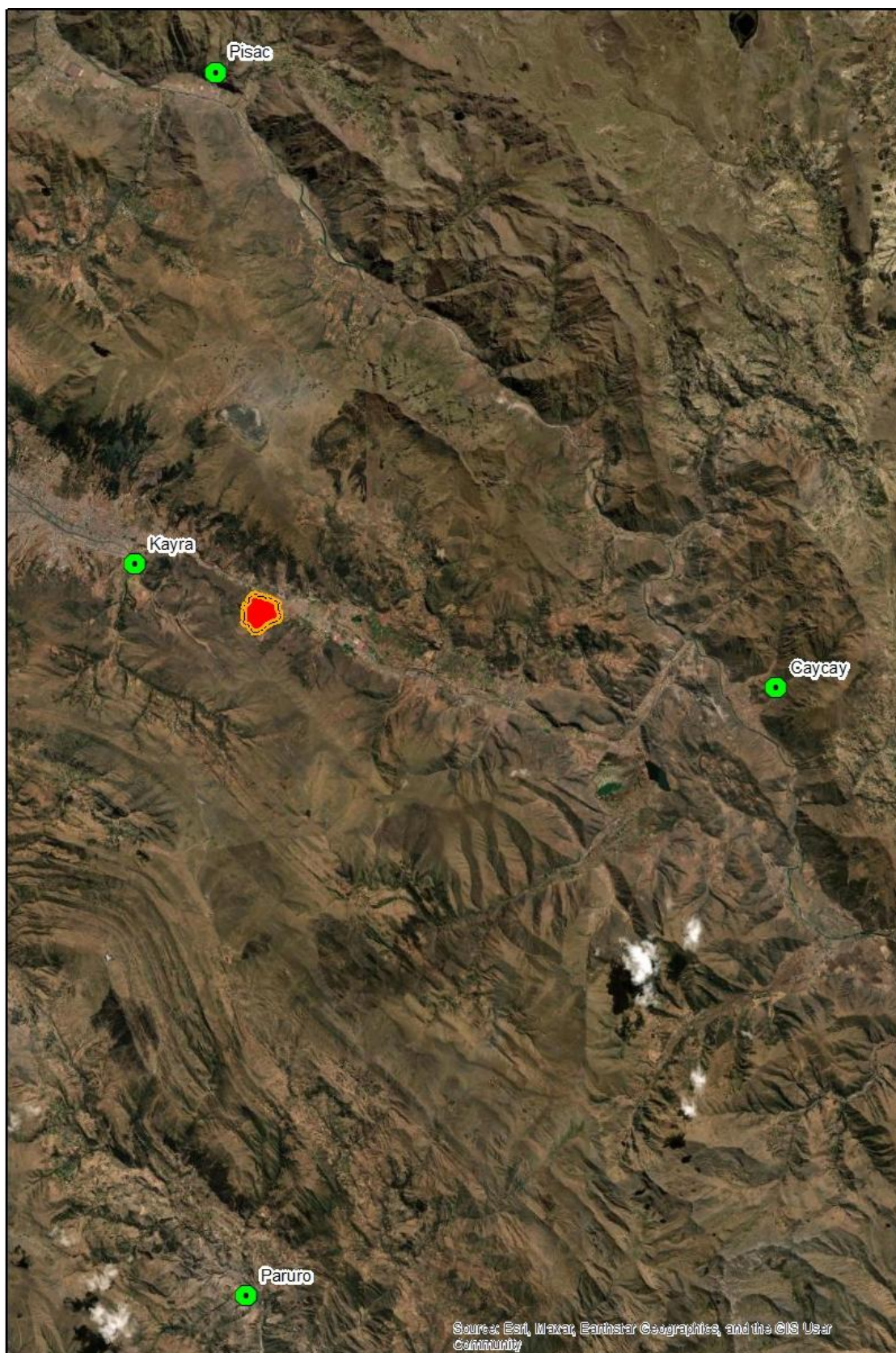
TABLA 23: VALORES DEL FACTOR K DE ERODABILIDAD SEGÚN LA LITOLOGÍA

FACTOR K	LITOLOGÍA	FACTOR K	LITOLOGÍA
0.2	SC 1 Conglomerados	0.5	SC 10 Margas
0.2	SC 1-2 Conglomerados y areniscas	0.5	SC 10-2 Margas y areniscas
0.2	SC 1-2-4 Conglomerados, areniscas y arcillas	0.6	SC 12 Arcillas, margas y yesos
0.2	SC 1-4 Conglomerados y arcillas	0.2	SI 2 Cantos y gravas
0.2	SC 1-10 Conglomerados y margas	0.2	SI 2-3 Cantos, gravas y arenas
0.3	SC 2 Areniscas	0.2	SI 2-3-4 Cantos, gravas, arenas y limos
0.3	SC 2-4 Areniscas y arcillas	0.2	SI 2-3-5 Cantos, gravas, arenas y arcillas
0.3	SC 2-10 Areniscas y margas	0.2	SI 2-4 Cantos, gravas y limos
0.4	SC 4 Arcillas	0.2	SI 2-5 Cantos, gravas y arcillas
0.4	SC 4-7 Arcillas y areniscas	0.2	SI 3 Arenas
0.4	SC 4-10 Arcillas y margas	0.2	SI 3-2 Arenas, gravas y cantos
0.3	SC 5 Calcáreas	0.2	SI 3-4 Arenas y limos
0.3	SC 5-2 Calcáreas y areniscas	0.2	SI 3-5 Arenas y arcillas
0.3	SC 5-6 Calcáreas y calcarenitas	0.5	SI 4 Limos
0.3	SC 5-7 Calcáreas y calcáreas margosas	0.5	SI 4-2 Limos, gravas y cantos
0.3	SC 5-9 Calcáreas y dolomías	0.5	SI 4-3 Limos y arenas
0.3	SC 5-10 Calcáreas y margas	0.5	SI 4-5 Limos y arcillas
0.3	SC 6 Calcarenitas	0.4	SI 5 Arcillas
0.3	SC 6-10 Calcarenitas y margas	0.4	M 1 Pizarras y cuarcitas
0.3	SC 7 Calcáreas margosas	0.4	M 2 Rocas carbonatadas y filitas
0.3	SC 7-10 Calcáreas margosas y margas	0.4	M 3 Metabasitas
0.3	SC 8 Calcáreas tobáceas	0.2	V 1 Basaltos
0.3	SC 9 Dolomías	0.2	V 2 Ofitas
0.3	SC 9-5 Dolomías y calcáreas	0.2	V 3 Brechas y tobas volcánicas
0.3	SC 9-10 Dolomías y margas		

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2017). Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú. SENAMHI.

Para ello se trabajó con las estaciones más cercanas, entre ellas Kayra, Pisac, Cay Cay y Paruro

FIGURA 19: ESTACIONES UTILIZADAS PARA CÁLCULO DEL FACTOR R.



Fuente: Estaciones (SENAMHI). Elaborado por: Equipo técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

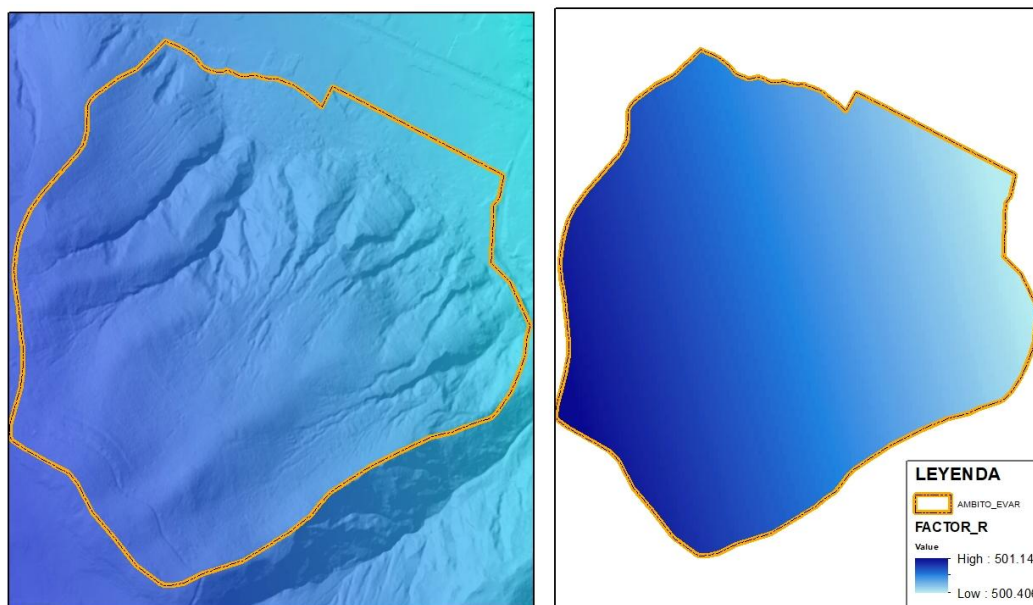
Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

FIGURA 20: FACTOR R CALCULADO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

DETERMINACION DEL FACTOR K (ERODABILIDAD DEL SUELO)

El factor K representa la erodabilidad del suelo, entendida como la susceptibilidad intrínseca del suelo a ser erosionado por la acción del agua. Este parámetro depende principalmente de sus propiedades físicas, tales como la textura, la estructura, la permeabilidad y el contenido de materia orgánica. Los valores bajos del factor K corresponden a suelos con mayor resistencia a la erosión, mientras que los valores altos indican suelos con mayor susceptibilidad al desprendimiento y transporte de partículas.

Para la determinación de este factor se utilizó la información contenida en los estudios de mecánica de suelos, a partir de la cual se caracterizaron las propiedades de los suelos presentes en el ámbito de estudio.

FIGURA 21: CALICATAS DE SUELOS Y ROCAS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 24: DATOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADOS POR EL PROYECTO.

CALICATA	X	Y	Profundidad	Angulo de Fricción (PDL)	Densidad Natural (gr/cm3)	Clasificación	
C-01	193278	8498095	3.0m	23.35°	2.06	GP-GM	
C-02	193260	8498198	3.0m	26.94°	1.95	GM	
C-03	193038	8498317	3.0m	25.47°	2.06	GM	
C-04	192881	8498270	3.0m	25.97°	2.10	GP-GM	
CALICATA	Humedad Natural (%)	Límite Líquido (L.L.)	Límite Plástico (L.P.)	Índice de Plasticidad (I.P)	Carga Admisible (Kg/cm2)	Cohesión Kg/cm2	Asentamiento (mm)
C-01	6.43	21.64%	3.15%	18.49%	1.33	0.0000	2.83
C-02	8.39	18.49%	1.74%	16.75%	1.91	0.0000	2.47
C-03	4.25	15.50%	1.03%	14.47%	1.68	0.0000	2.46
C-04	5.00	17.42%	2.36%	15.06%	1.80	0.0000	2.02

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026

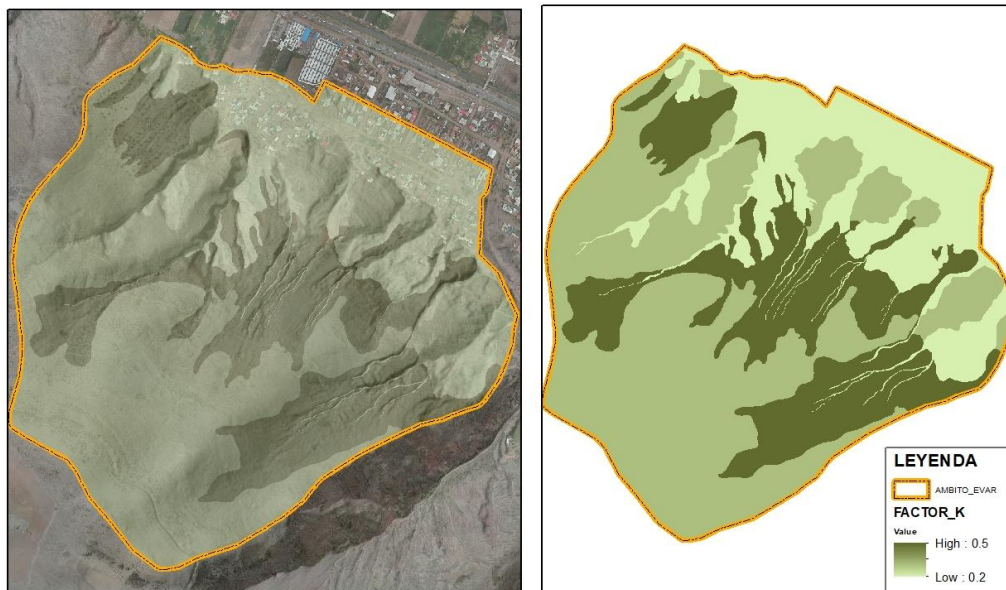
Se correlaciono los datos de las calicatas con el tipo de suelo:

TABLA 25: FACTOR K SEGÚN LITOLOGÍA

FACTOR K	LITOLOGÍA	FACTOR K	LITOLOGÍA
0.2	SC 1 Conglomerados	0.5	SC 10 Margas
0.2	SC 1-2 Conglomerados y areniscas	0.5	SC 10-2 Margas y areniscas
0.2	SC 1-2-4 Conglomerados, areniscas y arcillas	0.6	SC 12 Arcillas, margas y yesos
0.2	SC 1-4 Conglomerados y arcillas	0.2	SI 2 Cantos y gravas
0.2	SC 1-10 Conglomerados y margas	0.2	SI 2-3 Cantos, gravas y arenas
0.3	SC 2 Areniscas	0.2	SI 2-3-4 Cantos, gravas, arenas y limos
0.3	SC 2-4 Areniscas y arcillas	0.2	SI 2-3-5 Cantos, gravas, arenas y arcillas
0.3	SC 2-10 Areniscas y margas	0.2	SI 2-4 Cantos, gravas y limos
0.4	SC 4 Arcillas	0.2	SI 2-5 Cantos, gravas y arcillas
0.4	SC 4-7 Arcillas y areniscas	0.2	SI 3 Arenas
0.4	SC 4-10 Arcillas y margas	0.2	SI 3-2 Arenas, gravas y cantos
0.3	SC 5 Calcáreas	0.2	SI 3-4 Arenas y limos
0.3	SC 5-2 Calcáreas y areniscas	0.2	SI 3-5 Arenas y arcillas
0.3	SC 5-6 Calcáreas y calcarenitas	0.5	SI 4 Limos
0.3	SC 5-7 Calcáreas y calcáreas margosas	0.5	SI 4-2 Limos, gravas y cantos
0.3	SC 5-9 Calcáreas y dolomías	0.5	SI 4-3 Limos y arenas
0.3	SC 5-10 Calcáreas y margas	0.5	SI 4-5 Limos y arcillas
0.3	SC 6 Calcarenitas	0.4	SI 5 Arcillas
0.3	SC 6-10 Calcarenitas y margas	0.4	M 1 Pizarras y cuarcitas
0.3	SC 7 Calcáreas margosas	0.4	M 2 Rocas carbonatadas y filitas
0.3	SC 7-10 Calcáreas margosas y margas	0.4	M 3 Metabasitas
0.3	SC 8 Calcáreas tobáceas	0.2	V 1 Basaltos
0.3	SC 9 Dolomías	0.2	V 2 Ofitas
0.3	SC 9-5 Dolomías y calcáreas	0.2	V 3 Brechas y tobas volcánicas
0.3	SC 9-10 Dolomías y margas		

Fuente: Tomado de "El Factor K de la ecuación de universal de pérdidas de suelos" (USLE) por Gisbert e Ibáñez, 2003.

FIGURA 22: FACTOR K CALCULADO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

DETERMINACION DEL FACTOR LS (LONGITUD Y PENDIENTE DE LADERA)

El factor LS representa el efecto combinado de la longitud y la pendiente del terreno en los procesos de erosión hídrica, reflejando la influencia de la topografía sobre la generación, velocidad y capacidad de transporte del escurrimiento superficial.

Factor L: Mide como la longitud de una ladera afecta la erosión. A medida que el agua de la lluvia escurre por una ladera abajo, va ganando más volumen y velocidad, por tanto, a mayor longitud de pendiente mayor potencial de erosión.

Factor S: Mide como la inclinación de la ladera influye en la erosión, a mayor inclinación mayor velocidad del agua y, por lo tanto, mayor erosión.

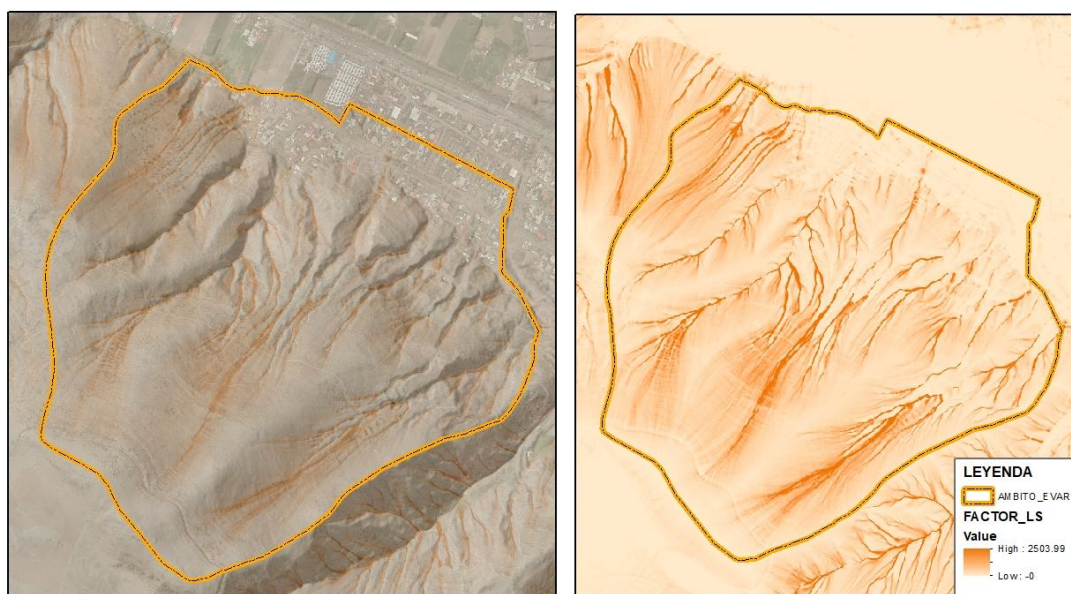
Existen varias metodologías para calcular este factor, entre ellas encontramos la ecuación de Moore & Burch (1991), la ecuación de McCool et al. (1987) y la ecuación de Desmet & Govers (1996) el cual fue un avance muy importante para calcular el factor LS en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Su principal contribución como estimar la longitud de la pendiente (L) en terrenos complejos.

$$LS = 1.07 * \left(\frac{\lambda}{20}\right)^{0.28} * \left(\frac{\alpha}{10^\circ}\right)^{1.45}$$

- LS: Factor topográfico de erosión (sin dimensiones), combina la longitud λ y el ángulo de inclinación α .
- λ : Longitud de la pendiente (generalmente en metros).
- α : Ángulo de pendiente (en grados).
- Los exponentes 0.28 y 1.45 y el factor 1.07 son valores determinados empíricamente para ajustar el modelo a datos observados de erosión.

Para esta evaluación de riesgo el Factor LS fue realizada en el software SAGA GIS, utilizando un DEM con tamaño de pixel 1, considerando la metodología de Desmet & Govers (1996).

FIGURA 23: FACTOR LS CALCULADO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

DETERMINACION DEL FACTOR C (CUBIERTA VEGETAL Y MANEJO DEL RECURSO)

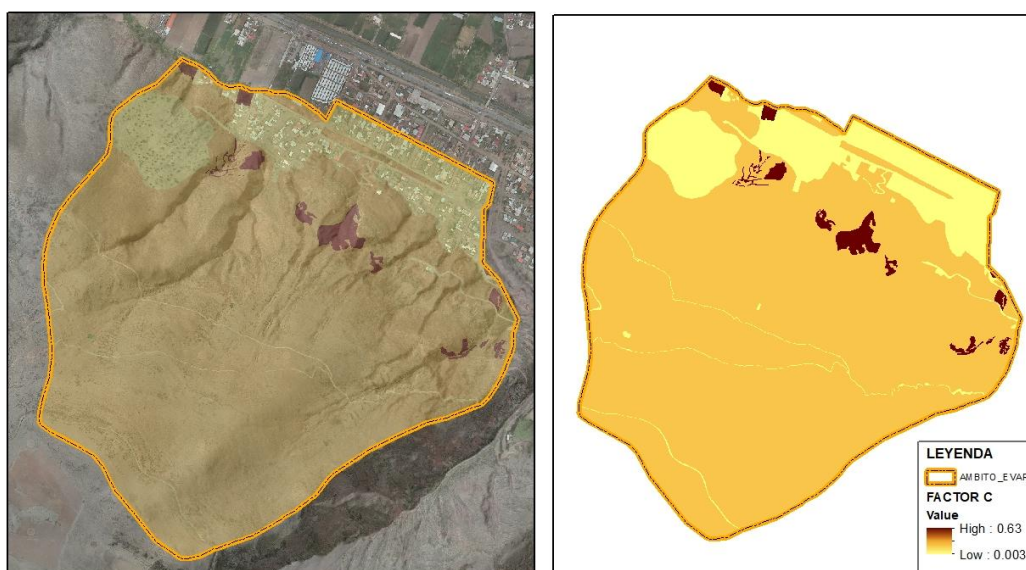
Representa el efecto de la cobertura vegetal y las prácticas de manejo de suelo en la tasa de erosión. Muestra cómo el uso de la tierra y las técnicas agrícolas influyen en la protección del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial. Este factor es adimensional y su valor varía entre 0 (protección muy eficaz contra la erosión) a 1 (protección mínima del suelo).

TABLA 26: VALORES DE COBERTURA VEGETAL FACTOR C.

Código	Tipo	Contenido	Factor C
10	Tierra Cultivada	Las tierras utilizadas para la agricultura, horticultura y jardines	0.63
20	Bosque	Tierras cubiertas de árboles, con cubierta vegetal más del 30%	0.003
30	Pradera	Terrenos cubiertos de césped natural con una cubierta más del 10%	0.09
40	Matorral	Tierras cubiertas de arbustos con una cubierta de más del 30%	0.22
50	Humedal	Tierras cubiertas de plantas de humedales y cuerpos de agua	0
60	Cuerpos de agua	Las masas de agua en la superficie terrestre	0
70	Tundra	Hierbas y arbustos en las regiones polares	-
80	Las Superficies Artificiales	Tierras modificadas por las actividades humanas	0.09
90	Tierra Desolada	Tierras con cubierta vegetal inferior al 10%	0.5
100	Nieve y Hielo Permanente	Tierras cubiertas por la nieve permanente, y la capa de hielo	0

Fuente: Tomando de “Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú” por E. Sabino et al. 2017, SENAMHI.

FIGURA 24: FACTOR C CALCULADO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

DETERMINACION DEL FACTOR P (PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN APLICADA)

El factor P representa el efecto de las prácticas de conservación del suelo sobre la reducción de la erosión hídrica. Un valor igual a 1 indica la ausencia de medidas de conservación, lo que implica la máxima pérdida potencial de suelo bajo las condiciones del sitio.

Para la determinación de este factor se adoptaron los criterios propuestos por Kim (2006), utilizados en el Atlas de Erosión de las Regiones Hidrológicas del Perú, empleándose la clasificación correspondiente a prácticas de cultivo en contorno, de acuerdo con las condiciones observadas en el ámbito de estudio.

TABLA 27: FACTOR P DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN (P) (KIM, 2006)

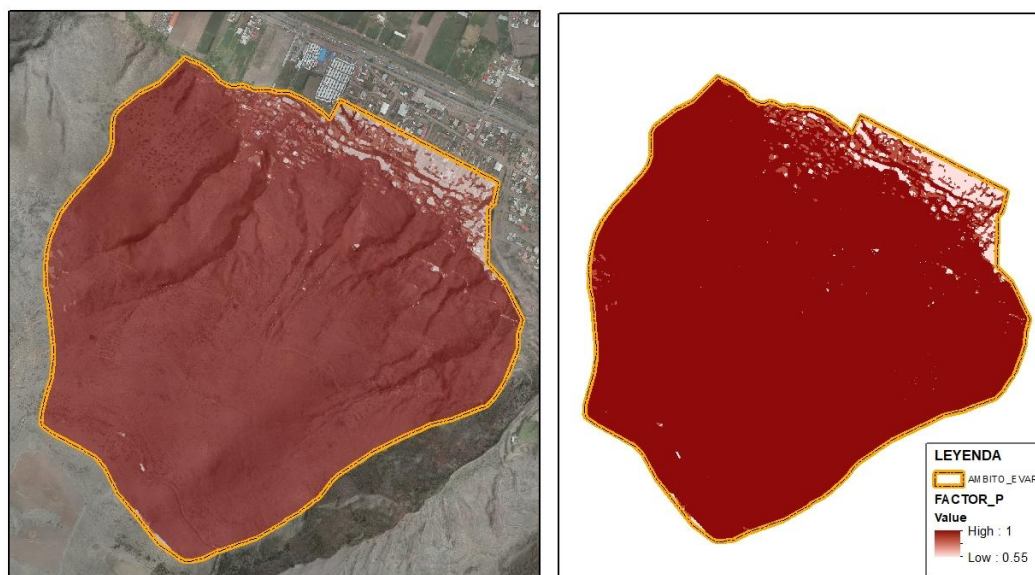
Pendiente (%)	Contorno	Cultivo en franjas	Terraza
0.0 - 7.0	0.55	0.27	0.1
7.0 - 11.3	0.6	0.3	0.12
11.3 - 17.6	0.8	0.4	0.16
17.6 - 26.8	0.9	0.45	0.18
26.8 >	1	0.5	0.2

Fuente: Tomando de “Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú” por E. Sabino et al. 2017, SENAMHI.

Para la determinación del factor P se generó el mapa de pendientes a partir del Modelo Digital de Elevación (DEM), considerando la pendiente expresada en porcentaje. A diferencia del factor LS, el cual integra longitud y grado de la pendiente, el factor P se evalúa únicamente en función de la inclinación del terreno.

Posteriormente, la información de pendientes fue reclasificada de acuerdo con la tabla propuesta por Kim (2006) para prácticas de cultivo en contorno, utilizada en el Atlas de Erosión de las Regiones Hidrológicas del Perú, asignando los valores correspondientes del factor P según las condiciones del terreno en el ámbito de estudio.

FIGURA 25: FACTOR P CALCULADO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

3.6.3. OBTENCION DEL FACTOR A (TASA DE EROSIÓN)

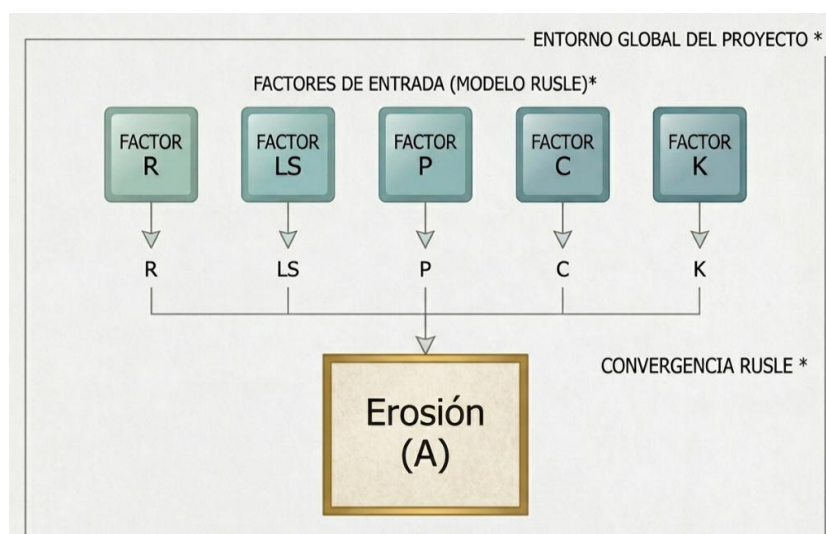
Una vez estimados los factores R, K, LS, C y P, se procedió a la aplicación de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE) para la estimación de la pérdida de suelo anual en el área de estudio, correspondiente al periodo analizado.

La erosión potencial del suelo se calculó mediante la siguiente expresión:

$$A=R*K*LS*C*P$$

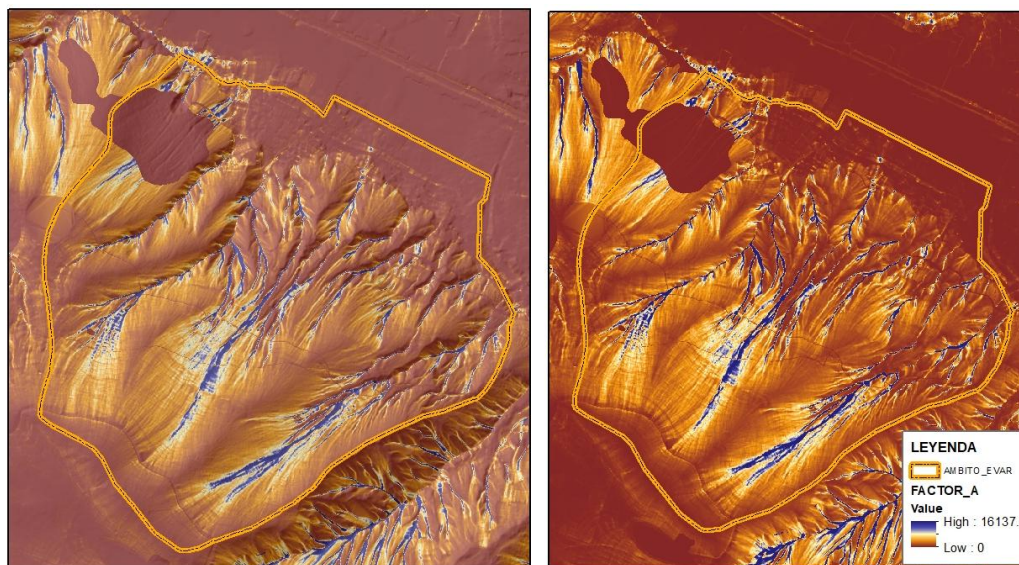
Donde A representa la pérdida de suelo promedio anual.

FIGURA 26: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO DEL RUSLE.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FIGURA 27: FACTOR A CALCULADO



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN: TASA DE PÉRDIDA DE SUELO ANUAL

TABLA 28: DESCRIPTORES DE TASA DE PERDIDA DE SUELO TN/HA/AÑO

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
Tasa de pérdida de suelo tn/ha/año	D1	5	Zonas con procesos erosivos extremos (Mayor a 200 tn/ha/año)
	D2		Zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año)
	D3		Zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año)
	D4		Zonas con procesos erosivos moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año)
	D5		Zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año)

Elaborado por: Equipo técnico PMGUS. Fuente: Gobierno Vasco. (2005)

TABLA 29: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

DESCRIPTOR	Zonas con procesos erosivos extremos (Mayor a 200 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año)
Zonas con procesos erosivos extremos (Mayor a 200 tn/ha/año)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Zonas con procesos erosivos moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año)	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 30: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

DESCRIPTOR	Zonas con procesos erosivos extremos (Mayor a 200 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año)	Zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año)	Vector de Priorización
Zonas con procesos erosivos extremos (Mayor a 200 tn/ha/año)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Zonas con procesos erosivos moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 31: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

LEYENDA

AMBITO DE ESTUDIO

SECTOR URBANO SIN INFORMACION

PARAMETRO GENERAL DE EVALUACION

TASA DE PERDIDA DE SUELO ANUAL

Zonas con procesos erosivos extremos (Mayor a 200 tn/ha/año)

Zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año)

Zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año)

Zonas con procesos erosivos moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año)

Zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año)

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

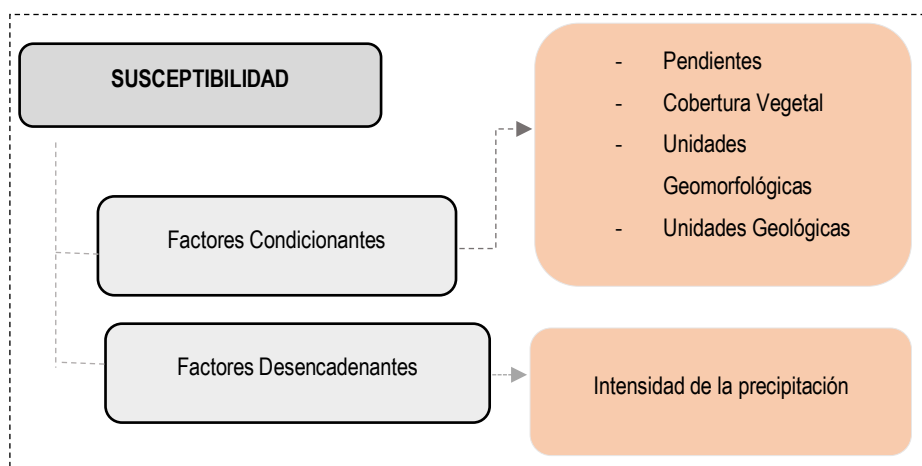
3.7. SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE PELIGROS

La susceptibilidad del ámbito geográfico se entiende como la fragilidad natural del territorio frente a la ocurrencia de un fenómeno determinado, así como su mayor o menor predisposición a ser afectado por dicho proceso. Esta condición depende de la interacción entre factores condicionantes y desencadenantes propios del fenómeno en evaluación dentro del área de estudio.

En el caso de los procesos de erosión hídrica, la susceptibilidad del territorio se determina a partir del análisis de variables físicas y ambientales, como la pendiente del terreno, cobertura vegetal, unidades geomorfológicas y geológicas. Estos elementos permiten definir el comportamiento del espacio geográfico frente a la acción del escurrimiento superficial y la consecuente pérdida de suelo.

Los principales factores condicionantes identificados son la pendiente del terreno (directamente relacionada con la estabilidad de los taludes), cobertura vegetal, unidades geomorfológicas (presencia de laderas de fuerte pendiente y formas de relieve inestables), y unidades geológicas (litologías con baja resistencia mecánica y alto grado de meteorización). Como factor desencadenante, se considera principalmente la intensidad y recurrencia de las precipitaciones pluviales.

GRÁFICO 22: DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD



Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

3.7.1. FACTORES CONDICIONANTES

Son parámetros propios del ámbito de estudio, los cuales contribuyen de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural, así como su distribución espacial.

Ponderación de parámetros de susceptibilidad

TABLA 32: PARÁMETROS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

PARAMETRO	DESC
PENDIENTES	P1
COBERTURA VEGETAL	P2
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	P3
UNIDADES GEOLOGICAS	P4

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 33: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.

PARÁMETRO	PENDIENTES	COBERTURA VEGETAL	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	UNIDADES GEOLOGICAS
PENDIENTES	1.00	3.00	4.00	5.00
COBERTURA VEGETAL	0.33	1.00	2.00	4.00
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	0.25	0.50	1.00	2.00
UNIDADES GEOLOGICAS	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.78	4.75	7.50	12.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.13	0.08

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 34: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.

PARÁMETRO	PENDIENTES	COBERTURA VEGETAL	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	UNIDADES GEOLOGICAS	VECTOR PRIORIZACIÓN
PENDIENTES	0.561	0.632	0.533	0.417	0.536
COBERTURA VEGETAL	0.187	0.211	0.267	0.333	0.249
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	0.140	0.105	0.133	0.167	0.136
UNIDADES GEOLOGICAS	0.112	0.053	0.067	0.083	0.079
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Equipo Técnico PMGUS, 2026.

TABLA 35: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL FACTOR CONDICIONANTE.

IC	0.024
RC	0.028

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

PARÁMETRO: PENDIENTES

Ponderación de los descriptores del parámetro de Pendientes:

TABLA 36: PARÁMETROS DE LAS PENDIENTES

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
Pendientes	D1	5	> 45°
	D2		25° a 45°
	D3		15° a 25°
	D4		5° a 15°
	D5		0° a 5°

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 37: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE PENDIENTES.

DESCRIPTORES	> 45°	25° a 45°	15° a 25°	5° a 15°	0° a 5°
> 45°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
25° a 45°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
15° a 25°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
5° a 15°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
0° a 5°	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 38: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE PENDIENTES.

DESCRIPTORES	> 45°	25° a 45°	15° a 25°	5° a 15°	0° a 5°	Vector Priorización
> 45°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
25° a 45°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
15° a 25°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5° a 15°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
0° a 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 39: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE PENDIENTES.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

PARAMETRO: COBERTURA VEGETAL

Ponderación de los descriptores del parámetro de Cobertura Vegetal:

TABLA 40: PARÁMETROS DE LA COBERTURA VEGETAL

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
Cobertura Vegetal	D1	5	Área con escasa o nula vegetación
	D2		Pajonal de puna, matorral disperso y matorral denso
	D3		Área agrícola
	D4		Área urbana
	D5		Plantación forestal

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 41: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL.

DESCRIPTORES	Área con escasa o nula vegetación	Pajonal de puna, matorral disperso y matorral denso	Área agrícola	Área urbana	Plantación forestal
Área con escasa o nula vegetación	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00
Pajonal de puna, matorral disperso y matorral denso	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Área agrícola y	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Área urbana	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Plantación forestal	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.02	3.68	8.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 42: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE COBERTURA VEGETAL.

DESCRIPTORES	Área con escasa o nula vegetación	Pajonal de puna, matorral disperso y matorral denso	Área agrícola	Área urbana	Plantación forestal	Vector Priorización
Área con escasa o nula vegetación	0.496	0.544	0.469	0.429	0.333	0.454
Pajonal de puna, matorral disperso y matorral denso	0.248	0.272	0.352	0.306	0.292	0.294
Área agrícola	0.124	0.091	0.117	0.184	0.208	0.145
Área urbana	0.071	0.054	0.039	0.061	0.125	0.070
Plantación forestal	0.062	0.039	0.023	0.020	0.042	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 43: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL

IC	0.047
RC	0.042

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

PARAMETRO: UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Ponderación de los descriptores del parámetro de Unidades Geomorfológicas:

TABLA 44: PARÁMETROS DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
Unidades Geomorfológicas	D1	5	Cárcava
	D2		Vertiente coluvial de detritos, Vertiente coluvio - deluvial
	D3		Relieve de montaña en roca sedimentaria
	D4		Piedemonte aluvio - torrencial
	D5		Terraza aluvial

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 45: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

DESCRIPTORES	Cárcava	Vertiente coluvial de detritos, Vertiente coluvio - deluvial	Relieve de montaña en roca sedimentaria	Piedemonte aluvio- torrencial	Terraza aluvial
Cárcava	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vertiente coluvial de detritos, Vertiente coluvio - deluvial	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Relieve de montaña en roca sedimentaria	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Piedemonte aluvio - torrencial	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Terraza aluvial	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 46: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

DESCRIPTORES	Cárcava	Relieve de montaña en roca sedimentaria y vertiente coluvial de detritos	Piedemonte aluvio - torrencial	Vertiente coluvio - deluvial	Terraza aluvial	Vector Priorización
Cárcava	0.560	0.619	0.586	0.429	0.360	0.511
Relieve de montaña en roca sedimentaria y vertiente coluvial de detritos	0.187	0.206	0.234	0.306	0.280	0.243
Piedemonte aluvio - torrencial	0.112	0.103	0.117	0.184	0.200	0.143
Vertiente coluvio - deluvial	0.080	0.041	0.039	0.061	0.120	0.068
Terraza aluvial	0.062	0.029	0.023	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 47: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.

IC	0.049
RC	0.044

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

PARAMETRO: UNIDADES GEOLOGICAS

Ponderación de los descriptores del parámetro de Unidades Geológicas:

TABLA 48: PARÁMETROS DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
Unidades Geológicas	D1	5	Deposito coluvial
	D2		Depósito antropogénico y depósito deluvial
	D3		Formación Quilque y Formación Chilca
	D4		Depósito proluvial
	D5		Depósito aluvial

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 49: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOLÓGICAS.

DESCRIPTOR	Deposito coluvial	Depósito antropogénico y depósito deluvial	Formación Quilque y Formación Chilca	Depósito proluvial	Depósito aluvial
Deposito coluvial	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Depósito antropogénico y depósito deluvial	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Formación Quilque y Formación Chilca	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
Depósito proluvial	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
Depósito aluvial	0.03	0.07	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.48	0.27	0.11	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 50: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE UNIDADES GEOLÓGICAS.

DESCRIPTOR	Deposito coluvial	Depósito antropogénico y depósito deluvial	Formación Quilque y Formación Chilca	Depósito proluvial	Depósito aluvial	Vector Priorización
Deposito coluvial	0.499	0.544	0.460	0.457	0.360	0.464
Depósito antropogénico y depósito deluvial	0.250	0.272	0.345	0.326	0.280	0.294
Formación Quilque y Formación Chilca	0.125	0.091	0.115	0.130	0.200	0.132
Depósito proluvial	0.071	0.054	0.057	0.065	0.120	0.074
Depósito aluvial	0.055	0.039	0.023	0.022	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 51: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOLÓGICAS.

IC	0.032
RC	0.028

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

3.7.2. FACTORES DESENCADENANTES

PARAMETRO: INTENSIDAD DE PRECIPITACION

En el presente análisis se considera la intensidad de la precipitación como factor desencadenante. Los valores de intensidad fueron calculados en el ítem 2.2 Condiciones Climáticas, utilizando la información de la estación meteorológica Kayra, por ser la más cercana al área de estudio.

El escenario evaluado corresponde a la intensidad de lluvia en un periodo de 1 hora, para diferentes periodos de retorno. Para este estudio, se adopta como escenario de análisis una condición de lluvia muy fuerte, con intensidades comprendidas entre 20 y 25 mm/h.

En el siguiente cuadro se presentan las intensidades de precipitación calculadas para distintos periodos de retorno, y posteriormente se muestra la clasificación utilizada para la evaluación.



TABLA 52: INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN EN 1 HORA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO – ESTACIÓN KAYRA.

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN								
DURACIÓN (minutos)	DURACIÓN (horas)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
		T=2	T=5	T=10	T=20	T=25	T=50	T=100
		INTENSIDAD (mm/hr)						
60	1	16.22	19.6	21.64	23.48	24.04	25.74	27.37
								28.95

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 53: CLASIFICACIÓN DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	D1	5	Extrema (>25 mm/h)
	D2		Muy Fuerte (20 - 25 mm/h)
	D3		Fuerte (15 - 20 mm/h)
	D4		Moderada (10 - 15 mm/h)
	D5		Ligera (5 - 50 mm/h)

Fuente: Adaptado para la zona de estudio a partir del artículo de "Caracterización espacial de la frecuencia e intensidad de tormentas desde satélite GOES -12 y la estación meteorológica del Observatorio de Huancayo" por J. Arroyo et al., (2014).

TABLA 54: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.

DESCRIPTORES	Extrema (>25 mm/h)	Muy Fuerte (20 - 25 mm/h)	Fuerte (15 - 20 mm/h)	Moderada (10 - 15 mm/h)	Ligera (5 - 50 mm/h)
Extrema (>25 mm/h)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muy Fuerte (20 - 25 mm/h)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Fuerte (15 - 20 mm/h)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderada (10 - 15 mm/h)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ligera (5 - 50 mm/h)	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 55: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.

DESCRIPTORES	Extrema (>25 mm/h)	Muy Fuerte (20 - 25 mm/h)	Fuerte (15 - 20 mm/h)	Moderada (10 - 15 mm/h)	Ligera (5 - 50 mm/h)	Vector Priorización
Extrema (>25 mm/h)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Muy Fuerte (20 - 25 mm/h)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Fuerte (15 - 20 mm/h)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderada (10 - 15 mm/h)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Ligera (5 - 50 mm/h)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 56: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

3.8. ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

En el ámbito de estudio, se han identificado como elementos expuestos principalmente las parcelas, la población, la red vial, líneas de baja tensión, líneas de media tensión, líneas de alta tensión, luminarias y torres de alta tensión, los cuales fueron determinados por el equipo técnico del Proyecto 'Mejoramiento de las Condiciones de Gestión Urbana Saylla. Estos elementos están sujetos a diferentes niveles de peligrosidad por erosión hídrica (muy alta, alta, media y baja), por lo que, ante la ocurrencia de dicho fenómeno, podrían verse afectados y sufrir daños en proporción al nivel de peligrosidad al que estén expuestos.

TABLA 57: ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.

Población y vivienda		
Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Población	484	habitantes
Lotes	316	unidad
Infraestructura de Energía y Electricidad		
Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Líneas de alta tensión	634.21	Longitud en metros
Torres de alta tensión	2	unidad
Alumbrado público	53	unidad
Infraestructura Vial		
Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Sin afirmar	3.71	Longitud en kilómetros

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740



3.9. DEFINICION DE ESCENARIOS

Para la elaboración de escenarios de peligro en el área evaluada, se construyen condiciones futuras considerando la ocurrencia de eventos críticos que, en interacción con los factores condicionantes del entorno, pueden desencadenar procesos potencialmente destructivos.

Escenario: Erosión Hidrica en el sector de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata

A partir del análisis de los registros de precipitación de la estación meteorológica Granja Kayra, se identifican eventos de lluvia con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como precipitaciones muy fuertes, con alta capacidad erosiva.

Bajo este escenario, la ocurrencia de dichas precipitaciones sobre laderas y cauces de los sectores de estudio, caracterizados por la presencia de materiales sueltos, rellenos antrópicos, escasa cobertura vegetal y pendientes superiores a 25°, favorecería la desagregación del suelo, el arrastre de sedimentos y la formación y profundización de surcos y cárcavas. En consecuencia, estos procesos incrementarían la inestabilidad de los taludes y generarían impactos potenciales sobre los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental.

3.10. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO

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

TABLA 58: NIVELES DE PELIGRO

NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.266	<	P ≤	0.494
ALTO	0.137	<	P ≤	0.266
MEDIO	0.068	<	P ≤	0.137
BAJO	0.035	≤	P ≤	0.068

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



3.10.1. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO

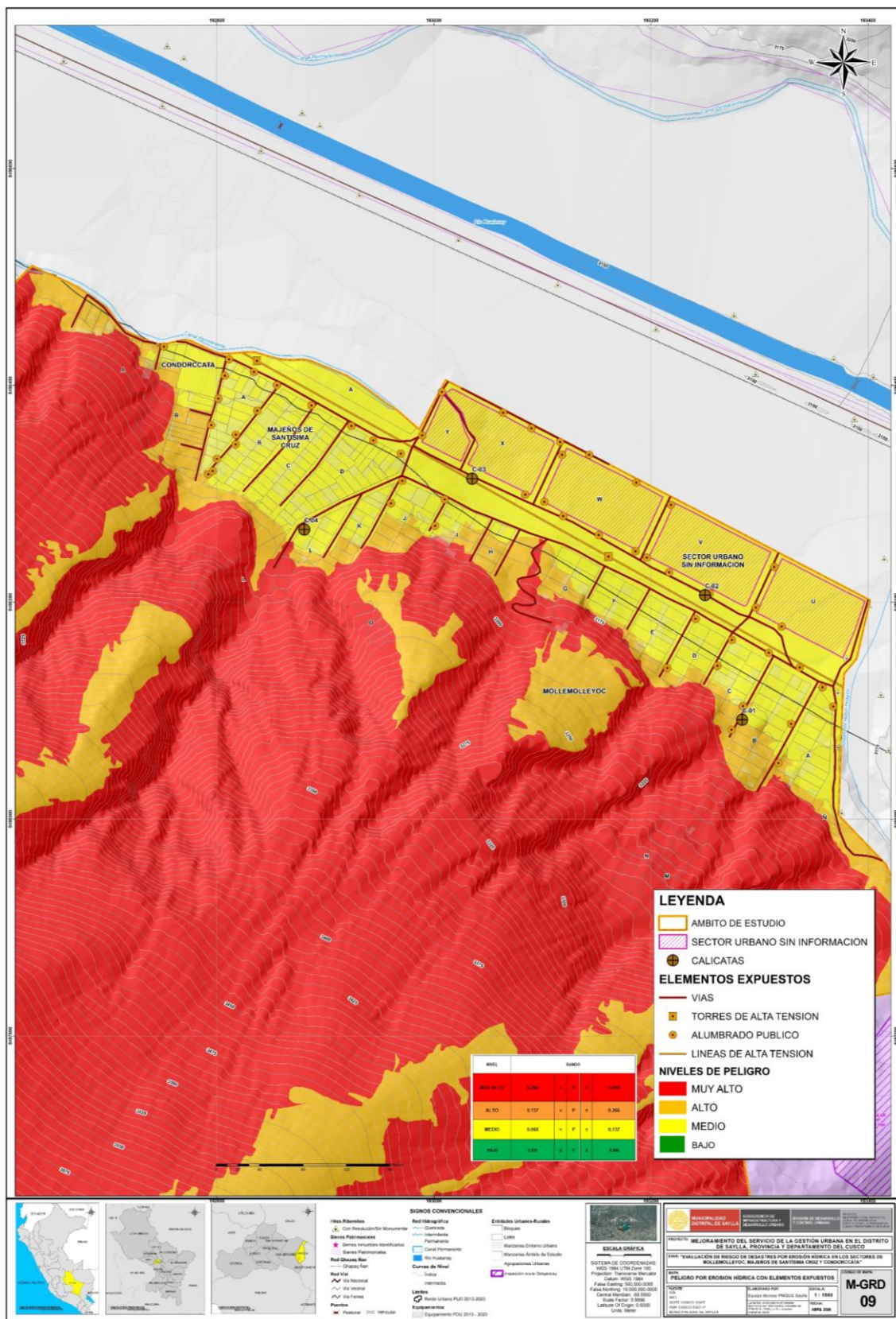
TABLA 59: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROS

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Áreas con pendientes mayores a 45°, con escasa o nula vegetación; geomorfológicamente corresponden a cárcavas; geológicamente predominan los depósitos coluviales; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos extremos (mayor a 200 tn/ha/año).	$0.266 < P \leq 0.494$
ALTO	Áreas con pendientes entre 25° a 45°, con cobertura vegetal predominante de pajonal de puna, matorral disperso o denso; geomorfológicamente corresponden a una vertiente coluvial de detritos o coluvio-deluvial; geológicamente predomina el depósito antropogénico o deluvial; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año).	$0.137 < P \leq 0.266$
MEDIO	Áreas con pendientes entre 15° a 25°, con cobertura vegetal correspondiente a áreas agrícolas o urbanas; geomorfológicamente corresponden a un relieve de montaña en roca sedimentaria o piedemonte aluvio-torrencial; geológicamente predominan las Formaciones Quilque y Chilca, o depósitos proluviales; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año) o moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año).	$0.068 < P \leq 0.137$
BAJO	Áreas con pendientes menores a 15°, con cobertura vegetal correspondiente a plantaciones forestales; geomorfológicamente corresponden a terrazas aluviales; geológicamente predominan los depósitos aluviales; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año).	$0.035 \leq P \leq 0.068$

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



MAPA 9: MAPA DE PELIGRO POR EROSIÓN HÍDRICA CON ELEMENTOS EXPUESTOS



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.

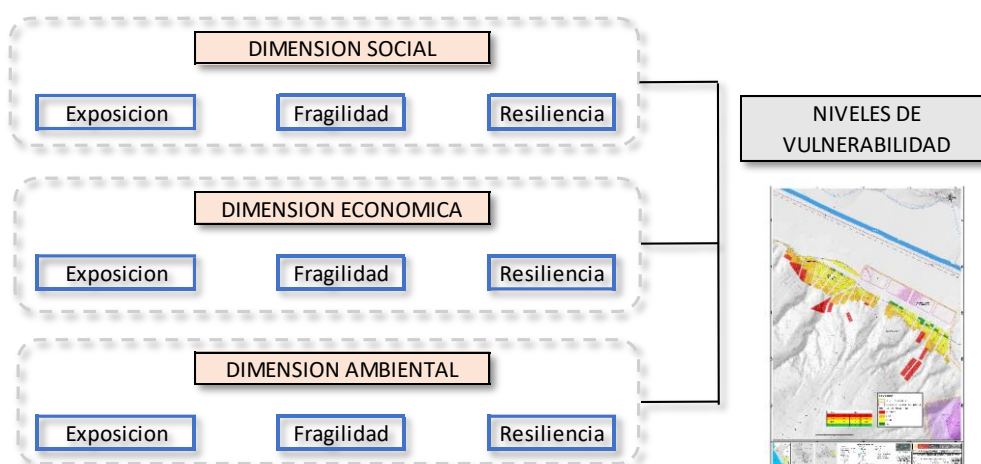
De acuerdo con la Ley N.º 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N.º 048-2011-PCM), la vulnerabilidad se entiende como la susceptibilidad de la población, las infraestructuras físicas y las actividades socioeconómicas a sufrir daños ante la acción de un peligro o amenaza. Este constituye un parámetro clave para la estimación del nivel de riesgo.

Bajo este marco conceptual, se recopiló información primaria mediante encuestas orientadas a identificar factores de fragilidad y resiliencia a nivel de lote. A partir de ello, el análisis de vulnerabilidad permitió establecer las condiciones para el análisis multicriterio, integrando los parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia.

4.1. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para el análisis de la vulnerabilidad en los sectores de Mollemollec, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, se consideró la metodología en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Versión 02 del CENEPRED. Esta considera metodología contempla la evaluación integral de tres dimensiones principales: social, económica y ambiental. Con este fin, se ejecutó una etapa de levantamiento de información mediante encuestas aplicadas en el ámbito de estudio, las cuales proporcionan los datos necesarios para analizar las tres dimensiones mencionadas y, adicionalmente, constituyen un insumo valioso para otras especialidades del proyecto. El procedimiento seguido para la evaluación de la vulnerabilidad se resume en el siguiente diagrama metodológico.

FIGURA 28: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.

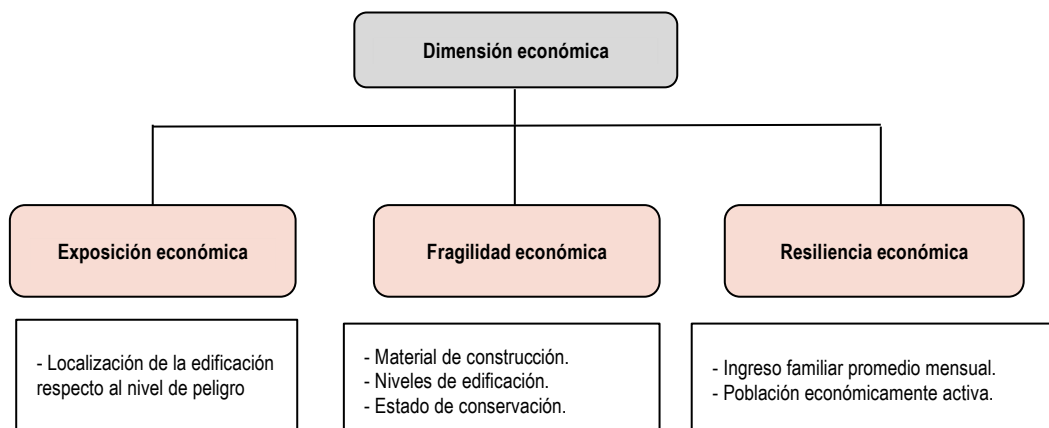


Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

4.2. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1. ANALISIS DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA

GRÁFICO 23: ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 60: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA

V – ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 61: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA

V – ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia	0.143	0.100	0.125	0.123
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 62: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

a. ANALISIS DE LA EXPOSICIÓN ECONOMICA

El parámetro considerado para el análisis de la exposición económica es: Localización de la edificación respecto al nivel de peligro.

TABLA 63: PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN ECONOMICA

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Exposición económica	Localización de la edificación respecto al nivel de peligro	1.00

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



Parámetro: Localización de la edificación respecto al nivel de peligro.

TABLA 64: PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO.

LOCALIZACION DE LA EDIFICACION RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN
Muy cercana al área de peligro muy alto ($\leq 5m$)	Sectores en condición de exposición crítica, donde los daños materiales en la infraestructura son estructuralmente irreparables (colapso) y las consecuencias para la vida humana son inminentes.
Cercana al área de peligro muy alto ($> 5m - \leq 15m$)	Zonas con un nivel de exposición alto; el impacto del peligro puede ocasionar daños estructurales severos en las edificaciones y consecuencias críticas que comprometan la integridad física de la población. Requiere medidas de control estructural estrictas.
Medianamente cercana al área de peligro muy alto ($> 15m - \leq 25m$)	Áreas con exposición moderada. Las consecuencias e impactos previstos son importantes en la infraestructura periférica, requiriendo la implementación inmediata de medidas de control y mitigación para prevenir daños a la población.
Alejada del área de peligro muy alto ($> 25m - \leq 50m$)	Zonas con exposición baja; los daños potenciales son manejables y controlables mediante obras de prevención o prácticas de conservación de laderas, representando un impacto menor en las estructuras.
Muy alejada del área de peligro muy alto ($> 50m$)	Sectores en condiciones de seguridad física óptima respecto al peligro evaluado. El impacto marginal del evento genera consecuencias leves o nulas, requiriendo únicamente monitoreo preventivo.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 65: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO

LOCALIZACION DE LA EDIFICACION RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	Muy cercana al área de peligro muy alto ($\leq 5m$)	Cercana al área de peligro muy alto ($> 5m - \leq 15m$)	Medianamente cercana al área de peligro muy alto ($> 15m - \leq 25m$)	Alejada del área de peligro muy alto ($> 25m - \leq 50m$)	Muy alejada del área de peligro muy alto ($> 50m$)
Muy cercana al área de peligro muy alto ($\leq 5m$)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana al área de peligro muy alto ($> 5m - \leq 15m$)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente cercana al área de peligro muy alto ($> 15m - \leq 25m$)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada del área de peligro muy alto ($> 25m - \leq 50m$)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada del área de peligro muy alto ($> 50m$)	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 66: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	Muy cercana al área de peligro muy alto ($\leq 5m$)	Cercana al área de peligro muy alto ($> 5m - \leq 15m$)	Medianamente cercana al área de peligro muy alto ($> 15m - \leq 25m$)	Alejada del área de peligro muy alto ($> 25m - \leq 50m$)	Muy alejada del área de peligro muy alto ($> 50m$)	Vector Priorización
Muy cercana al área de peligro muy alto ($\leq 5m$)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cercana al área de peligro muy alto ($> 5m - \leq 15m$)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medianamente cercana al área de peligro muy alto ($> 15m - \leq 25m$)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alejada del área de peligro muy alto ($> 25m - \leq 50m$)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy alejada del área de peligro muy alto ($> 50m$)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 67: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

b. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad económica fueron:

- Material de construcción
- Niveles de la edificación
- Estado de conservación

TABLA 68: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA.

PARAMETROS DE ANALISIS DE FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material de construcción	Niveles de la edificación	Estado de conservación
Material de construcción	1.00	2.00	3.00
Niveles de la edificación	0.50	1.00	2.00
Estado de conservación	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 69: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA.

PARAMETROS DE ANALISIS DE FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material de construcción	Niveles de la edificación	Estado de conservación	Vector Priorización
Material de construcción	0.545	0.571	0.500	0.539
Niveles de la edificación	0.273	0.286	0.333	0.297
Estado de conservación	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 70: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA.

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Material de construcción

TABLA 71: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN
Mixto/otros	Viviendas construidas con materiales diversos, de baja calidad y sin criterios técnicos; presentan alta fragilidad estructural.
Adobe	Construcciones tradicionales con baja resistencia sísmica e inestabilidad frente a humedad, material predominante en la construcción es adobe.
Acero – Drywall	Estructuras ligeras y modulares; aunque más estables que el adobe, su resistencia ante cargas excesivas es limitada y su reparación puede ser costosa.
Ladrillo/Bloqueta	Construcciones de mampostería de mayor resistencia y durabilidad, material predominante de construcción es el ladrillo/bloqueta
Concreto armado	Viviendas con estructura diseñada técnicamente; cuentan con columnas y lozas de cimentación, presentan la mayor capacidad de resistir impactos y menores pérdidas económicas.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 72: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

MATERIAL DE CONSTRUCCION	Mixto / otros	Adobe	Acero – drywall	Ladrillo / bloqueta	Concreto armado
Mixto / otros	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Adobe	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Acero – drywall	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Ladrillo / bloqueta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 73: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

MATERIAL DE CONSTRUCCION	Mixto / otros	Adobe	Acero – drywall	Ladrillo / bloqueta	Concreto armado	Vector Priorización
Mixto / otros	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Adobe	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Acero – drywall	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Ladrillo / bloqueta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Concreto armado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 74: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Niveles de Edificación

TABLA 75: NIVELES DE EDIFICACIÓN

NIVEL DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Mayor a 5 pisos	Edificaciones altas; concentran más población y bienes, incrementando significativamente la fragilidad y el riesgo por pérdidas.
De 4 a 5 pisos	Construcciones de altura considerable con moderada capacidad estructural; presentan alta exposición
De 3 pisos	Edificaciones medianas que, sin un diseño técnico adecuado, pueden sufrir daños estructurales relevantes.
De 2 pisos	Construcciones de baja altura y menor carga estructural; aunque pueden presentar daños, los costos de recuperación son más bajos.
De 1 piso	Viviendas de un solo nivel con menor peso y exposición; su fragilidad económica es la más baja frente a desastres, con costos de reparación y reconstrucción relativamente reducidos

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 76: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO NIVELES DE EDIFICACIÓN

NIVELES DE EDIFICACIÓN	Mayor a 5 pisos	De 4 a 5 pisos	De 3 pisos	De 2 pisos	De 1 piso
Mayor a 5 pisos	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 4 a 5 pisos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 3 pisos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 2 pisos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
De 1 piso	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 77: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO NIVELES DE EDIFICACIÓN

NIVELES DE EDIFICACIÓN	Mayor a 5 pisos	De 4 a 5 pisos	De 3 pisos	De 2 pisos	De 1 piso	Vector Priorización
Mayor a 5 pisos	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 4 a 5 pisos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 3 pisos	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 2 pisos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
De 1 piso	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 78: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO NIVELES DE EDIFICACIÓN

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Estado de conservación de la edificación

TABLA 79: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

ESTADO DE CONSERVACIÓN	DESCRIPCIÓN
Muy malo	Infraestructura muy deteriorada, grietas, humedad y materiales vencidos; su resistencia es mínima.
Malo	Construcciones con fallas visibles en elementos estructurales o acabados inconclusos.
Regular	Edificaciones con mantenimiento parcial; aunque funcionales, muestran deficiencias, no cuentan con todos los acabados.
Bueno	Inmuebles en buenas condiciones y con mantenimiento periódico
Muy bueno	Infraestructura en óptimo estado de conservación, con mantenimiento constante

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 80: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ESTADO DE CONSERVACIÓN

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy malo	Malo	Regular	Buena	Muy buena
Muy malo	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Malo	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Regular	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Buena	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Muy buena	0.14	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.58	14.33	21.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 81: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ESTADO DE CONSERVACIÓN

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy malo	Malo	Regular	Buena	Muy buena	Vector Priorización
Muy malo	0.528	0.632	0.466	0.419	0.333	0.476
Malo	0.176	0.211	0.350	0.279	0.286	0.260
Regular	0.132	0.070	0.117	0.209	0.190	0.144
Buena	0.088	0.053	0.039	0.070	0.143	0.078
Muy buena	0.075	0.035	0.029	0.023	0.048	0.042
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 82: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO ESTADO DE CONSERVACIÓN

IC	0.066
RC	0.059

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

c. ANALISIS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA

Los parámetros considerados para el análisis de resiliencia social son:

- Población Económicamente Activa.
- Ingreso familiar promedio mensual.

TABLA 83: PARÁMETROS DE RESILIENCIA SOCIAL

PARÁMETROS	PESOS
Población Económicamente Activa (PEA)	0.5
Ingreso familiar promedio mensual	0.5

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



Parámetro: Población Económicamente Activa (PEA).

TABLA 84: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)	DESCRIPCIÓN
Desempleado	Personas sin ingresos fijos ni acceso a seguridad social; alta dependencia económica y limitada capacidad para afrontar y recuperarse de eventos adversos.
Dedicado al hogar	Sin ingresos propios y dependiente de otros miembros del hogar; menor autonomía financiera para enfrentar gastos imprevistos.
Ocupado menor de 18 años.	Ingreso irregular y precario, generalmente informal; combina vulnerabilidad social con limitada capacidad de ahorro.
Trabajador independiente	Genera ingresos propios, pero sin estabilidad ni beneficios laborales; resiliencia moderada y expuesto a fluctuaciones del mercado.
Trabajador dependiente	Cuenta con ingresos regulares y beneficios laborales; mayor estabilidad y capacidad económica para recuperarse tras un evento adverso.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 85: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	Desempleado	Dedicado al hogar	Ocupado menor de 18 años.	Trabajador independiente	Trabajador dependiente
Desempleado	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Dedicado al hogar	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Ocupado menor de 18 años.	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Trabajador independiente	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Trabajador dependiente	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 86: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	Desempleado	Dedicado al hogar	Ocupado menor de 18 años	Trabajador independiente	Trabajador dependiente	Vector Priorización
Desempleado	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364	0.483
Dedicado al hogar	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273	0.258
Ocupado menor de 18 años	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182	0.142
Trabajador independiente	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136	0.077
Trabajador dependiente	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045	0.040
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 87: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).

IC	0.059
RC	0.053

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



Parámetro: Ingreso familiar promedio mensual.

TABLA 88: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL.

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	DESCRIPCIÓN
≤ 604	Ingreso familiar mensual menor a 604 soles.
$>604 - \leq 853$	Ingreso familiar mensual entre 604 y 853 soles.
$>853 - \leq 1555$	Ingreso familiar mensual entre 853 y 1555 soles.
$>1555 - \leq 2890$	Ingreso familiar mensual entre 1555 y 2890 soles.
>2890	Ingreso familiar mensual mayor a 2890 soles.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 89: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL.

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (MES)	≤ 604	$>604 - \leq 853$	$>853 - \leq 1555$	$>1555 - \leq 2890$	>2890
≤ 604	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
$>604 - \leq 853$	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
$>853 - \leq 1555$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
$>1555 - \leq 2890$	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
>2890	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 90: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL.

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (MES)	≤ 604	$>604 - \leq 853$	$>853 - \leq 1555$	$>1555 - \leq 2890$	>2890	Vector Priorización
≤ 604	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
$>604 - \leq 853$	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
$>853 - \leq 1555$	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
$>1555 - \leq 2890$	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
>2890	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 91: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL.

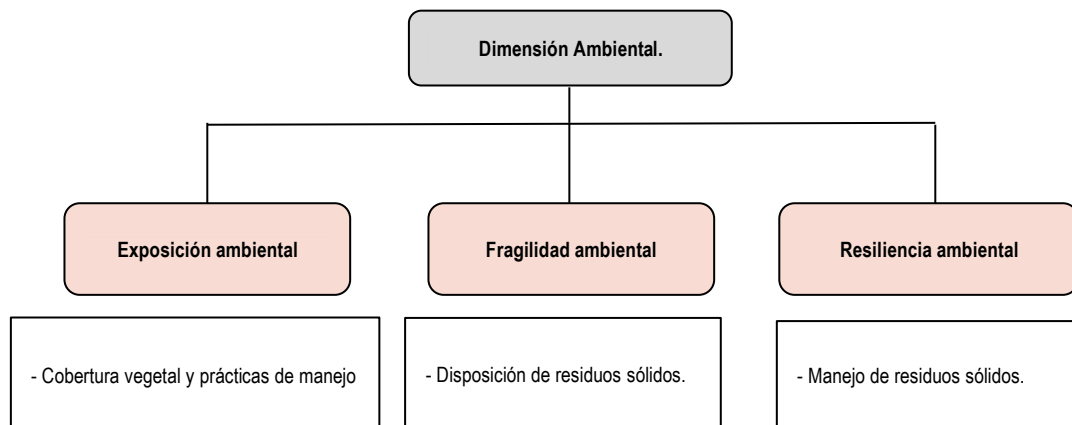
IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

4.2.2. ANALISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

En esta dimensión se considera las características ambientales que influye en un posible evento que afecte los elementos expuestos.

GRÁFICO 24: ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 92: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES – DIMENSIÓN AMBIENTAL.

V – AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 93: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES – DIMENSIÓN AMBIENTAL.

V – AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	0.539
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	0.297
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 94: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA – DIMENSIÓN AMBIENTAL.

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



a. ANALISIS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL

El único parámetro considerado para el análisis de la exposición ambiental es: Cercanía a residuos sólidos / Cercanía a canales de riego con agua del río Huatanay

TABLA 95: PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Exposición ambiental	Cobertura Vegetal y Prácticas de manejo	1.00

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Cobertura Vegetal y Practicas de manejo

TABLA 96: COBERTURA VEGETAL Y PRACTICAS DE MANEJO

Cobertura Vegetal y Prácticas de manejo	DESCRIPCIÓN
Perdida de suelos provocada	Tierras modificadas por acción humana, deforestación agravada y uso indiscriminado del suelo.
Tierra desolada / Expansión urbana informal	Tierras con cubierta vegetal inferior al 10%, expansión urbana en zonas de laderas fuera del borde urbano
Pradera / Zona urbana cercana a puntos de contaminación	Tierras cubiertas de arbustos con cubierta vegetal mayor al 10%, Zonas ocupadas dentro del borde urbano, cercana a canales de riego del río Huatanay
Matorral / Zona Urbana alejada a puntos de contaminación	Áreas cubiertas de arbustos con cubierta de más del 30%, Zonas ocupadas dentro del borde urbano, alejadas del canal del Huatanay.
Bosque	Áreas cubiertas de árboles, con cubierta vegetal de más del 30 %

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 97: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A PUNTOS DE BASURA Y CANALES DE RIESGO.

Cercanía a residuos sólidos y canales de riego.	Perdida de suelos provocada	Tierra desolada / Expansión urbana informal	Pradera / Zona urbana cercana a puntos de contaminación	Matorral / Zona Urbana alejada a puntos de contaminación	Bosque
Pérdida de suelos provocada	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Tierra desolada / Expansión urbana informal	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pradera / Zona urbana cercana a puntos de contaminación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Matorral / Zona Urbana alejada a puntos de contaminación	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Bosque	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 98: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A PUNTOS DE BASURA Y CANALES DE RIESGO.

Cercanía a residuos sólidos y canales de riego.	Perdida de suelos provocada	Tierra desolada / Expansión urbana informal	Pradera / Zona urbana cercana a puntos de contaminación	Matorral / Zona Urbana alejada a puntos de contaminación	Bosque	Vector Priorización
Pérdida de suelos provocada	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Tierra desolada / Expansión urbana informal	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Pradera / Zona urbana cercana a puntos de contaminación	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Matorral / Zona Urbana alejada a puntos de contaminación	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Bosque	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 99: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A PUNTOS DE BASURA Y CANALES DE RIESGO.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

b. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL

El único parámetro considerado para el análisis de la fragilidad ambiental es: Disposición de Residuos Sólidos.

TABLA 100: PARÁMETRO DE FRAGILIDAD AMBIENTAL.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Fragilidad ambiental	Disposición de residuos sólidos	1.00

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Disposición de Residuos Sólidos

TABLA 101: PARÁMETRO DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Disposición de RRSS.	DESCRIPCIÓN
Desechar en quebradas y cauces	Altísimo impacto ambiental; contamina fuentes de agua. Indica ausencia total de gestión de residuos.
Desechar en vías y calles	Genera focos de contaminación; refleja carencias en infraestructura y hábitos de manejo de residuos.
Desechar en botaderos (p)	Disposición informal en puntos de acumulación sin control sanitario; reduce levemente la dispersión, pero mantiene riesgos ambientales y de salud.
Carro recolector	Servicio básico de recolección municipal; mejora la limpieza y reduce focos de contaminación, aunque con cobertura y frecuencia limitada.
Carro recolector en forma segregada	Sistema más organizado con separación de residuos en origen; permite reciclaje y reduce significativamente la carga ambiental.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 102: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Disposición de RRSS.	Desechar en quebradas y causes	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos (p)	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada
Desechar en quebradas y causes	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Desechar en vías y calles	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Desechar en botaderos (p)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Carro recolector	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Carro recolector en forma segregada	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 103: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Disposición de RRSS.	Desechar en quebradas y causes	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos (p)	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada	Vector priorización
Desechar en quebradas y causes	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
Desechar en vías y calles	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
Desechar en botaderos (p)	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
Carro recolector	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
Carro recolector en forma segregada	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 104: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

IC	0.068
RC	0.061

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

c. ANALISIS DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL

El único parámetro considerado para el análisis de la resiliencia ambiental es: Manejo de Residuos Sólidos.

TABLA 105: PARÁMETRO DE RESILIENCIA AMBIENTAL

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Resiliencia ambiental	Manejo de residuos sólidos	1.00

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



Parámetro: Manejo de Residuos Sólidos

TABLA 106: PARÁMETRO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Manejo de Residuos Sólidos.	DESCRIPCIÓN
Sin manejo.	No existe ningún tipo de control ni clasificación de los residuos; se disponen directamente en cualquier lugar.
Deposita en un solo envase.	Recolección básica sin separación de residuos; reduce la dispersión, pero no evita la contaminación ni aprovecha recursos reutilizables.
Selecciona Orgánico e Inorgánico.	Separación inicial por tipo; mejora la disposición y facilita el reciclaje, reflejando prácticas más responsables.
Reúso y compostaje.	Incorporación de prácticas domésticas para disminuir la cantidad de residuos; transforma orgánicos en compost y reutiliza materiales.
Clasificación por material.	Manejo avanzado con separación detallada de residuos (plástico, vidrio, papel, etc.); minimiza impacto ambiental, mostrando alta resiliencia.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 107: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

MANEJO DE RRSS	Sin manejo	Deposita en un solo envase	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material
Sin manejo	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Deposita en un solo envase	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Selecciona orgánico e inorgánico	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
Reúso y compostaje	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Clasificación por material	0.13	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.68	8.50	15.33	25.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 108: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Manejo de RRSS	Sin manejo	Deposita en un solo envase	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material	Vector Priorización
Sin manejo	0.490	0.544	0.471	0.391	0.320	0.443
Deposita en un solo envase	0.245	0.272	0.353	0.326	0.280	0.295
Selecciona orgánico e inorgánico	0.122	0.091	0.118	0.196	0.240	0.153
Reúso y compostaje	0.082	0.054	0.039	0.065	0.120	0.072
Clasificación por material	0.061	0.039	0.020	0.022	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 109: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

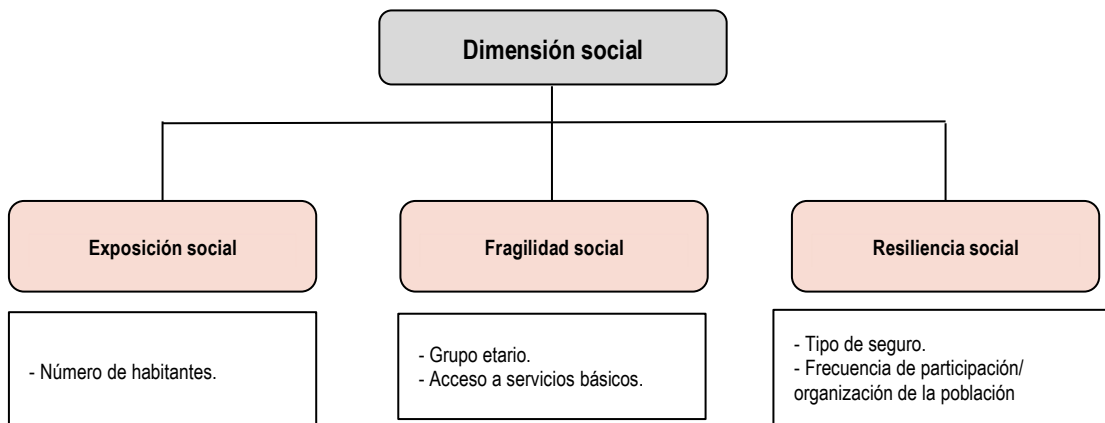
IC	0.053
RC	0.047

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

4.2.3. ANALISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

El análisis de la dimensión social implica la identificación y evaluación de las características propias de la población, así como de los factores vinculados a su dinámica y contexto dentro del área de estudio.

GRÁFICO 25: ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 110: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

V – SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	5.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.70	3.50	8.00
1/SUMA	0.59	0.29	0.13

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 111: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

V – SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.588	0.571	0.625	0.595
Fragilidad	0.294	0.286	0.250	0.277
Resiliencia	0.118	0.143	0.125	0.129
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 112: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.

IC	0.003
RC	0.005

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



a. ANALISIS DE LA EXPOSICIÓN SOCIAL

Parámetro: Número de habitantes

Este parámetro caracteriza el número de habitantes que viven en una parcela y/o lote:

TABLA 113: DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO NÚMERO DE HABITANTES

NÚMERO DE HABITANTES	DESCRIPCIÓN
Mayor a 9 hab.	Alta concentración de personas en la vivienda, lo que incrementa significativamente la vulnerabilidad.
8 a 9 hab.	Número elevado de personas expuestas, con una vulnerabilidad alta ante un posible evento.
6 a 7 hab.	Presencia moderada de personas, la vulnerabilidad es media, pero puede agravarse según otras condiciones del entorno.
4 a 5 hab.	Baja concentración de personas, la vulnerabilidad disminuye.
Menos de 3 hab.	Escasa presencia de la población, es la menos vulnerable.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 114: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES.

NÚMERO DE HABITANTES	Mayor a 9 hab.	8 a 9 hab.	6 a 7 hab.	4 a 5 hab.	Hasta 3 hab.
Mayor a 9 hab.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
8 a 9 hab.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
6 a 7 hab.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
4 a 5 hab.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menos de 3 hab.	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 115: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES.

NÚMERO DE HABITANTES	Mayor a 9 hab.	8 a 9 hab.	6 a 7 hab.	4 a 5 hab.	Hasta 3 Hab.	Vector Priorización
Mayor a 9 hab.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
8 a 9 hab.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
6 a 7 hab.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
4 a 5 hab.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menos de 3 Hab.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 116: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



b. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD SOCIAL

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

- Grupo etario
- Acceso a servicio básico

TABLA 117: PARÁMETROS DE FRAGILIDAD SOCIAL.

PARÁMETROS	PESOS
Grupo etario	0.5
Acceso a servicio básico	0.5

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Grupo etario

TABLA 118: PARÁMETROS GRUPO ETARIO.

Grupo etario	DESCRIPCIÓN
0-5 y > 66 años	Se trata de la población infantil y adulta mayor, con alta dependencia y menor capacidad de respuesta y evacuación, lo que incrementa su vulnerabilidad.
6-12 y 55-65 años	Corresponde a escolares y adultos mayores próximos a la tercera edad; aunque pueden movilizarse, presentan limitaciones físicas y requieren apoyo en situaciones de emergencia.
13-18 años	Adolescentes con mayor capacidad física que los grupos anteriores, pero aún dependientes en la toma de decisiones y en la respuesta organizada ante desastres.
19-30 años	Población joven y adulta con plena capacidad de respuesta y movilización, menor vulnerabilidad social frente al peligro.
31-54 años	Adultos en su etapa productiva, generalmente con mayor autonomía y experiencia para afrontar emergencias, considerados el grupo menos vulnerable.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 119: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO.

GRUPO ETARIO	0-5 y > 66 años	6-12 y 55-65 años	13-18 años	19-30 años	31-54 años
0-5 y > 66 años	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
6-12 y 55-65 años	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
13-18 años	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
19-30 años	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
31-54 años	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 120: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO.

GRUPO ETARIO	0-5 Y >66 años	6-12 Y 55 – 65 años	13-18 años	19-30 años	31-54 años	Vector Priorización
0-5 Y >66 años	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
6-12 Y 55-65 años	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
13-18 años	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
19-30 años	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
31-54 años	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 121: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO.

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Acceso a servicios básicos

TABLA 122: PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS

Acceso a servicios básicos	DESCRIPCIÓN
Ninguno	Viviendas que no cuentan con ningún servicio básico y son los más vulnerables ante cualquier evento, ya que esa condición indica que tiene una vivienda en un lugar con restricciones para gestionar sus servicios.
Solo un SSBB	Viviendas que cuentan con un solo servicio básico (agua, luz o desagüe), son vulnerables ya que su condición indica que sus viviendas están en un lugar de difícil acceso o con limitaciones para instalar.
Dos SSBB	Estas viviendas cuentan con dos servicios básicos (agua, luz o desagüe), su vulnerabilidad disminuye ya que esa condición indica que la vivienda está en un lugar más accesible para instalar.
Tres SSBB	Estas viviendas cuentan con todos los servicios básicos (agua, luz y desagüe), su vulnerabilidad disminuye ya que su condición indica que está ubicada en un lugar con buena accesibilidad.
Más de tres SSBB	Son viviendas que cuentan con todos los servicios básicos, además de otro servicio como seguridad, telefonía, entre otros que los hacen menos vulnerables ya que se encuentran en zonas de buena accesibilidad además de contar con los medios económicos para mantenerlo.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 123: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.

Acceso a servicios básicos	Ninguno	Solo un SSBB	Dos SSBB	Tres SSBB	Mas de tres SSBB
Ninguno	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Solo un SSBB	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Dos SSBB	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Tres SSBB	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Mas de tres SSBB	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 124: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.

Acceso a servicios básicos	Ninguno	Solo un SSBB	Dos SSBB	Tres SSBB	Mas de tres SSBB	Vector Priorización
Ninguno	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364	0.483
Solo un SSBB	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273	0.258
Dos SSBB	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182	0.142
Tres SSBB	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136	0.077
Mas de tres SSBB	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045	0.040
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 125: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.

IC	0.059
RC	0.053

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

c. ANALISIS DE LA RESILIENCIA SOCIAL

Los parámetros considerados para el análisis de resiliencia social son:

- Tipo de seguro
- Frecuencia de participación/ Organización de la población

TABLA 126: PARÁMETROS DE LA RESILIENCIA SOCIAL.

PARÁMETROS	PESOS
Tipo de seguro	0.5
Frecuencia de participación / Organización de la población	0.5

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Tipo de seguro.

TABLA 127: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO TIPO DE SEGURO

TIPO DE SEGURO.	DESCRIPCIÓN
Sin seguro	Población sin ningún tipo de cobertura de salud; presenta la mayor vulnerabilidad ante emergencias al no contar con respaldo institucional ni capacidad económica para atención médica.
SIS	Cobertura básica financiada por el Estado; mejora la atención inicial en emergencias, pero con limitaciones en infraestructura y servicios especializados.
FFAA/PNP	Personal o familiares con seguro de Fuerzas Armadas o Policía Nacional; cuentan con acceso a redes institucionales de salud y respuesta, aumentando su capacidad de resiliencia.
ESSALUD	Población con seguro contributivo; dispone de mayor acceso a servicios médicos y prestaciones, lo que reduce su vulnerabilidad frente a desastres.
Privado	Población con seguro privado; posee la mayor capacidad de respuesta y recuperación post-evento, con acceso inmediato a servicios médicos y asistencia especializada.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 128: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: TIPO DE SEGURO

TIPO DE SEGURO	Sin seguro	SIS	FFAA/PNP	ESSALUD	Privado
Sin seguro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SIS	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
FFAA/PNP	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
ESSALUD	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Privado	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 129: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: TIPO DE SEGURO

TIPO DE SEGURO	Sin seguro	SIS	FFAA/PNP	ESSALUD	Privado	Vector Priorización
Sin seguro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
SIS	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
FFAA/PNP	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
ESSALUD	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Privado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 130: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: TIPO DE SEGURO

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Parámetro: Frecuencia de participación / Organización de la población

TABLA 131: DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN / ORGANIZACIÓN SOCIAL

FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN / ORGANIZACIÓN SOCIAL	DESCRIPCIÓN
No participa	La población no participa en actividades comunitarias ni mantiene redes de apoyo, lo que limita gravemente su capacidad de organización y respuesta ante emergencias.
Casi nunca	Participación esporádica y desorganizada en actividades sociales; la resiliencia comunitaria es baja y la capacidad de coordinar acciones frente a desastres es limitada.
A veces	Participación ocasional en organizaciones sociales; existe cierto nivel de cohesión que permite respuestas básicas ante situaciones de riesgo.
Casi siempre	Participación frecuente y organizada en actividades comunitarias; fortalece redes de apoyo y aumenta la capacidad de respuesta colectiva ante emergencias
Participa activamente	Participación constante y activa en organizaciones sociales; se cuenta con redes sólidas y mecanismos de coordinación que maximizan la resiliencia y la capacidad de recuperación post-evento.

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 132: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN/ ORGANIZACIÓN SOCIAL

FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN / ORGANIZACIÓN SOCIAL	No participa	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Participa activamente
No participa	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Casi nunca	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
A veces	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Casi siempre	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Participa activamente	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

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 133: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN/ ORGANIZACIÓN SOCIAL

FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN / ORGANIZACIÓN SOCIAL	No participa	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Participa activamente	Vector priorización
No participa	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Casi nunca	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
A veces	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Casi siempre	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Participa activamente	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 134: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARTICIPACIÓN/ ORGANIZACIÓN SOCIAL

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

4.2.4. JERARQUIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD

TABLA 135: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES - DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.

DIMENSIONES DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL	DIMENSION SOCIAL
DIMENSION ECONOMICA	1.00	2.00	4.00
DIMENSION AMBIENTAL	0.50	1.00	3.00
DIMENSION SOCIAL	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 136: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN - DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.

DIMENSIONES DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL	DIMENSION SOCIAL	Vector Priorización
DIMENSION ECONOMICA	0.571	0.600	0.500	0.557
DIMENSION AMBIENTAL	0.286	0.300	0.375	0.320
DIMENSION SOCIAL	0.143	0.100	0.125	0.123
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



TABLA 137: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

4.2.5. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

TABLA 138: NIVELES DE VULNERABILIDAD

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.262	<	V	≤	0.495
ALTO	0.137	<	V	≤	0.262
MEDIO	0.070	<	V	≤	0.137
BAJO	0.036	≤	V	≤	0.070

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

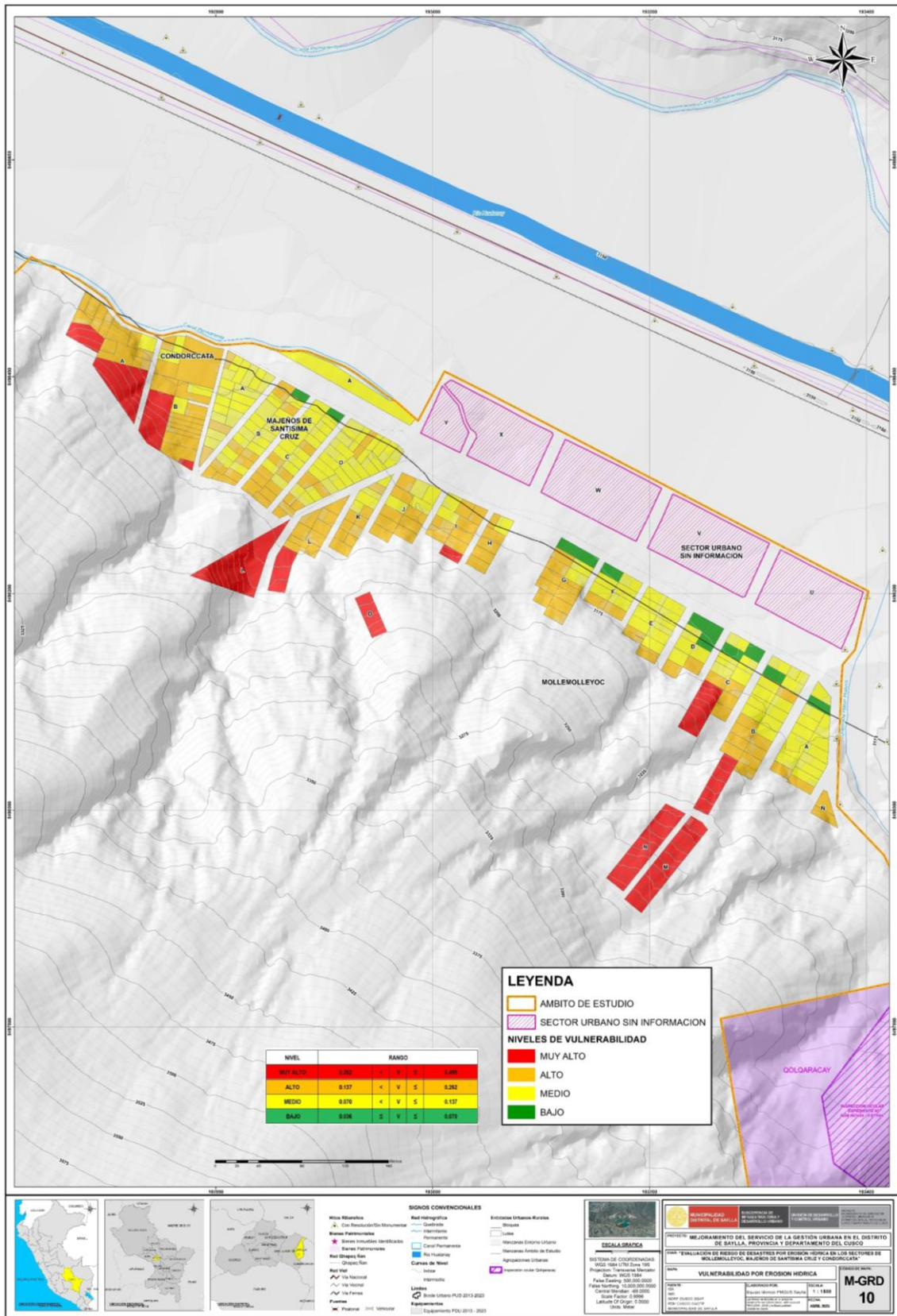
TABLA 139: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Muy cercana al área de peligro muy alto ($\leq 5m$). Material de construcción: Mixto y otros. Nivel de edificación: Mayor a 5 pisos. Estado de conservación: Muy malo. Ocupación: Desempleado. Ingreso Familiar Promedio: ≤ 604 soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Tierras modificadas por acción humana, deforestación agravada y uso indiscriminado del suelo. Disposición de residuos sólidos: Desecha en quebradas y cauces. Manejo de residuos sólidos: Sin manejo. Número de habitantes por lote: mayor a 9 habitantes entre 0 a 5 y $> a 66$ años. Acceso a servicios básicos: No cuentan con servicios básicos. Tipo de seguro: Sin seguro. Organización de la población: No participa o muy mala.	$0.262 < V \leq 0.495$
ALTO	Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Cercana al área de peligro muy alto ($> 5m - \leq 15m$). Material de construcción: Adobe. Nivel de edificación: De 4 a 5 pisos. Estado de conservación: Malo. Ocupación: Dedicado al hogar. Ingreso Familiar Promedio: $> 604 - \leq 853$ soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Tierras con cubierta vegetal inferior al 10%, expansión urbana en zonas de laderas fuera del borde urbano. Disposición de residuos sólidos: Quema de residuos sólidos. Manejo de residuos sólidos: Deposita en un envase. Número de habitantes por lote: de 8 a 9 habitantes entre 6 a 12 y 55 a 65 años. Acceso a servicios básicos: Cuenta con un servicio básico. Tipo de seguro: SIS. Organización de la población: Casi nunca o mala.	$0.137 < V \leq 0.262$
MEDIO	Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Medianamente cercana al área de peligro muy alto ($> 15m - \leq 25m$) o alejada del área de peligro muy alto ($> 25m - \leq 50m$). Material de construcción: Acero DRYWALL o Ladrillo/bloqueta. Nivel de edificación: De 2 a 3 pisos. Estado de conservación: regular o buena. Ocupación: ocupado menor de 18 años o trabajador independiente. Ingreso Familiar Promedio: $> 853 - \leq 1555$ o $> 1555 - \leq 2890$ soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Tierras cubiertas de arbustos con cubierta vegetal mayor al 10% y Zonas ocupadas dentro del borde urbano. Disposición de residuos sólidos: desecha en vías, calles o en botaderos. Manejo de residuos sólidos: selecciona orgánico e inorgánico, o reúso y compostaje. Número de habitantes por lote: de 4 a 7 habitantes entre 13 a 30 años. Acceso a servicios básicos: Cuentan con dos a tres servicios básicos. Tipo de seguro: FFAA/PNP o ESSALUD. Organización de la población: A veces o casi siempre.	$0.070 < V \leq 0.137$
BAJO	Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Muy alejada del área de peligro muy alto ($> 50m$). Material de construcción: Concreto armado. Nivel de edificación: De 1 piso. Estado de conservación: Muy buena. Ocupación: Trabajador dependiente. Ingreso Familiar Promedio: > 2890 soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Áreas cubiertas de árboles, con cubierta vegetal de más del 30 %. Disposición de residuos sólidos: Desecha en carro recolector. Manejo de residuos sólidos: Clasifica por material. Número de habitantes por lote: hasta 3 habitantes entre 31 a 54 años. Acceso a servicios básicos: Cuentan con más de tres servicios básicos. Tipo de seguro: Privado. Organización de la población: Participa activamente.	$0.036 \leq V \leq 0.070$

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



MAPA 10: MAPA DE VULNERABILIDAD POR EROSIÓN HÍDRICA



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

CAPITULO V. CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO

5.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO

Se siguió la metodología del Manual para Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos de Origen Natural – 02 Versión, el cual define el nivel de riesgo en función de la peligrosidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Este proceso metodológico comprende tres etapas principales como son: la determinación del nivel de peligro considerando factores condicionantes y desencadenantes; análisis de la vulnerabilidad considerando la dimensión social, económica y ambiental, y por último el cálculo del nivel de riesgo donde se determina los posibles efectos asociados al peligro.

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

Dónde:

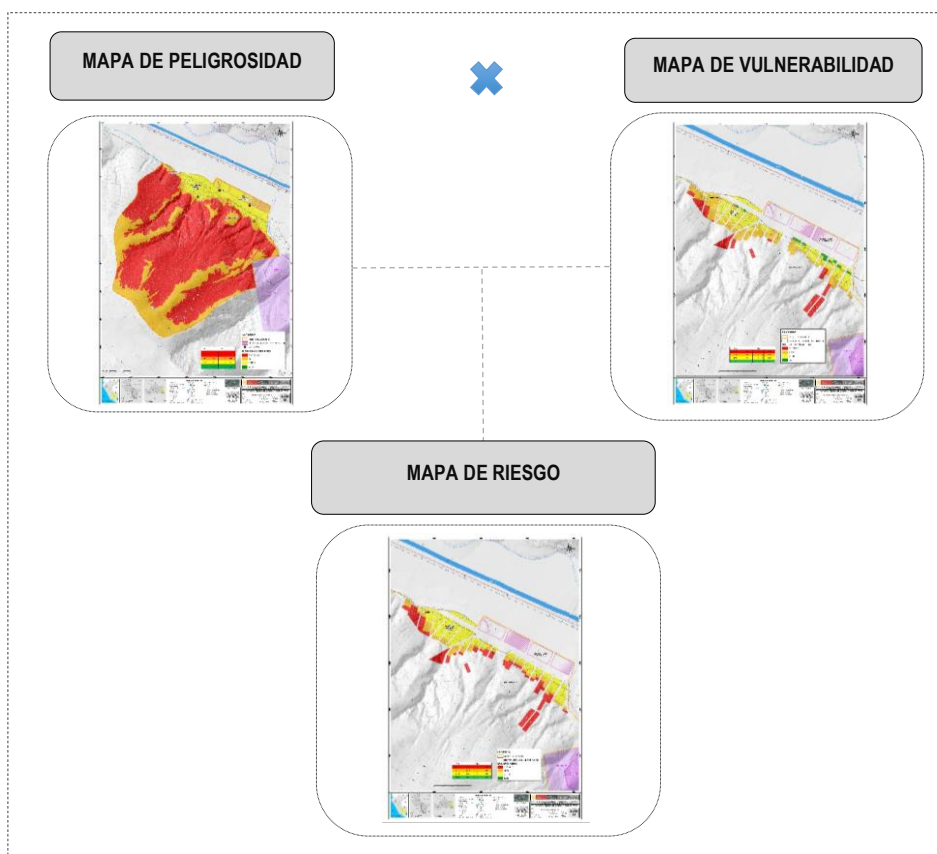
R= Riesgo

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

FIGURA 29: METODOLOGÍA PARA EL DETERMINACIÓN DEL RIESGO.



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, 2016

Elaborado por: Equipo técnico PMGUS, 2026.



5.2. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE RIESGO

En la siguiente tabla se muestran los niveles de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

TABLA 140: MÉTODO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

PMA	0.494	0.034	0.068	0.130	0.244
PA	0.266	0.018	0.036	0.070	0.132
PM	0.137	0.010	0.019	0.036	0.068
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.070	0.137	0.262	0.495
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 141: NIVELES DE RIESGO

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.070	< R ≤	0.244
ALTO	0.019	< R ≤	0.070
MEDIO	0.005	< R ≤	0.019
BAJO	0.001	≤ R ≤	0.005

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



5.2.1. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO POR EROSION HIDRICA

TABLA 142: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Áreas con pendientes mayores a 45°, con escasa o nula vegetación; geomorfológicamente corresponden a cárcavas; geológicamente predominan los depósitos coluviales; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos extremos (mayor a 200 tn/ha/año). Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Muy cercana al área de peligro muy alto ($\leq 5m$). Material de construcción: Mixto y otros. Nivel de edificación: Mayor a 5 pisos. Estado de conservación: Muy malo. Ocupación: Desempleado. Ingreso Familiar Promedio: ≤ 604 soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Tierras modificadas por acción humana, deforestación agravada y uso indiscriminado del suelo. Disposición de residuos sólidos: Desecha en quebradas y cauces. Manejo de residuos sólidos: Sin manejo. Número de habitantes por lote: mayor a 9 habitantes entre 0 a 5 y > 66 años. Acceso a servicios básicos: No cuentan con servicios básicos. Tipo de seguro: Sin seguro. Organización de la población: No participa o muy mala.	$0.070 < R \leq 0.244$
ALTO	Áreas con pendientes entre 25° a 45°, con cobertura vegetal predominante de pajonal de puna, matorral disperso o denso; geomorfológicamente corresponden a una vertiente coluvial de detritos o coluvio-deluvial; geológicamente predomina el depósito antropogénico o deluvial; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos muy graves (100 tn/ha/año - 200 tn/ha/año). Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Cercana al área de peligro muy alto ($> 5m - \leq 15m$). Material de construcción: Adobe. Nivel de edificación: De 4 a 5 pisos. Estado de conservación: Malo. Ocupación: Dedicado al hogar. Ingreso Familiar Promedio: $> 604 - \leq 853$ soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Tierras con cubierta vegetal inferior al 10%, expansión urbana en zonas de laderas fuera del borde urbano. Disposición de residuos sólidos: Quema de residuos sólidos. Manejo de residuos sólidos: Deposita en un envase. Número de habitantes por lote: de 8 a 9 habitantes entre 6 a 12 y 55 a 65 años. Acceso a servicios básicos: Cuenta con un servicio básico. Tipo de seguro: SIS. Organización de la población: Casi nunca o mala.	$0.019 < R \leq 0.070$
MEDIO	Áreas con pendientes entre 15° a 25°, con cobertura vegetal correspondiente a áreas agrícolas o urbanas; geomorfológicamente corresponden a un relieve de montaña en roca sedimentaria o piedemonte aluvio-torrencial; geológicamente predominan las Formaciones Quilque y Chilca, o depósitos proluviales; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos graves (50 tn/ha/año - 100 tn/ha/año) o moderados (25 tn/ha/año - 50 tn/ha/año). Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Medianamente cercana al área de peligro muy alto ($> 15m - \leq 25m$) o alejada del área de peligro muy alto ($> 25m - \leq 50m$). Material de construcción: Acero DRYWALL o Ladrillo/bloqueta. Nivel de edificación: De 2 a 3 pisos. Estado de conservación: regular o buena. Ocupación: ocupado menor de 18 años o trabajador independiente. Ingreso Familiar Promedio: $> 853 - \leq 1555$ o $> 1555 - \leq 2890$ soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Tierras cubiertas de arbustos con cubierta vegetal mayor al 10% y Zonas ocupadas dentro del borde urbano. Disposición de residuos sólidos: desecha en vías, calles o en botaderos. Manejo de residuos sólidos: selecciona orgánico e inorgánico, o reúso y compostaje. Número de habitantes por lote: de 4 a 7 habitantes entre 13 a 30 años. Acceso a servicios básicos: Cuentan con dos a tres servicios básicos. Tipo de seguro: FFAA/PNP o ESSALUD. Organización de la población: A veces o casi siempre.	$0.005 < R \leq 0.019$
BAJO	Áreas con pendientes menores a 15°, con cobertura vegetal correspondiente a plantaciones forestales; geomorfológicamente corresponden a terrazas aluviales; geológicamente predominan los depósitos aluviales; desencadenados por precipitaciones pluviales con intensidades entre 20 y 25 mm/h, clasificadas como muy fuertes; generarían zonas con procesos erosivos leves (0 tn/ha/año - 25 tn/ha/año). Localización de la edificación respecto al nivel de peligro: Muy alejada del área de peligro muy alto ($> 50m$). Material de construcción: Concreto armado. Nivel de edificación: De 1 piso. Estado de conservación: Muy buena. Ocupación: Trabajador dependiente. Ingreso Familiar Promedio: > 2890 soles. Cobertura Vegetal y prácticas de manejo: Áreas cubiertas de árboles, con cubierta vegetal de más del 30 %. Disposición de residuos sólidos: Desecha en carro recolector. Manejo de residuos sólidos: Clasifica por material. Número de habitantes por lote: hasta 3 habitantes entre 31 a 54 años. Acceso a servicios básicos: Cuentan con más de tres servicios básicos. Tipo de seguro: Privado. Organización de la población: Participa activamente.	$0.001 \leq R \leq 0.005$

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

[illegible]

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

5.3. CALCULO DE PÉRDIDAS

A. Cualitativa

En la evaluación de riesgo de desastres por erosión hídrica realizada en 316 lotes de los sectores Mollemolloyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, se determinó que 81 lotes presentan un nivel de riesgo muy alto (25.63%), 70 lotes un nivel de riesgo alto (22.15%) y 165 lotes un nivel de riesgo medio (52.22%).

En relación con la población, se identificó un total de 484 habitantes, de los cuales 39 se encuentran en condición de riesgo muy alto (8.06%), 94 en riesgo alto (19.42%) y 351 en riesgo medio (72.52%).

La presencia de laderas con pendientes superiores a 25° favorece la ocurrencia de procesos de erosión hídrica, lo cual contribuye a la existencia de lotes en niveles de riesgo alto y muy alto.

Dentro del ámbito de estudio del EVAR, se identificó que la mayor parte de los lotes ubicados en la APV Condorccata presentan niveles de riesgo alto y muy alto. La APV Majeños de Santísima Cruz registra predominantemente un nivel de riesgo medio. En cuanto a la APV Mollemolloyoc, los lotes presentan una variación en los niveles de riesgo, entre medio, alto y muy alto.

TABLA 143: POBLACIÓN Y VIVIENDA EN NIVEL DE RIESGO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN HÍDRICA

ELEMENTOS EXPUESTOS	UNIDAD	RIESGO	CANTIDAD	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Lotes	Und.	Muy Alto	81	316	25.63
		Alto	70		22.15
		Medio	165		52.22
Población	Número de habitantes	Muy Alto	39	484	8.06
		Alto	94		19.42
		Medio	351		72.52

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

B. Cuantitativa

Cuantificación de pérdidas

Probabilidad de afectación en el sector social (infraestructura)

Se presentan cuadros de referencia para la cuantificación de costos, los cuales son utilizados y/o adaptados según las condiciones específicas del área de estudio. A continuación, se exponen los cálculos de pérdidas en servicios básicos y en infraestructura vial que se encuentran expuestos a niveles de peligro alto y muy alto por erosión hídrica.

TABLA 144: INFRAESTRUCTURA DE ENERGÍA Y ELECTRICIDAD EXPUESTA AL PELIGRO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN HÍDRICA.

SERVICIO BÁSICO	UNIDAD	EXPUESTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL, S/
Postes de alumbrado publico	und	4	S/ 3,950.4	S/ 15,801.44
TOTAL, DE PERDIDAS POR SERVICIO BASICO EN S/				S/ 15,801.44

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

TABLA 145: INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO VIAL EXPUESTA AL PELIGRO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN HÍDRICA.

SERVICIO VIAL	UNIDAD	EXPUESTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL, S/
Vía sin afirmar (peatonal)	ml.	321.19	S/ 0.00	S/ 0.00
Vía sin afirmar (vehicular)	ml.	464.00	S/ 200.00	S/ 92,800
TOTAL, DE PERDIDAS POR SERVICIO VIAL EN S/				S/ 92,800

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



Probabilidad de afectación en el sector económico (infraestructura)

Se presentan cuadros de referencia para la cuantificación de costos, los cuales se utilizan y/o adaptan de acuerdo con la realidad del área de estudio. A continuación, se exponen los cálculos de pérdidas en terrenos que se encuentran expuestos a niveles de riesgo alto y muy alto por erosión hídrica.

TABLA 146: INFRAESTRUCTURA EXPUESTA AL PELIGRO ALTO Y MUY ALTO POR EROSIÓN.

ELEMENTO EXPUESTO	NIVEL RIESGO	UNIDAD	EXPUESTO	PRECIO UNITARIO	AJUSTE RIESGO	TOTAL, S/
Terreno	Muy alto	m²	20,487.81	\$ 124.94	0.7	S/ 6,217,624.61
	Alto		11,783.81	\$ 124.94	0.3	S/ 1,532,632.11
TOTAL, DE PERDIDAS POR INFRAESTRUCTURA DE TERRENOS EN S/						S/ 7,750,256.73

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

La cuantificación de pérdidas de infraestructura social y económica total asciende a S/ 7,858,859.05

TABLA 147: TOTAL DE PERDIDAS PROBABLES.

	INFRAESTRUCTURA	TOTAL, S/
SECTOR SOCIAL (Infraestructura)	Perdida servicio básico	S/ 108,602.32
SECTOR ECONÓMICO (Infraestructura)	Perdida por terrenos	S/ 7,750,256.73
TOTAL, PERDIDAS PROBABLES		S/ 7,858,859.05

Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

Nota: Los precios unitarios corresponden a valores referenciales de mercado utilizados para la estimación de pérdidas probables, considerando criterios técnicos de valoración económica. Los valores en dólares fueron convertidos a moneda nacional según el tipo de cambio vigente a la fecha del estudio.



CAPITULO VI. CONTROL DEL RIESGO

La aplicación de las medidas preventivas y correctivas en los sectores de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata no garantiza una confiabilidad de que no se presenten consecuencias en el futuro, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente por las condiciones actuales de la zona (cárcavas que se disponen de forma transversal al cauce del ámbito de estudio, laderas con pendientes muy fuertes), el riesgo 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.

6.1. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO

Valoración de las consecuencias.

De la tabla obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural de movimientos en masa como la erosión hídrica, pueden ser gestionadas con recursos disponibles, los que corresponden a un nivel de valoración de consecuencias MEDIO con un Valor 2.

TABLA 148: VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS.

Valor		Descripción
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: CENEPRED, 2014.

Valoración de la frecuencia de recurrencia.

De la siguiente tabla, se obtiene que el evento de erosión hídrica en los sectores de Mollemolleyoc, Majeños de Santísima Cruz y Condorccata, puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias, es decir, posee el NIVEL 3 – ALTO.

TABLA 149: VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Fuente: CENEPRED, 2014.

Nivel de consecuencia y daño (Matriz).

En la siguiente matriz de doble entrada se obtiene el resultado de consecuencia y daño como NIVEL 3 – ALTO, (consecuencia media y frecuencia alta).

TABLA 150: VALORACIÓN DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy alto	4	Alto	Medio	Muy alto	Muy alto
Alto	3	Medio	Alto	Alto	Muy alto
Medio	2	Medio	Medio	Alto	Alto
Bajo	1	Bajo	Medio	Medio	Alto
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Fuente: CENEPRED, 2014

Medidas cualitativas de consecuencia y daño

De la interpretación de la tabla anterior correspondiente a la matriz de doble entrada del nivel de consecuencias y daño, se determina que el Valor 3 corresponde a un nivel ALTO. Asimismo, la siguiente tabla presenta la descripción asociada a dicho nivel: “Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes”.

TABLA 151: MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieras importantes.
3	Alto	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes.
2	Medio	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.
1	Bajo	Tratamiento de primeros auxilios en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.

Fuente: CENEPRED, 2014

Aceptabilidad y tolerancia

En la siguiente tabla de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por erosión hídrica en las parcelas clasificadas con riesgo alto y muy alto en el ámbito de estudio, se deben realizar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos correspondiente al nivel 3 – INACEPTABLE.

TABLA 152: ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA

Nivel	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED, 2014



Matriz de aceptabilidad y tolerancia:

La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

TABLA 153: NIVELES DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DE RIESGO

Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisibles	Riesgo inadmisibles
Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisibles
Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable

Fuente: CENEPRED, 2014

Del análisis de la matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se precisa que el nivel de riesgo es INACEPTABLE en las viviendas circunscritas al área de riesgo potencial.

Prioridad de la intervención.

TABLA 154: PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisibles	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED, 2014

Del cuadro se obtiene que el NIVEL DE PRIORIZACIÓN es II, del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.



6.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES

6.2.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN ESTRUCTURAL

Según lo analizado se proponen las siguientes medidas estructurales:

A. OBRAS DE DRENAJE

Las obras de drenaje tienen por finalidad interceptar, conducir y evacuar adecuadamente las aguas pluviales, evitando la infiltración y concentración de escorrentías que puedan incrementar los procesos de erosión y la inestabilidad de taludes.

Canal de evacuación de aguas pluviales

- Construcción de un canal de evacuación de aguas pluviales de 130m entre la manzana D de la APV. Majeños de la Santísima Cruz y la manzana L de la APV. Mollemolleyoc.
- Construcción de un canal de evacuación de aguas pluviales de 134m entre la manzana A de la APV. Majeños de la Santísima Cruz y la manzana B de la APV. Condorccata.
- Construcción de un canal de evacuación de aguas pluviales de 67m entre la manzana H y G de la APV. Mollemolleyoc.

Zanjas de drenaje

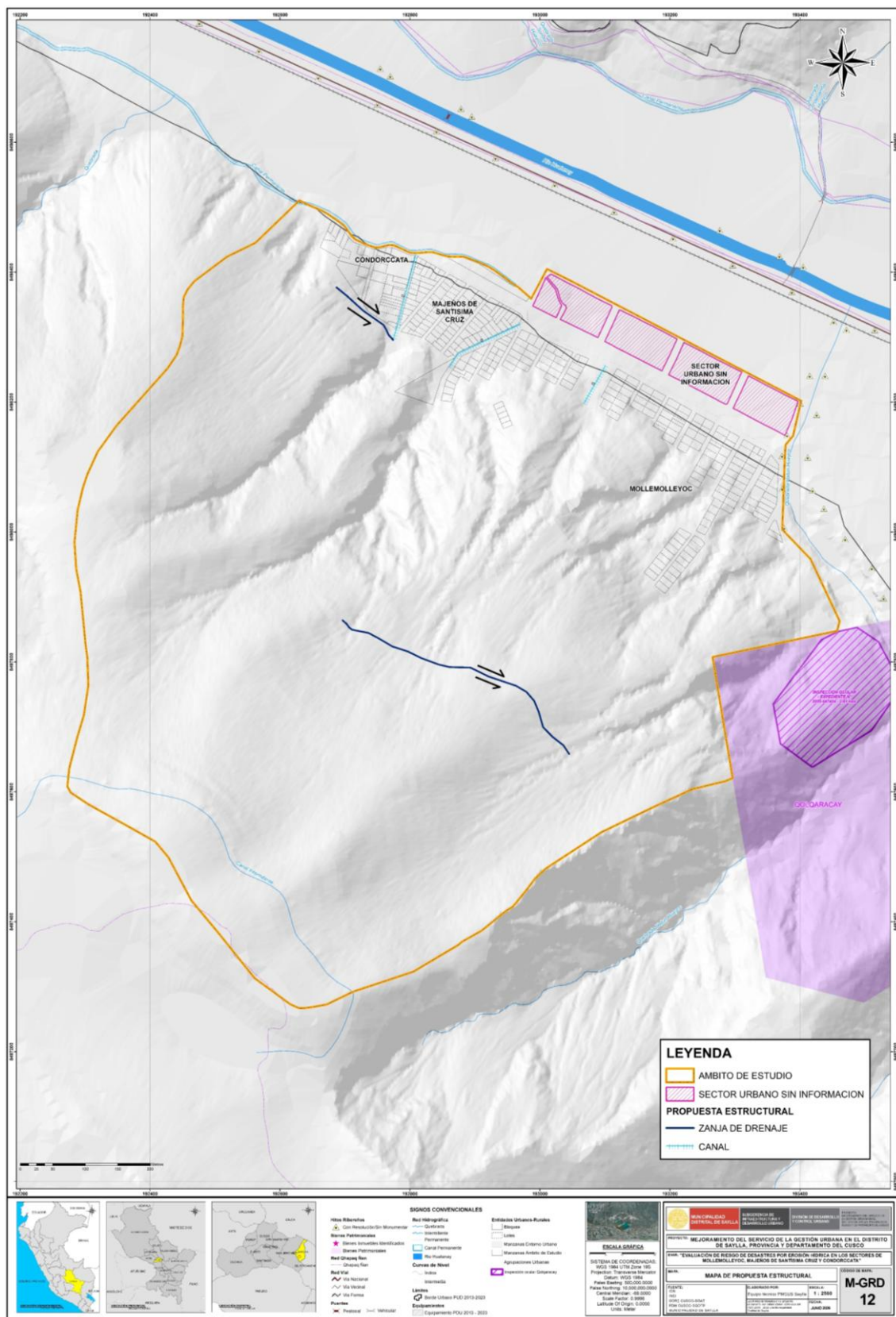
- Implementación de zanja de drenaje en la parte alta de la APV. Mollemolleyoc para interceptar la escorrentía superficial proveniente de las laderas superiores.
- Implementar zanjas de drenaje en la parte alta de la APV. Condorccata.

B. OBRAS DE SISTEMA DE CONTENCION

Las obras de sistema de contención tienen como finalidad mejorar la estabilidad de los taludes y laderas mediante estructuras que incrementen su capacidad resistente, reduciendo la probabilidad de procesos de erosión hídrica y otros movimientos en masa. Debido a que estas intervenciones se ubican íntegramente en predios de propiedad privada, su ejecución será responsabilidad de los propietarios, quienes deberán desarrollarlas conforme a los lineamientos establecidos en el ítem "Áreas de Protección para la Reducción del Riesgo" del presente EVAR y a los estudios técnicos correspondientes.



MAPA 12: MAPA DE PROPUESTA ESTRUCTURAL



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

6.2.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

A. MEDIDAS DE CONTROL

Áreas no urbanizables y de protección ambiental: Sectores donde el objetivo principal es la conservación ambiental y restringir la ocupación, aunque existan algunas viviendas aisladas o lotes ya ocupados.

Áreas de protección para la reducción del riesgo: Sectores intervenidos por la acción antrópica donde la ocupación existente o futura queda condicionada a la implementación de medidas de reducción del riesgo.

Áreas no urbanizables y de protección ambiental

Las áreas comprendidas en la presente propuesta corresponden a sectores que, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano (2013-2023) y el Plan de Desarrollo Metropolitano (2018-2038), se encuentran clasificados como áreas no urbanizables, debido a sus características ambientales, ecológicas y de seguridad física. En dichos instrumentos de planificación se identifican como Áreas de Conservación Ecológica y Áreas de Preservación y Resguardo (PDM), así como Zonas de Protección y Conservación Ecológica, Zonas de Protección Ambiental y Zonas de Forestación (PDU).

La evaluación de riesgo desarrollada en el presente EVAR confirma que estos sectores presentan condiciones de peligro alto y muy alto, asociadas principalmente a la presencia de laderas de fuerte pendiente, cauces de quebradas y zonas con procesos de inestabilidad. En consecuencia, los resultados del estudio ratifican la necesidad de mantener la clasificación establecida en los instrumentos de planificación territorial (ver anexo 02), restringiendo la ocupación de las áreas que aún permanecen libres y evitando la expansión urbana hacia estos sectores.

Si bien parte de estas áreas ha sido ocupada y presenta modificaciones del terreno producto de la habilitación urbana, esta situación no modifica su condición de área no urbanizable establecida en los instrumentos de planificación vigentes. En estos sectores deberán priorizarse únicamente las intervenciones destinadas a la protección ambiental, la conservación del suelo y la ejecución de obras orientadas a la reducción del riesgo de desastres. Asimismo, en las áreas que aún no presentan ocupación deberá mantenerse la prohibición de la modificación del terreno, a fin de evitar la generación de nuevos riesgos y la degradación de sus condiciones naturales.

En estas áreas estará prohibido:

- La habilitación de nuevos lotes y la construcción de nuevas edificaciones.
- La alteración significativa de la cobertura vegetal y la deforestación.
- La ejecución de cortes de talud, rellenos o movimientos de tierra sin sustento técnico.
- Prohibición de ampliaciones de viviendas existentes
- Prohibición de nuevas conexiones de servicios básicos

En estas áreas podrán ejecutarse:

- Obras de reducción del riesgo.
- Obras de estabilización de taludes.
- Obras de drenaje y manejo de aguas pluviales.
- Actividades de recuperación ambiental, forestación y conservación del suelo.
- Obras públicas debidamente sustentadas que contribuyan a la reducción del riesgo.

Áreas de protección para la reducción del riesgo

Corresponden a sectores que, si bien fueron clasificados en los instrumentos de planificación territorial (PDU – PDM) como áreas no urbanizables, han sido intervenidos por la acción antrópica mediante cortes de talud, rellenos y otras modificaciones del terreno ejecutadas sin criterios técnicos. Actualmente, algunos de estos sectores presentan viviendas, mientras que otros permanecen sin ocupación, pero con alteraciones de sus condiciones naturales. En estos casos, la ocupación estará condicionada a la implementación de las medidas de reducción del riesgo.

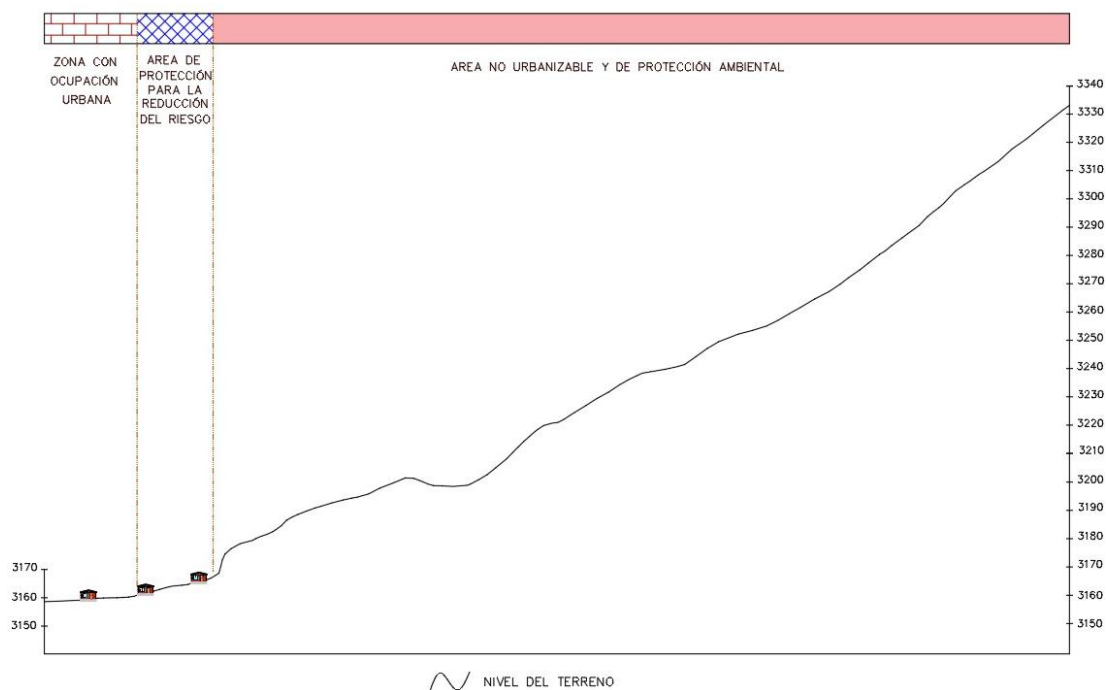
La delimitación del Área de Protección para la Reducción del Riesgo se realizó considerando de manera integrada los resultados de los EVAR por deslizamientos y erosión, priorizando el escenario de mayor criticidad y la continuidad espacial de las medidas de protección. En consecuencia, algunos predios clasificados con riesgo alto por erosión han sido incorporados a esta categoría debido a su superposición con sectores de riesgo muy alto por deslizamientos y a la necesidad de mantener un polígono continuo que garantice la eficacia de las medidas de reducción del riesgo.

En estas áreas se prioriza la implementación de medidas estructurales destinadas a mejorar la estabilidad del terreno y reducir el riesgo existente. Las obras necesarias no estarán necesariamente ubicadas dentro del lote afectado, sino que podrán ejecutarse en taludes, quebradas, laderas u otros sectores donde se origine el peligro.

En otros casos, las medidas estructurales deberán ejecutarse dentro de los propios lotes, principalmente cuando los procesos de inestabilidad hayan sido originados por cortes de talud o modificaciones del terreno realizadas para la delimitación del lote, siendo importantes para garantizar condiciones adecuadas de seguridad y estabilidad.

Finalmente, los taludes ubicados en el límite entre las Áreas No Urbanizables y de Protección Ambiental y las Áreas de Protección para la Reducción del Riesgo deberán ser evaluados mediante estudios geológicos y geotécnicos, conforme a lo establecido en la Norma Técnica CE.020 "Estabilización de Suelos y Taludes", a fin de definir las medidas de estabilización requeridas y la viabilidad de la mitigación del riesgo.

FIGURA 30: CORTE TRANSVERSAL A LA LADERA (CORTE A-A')



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740



B. LINEAMIENTOS PARA LA REGULACIÓN DE CONSTRUCCIONES EN ÁREAS DE RIESGO ALTO Y MUY ALTO

- La ocupación en áreas con riesgo alto y muy alto deberá restringirse a zonas de baja o muy baja densidad, siempre que no se encuentren dentro del área identificada en el presente EVAR como "Área no urbanizable y de protección ambiental" (medida no estructural) donde se prohíbe la ocupación.
- Toda edificación deberá adecuarse a la pendiente natural del terreno evitando en lo posible cortes de terreno.
- Están prohibidos los cortes de taludes con inclinaciones mayores a 25°, salvo en macizos de roca competente. En estos casos, será obligatorio contar con estudios geotécnicos específicos que sustenten y garanticen la estabilidad del talud.
- Los lotes que realicen cortes de terreno deberán implementar obras de sostenimiento.

Directrices para regular la ocupación en áreas urbanas de riesgo alto y muy alto - Plan de Desarrollo Metropolitano 2018 -2038

- Las habilitaciones urbanas deberán contemplar restricciones establecidas para la reducción y prevención del alto,
- Los parámetros urbanísticos deberán garantizar seguridad física ante desastres.
- Están prohibidos los cortes de taludes que superen una pendiente superior a 35° salvo que estén en roca firme y sin problemas de posibles fallas, en cuña o planares, o que estén reforzados.
- Cualquier tipo de corte de talud para edificaciones, deberá confinarse inmediatamente con un sistema de contención previa autorización municipal.
- Está permitido realizar cortes de taludes para ejecución de obras civiles (transporte, comunicación, acueductos etc.), que cuenten con el adecuado plan de manejo de taludes; además los cortes realizados, deberá confinarse inmediatamente con un sistema de contención y drenaje pluvial, previa autorización municipal.
- Todo tipo de corte realizado y muros de contención en estructura rígida deben considerar obligatoriamente factores de seguridad superior a 1.5.
- Las ocupaciones urbanas adyacentes a taludes deberán contemplar obligatoriamente franja de aislamiento.

C. CONSIDERACIONES NORMATIVAS – NORMA TÉCNICA CE.020 "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y TALUDES"

La Norma Técnica CE.020 "Estabilización de Suelos y Taludes" del Reglamento Nacional de Edificaciones establece los criterios técnicos para la evaluación, diseño y ejecución de obras destinadas a garantizar la estabilidad de suelos y taludes, con el fin de prevenir fallas que puedan comprometer la seguridad de las personas, las edificaciones y la infraestructura.

Debido a que el ámbito de estudio presenta numerosos cortes de talud ejecutados para la habilitación de lotes y la construcción de viviendas, la aplicación de esta norma resulta indispensable para evaluar las condiciones de estabilidad de los taludes existentes y definir las medidas de estabilización requeridas. En especial, deberá priorizarse la evaluación de los taludes ubicados en el límite entre las **Áreas No Urbanizables y de Protección Ambiental** y las **Áreas de Protección para la Reducción del Riesgo**.

[illegible]

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740



MEDIDAS DE OPERACIÓN

Con el fin de reducir la exposición y aumentar la resiliencia de la población de las agrupaciones urbanas comprendidas en el ámbito de estudio del EVAR, se plantea las siguientes acciones:

Programas de sensibilización y educación comunitaria:

Implementar campañas periódicas de difusión para informar a la población sobre los peligros presentes en su entorno, los factores que incrementan su vulnerabilidad y las medidas de prevención y respuesta. Estas actividades deberán promover la toma de conciencia y la responsabilidad ciudadana frente al riesgo, dirigidas especialmente a sectores con alto y muy alto riesgo, pero también a toda la población para generar cultura de prevención.

Capacitación y fortalecimiento de capacidades locales:

Desarrollar talleres y capacitaciones sobre gestión de riesgos de desastres, medio ambiente y ordenamiento territorial, abordando conceptos de peligro, vulnerabilidad y riesgo, así como medidas de prevención, reducción y respuesta. Se recomienda incluir aspectos normativos y buenas prácticas de construcción en zonas de ladera y franjas de protección.

Participación y control social:

Las directivas de cada agrupación vecinal deben asumir un rol activo en el control y fiscalización de nuevas construcciones, asegurando que cumplan con las restricciones y condiciones de seguridad en zonas de ladera. Asimismo, se deben respetar las franjas de protección y aislamiento establecidas para zonas de alto y muy alto peligro, y difundirlas ampliamente para que la población las conozca.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N° 135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N° 16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740



CONCLUSIONES

1. Los niveles de peligrosidad por erosión hídrica en el ámbito de estudio son: **medio** con un total de 8.83 ha correspondiente al 9.09%, **alto** con un total de 24.83 ha correspondiente al 25.56% y **muy alto** con un área de 63.50 ha correspondiente al 65.35% del área total del ámbito de estudio.
2. Elementos expuestos identificados:
 - 484 habitantes
 - 316 lotes
 - 634.21 metros de líneas de alta tensión
 - 2 torres de alta tensión
 - 53 postes de alumbrado público
 - 3.71 kilómetros de vías sin afirmar
3. Se han evaluado los niveles de peligro por erosión hídrica analizando los factores condicionantes como los rangos de pendientes, cobertura vegetal, unidades geomorfológicas y unidades geológicas. Considerando como factor desencadenante la intensidad de la precipitación en 1hr de la estación Kayra, y como parámetro de evaluación la tasa de pérdida del suelo anual (Factor A “Metodología RUSLE”) teniendo los siguientes resultados.
 - **Peligro muy alto: 82 lotes**
 - **Peligro alto: 65 lotes**
 - **Peligro medio: 169 lotes**
4. Se ha realizado el análisis de vulnerabilidad dando los siguientes resultados:
 - **Vulnerabilidad muy alta: 43 lotes**
 - **Vulnerabilidad alta: 124 lotes**
 - **Vulnerabilidad media: 137 lotes**
 - **Vulnerabilidad baja: 12 lotes**
5. Se ha determinado el nivel de riesgo por erosión hídrica en el ámbito de estudio, dando como resultado lo siguiente:
 - **Riesgo muy alto: 81 lotes**
 - **Riesgo alto: 70 lotes**
 - **Riesgo medio: 165 lotes**
6. El análisis realizado confirma la necesidad de implementar medidas estructurales orientadas al manejo de aguas pluviales, estabilización de taludes y laderas; así como medidas no estructurales destinadas al control de la ocupación del territorio y la conservación de las áreas ambientalmente sensibles. Las medidas estructurales no garantizan eliminación del riesgo, solo reducción.
7. **Medidas estructurales propuestas:**
Se plantearon intervenciones de drenaje pluvial —canales y zanjas de coronación— y obras de sistemas de contención, orientadas a reducir la susceptibilidad del terreno y mitigar los procesos erosivos activos.
8. El estudio de Evaluación del Riesgo de Desastres ratifica la condición de Áreas No Urbanizables y de Protección Ambiental establecida en el Plan de Desarrollo Urbano y el Plan de Desarrollo Metropolitano, proponiendo además la delimitación de Áreas de Protección para la Reducción del Riesgo, donde la permanencia de la ocupación estará condicionada a la implementación de medidas de mitigación.



9. Medidas no estructurales propuestas:

- Medidas de control
 - o Áreas no urbanizables y de protección ambiental
 - o Áreas de protección para la reducción del riesgo
- Lineamientos para la regulación de construcciones en áreas de riesgo alto y muy alto.
- Consideraciones normativas
- Medidas de operación, propuestas de intervención social.

10. Alcance del EVAR y necesidad de evaluación complementaria

El nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo determinado en el presente estudio de EVAR corresponde exclusivamente a la evaluación del fenómeno de **erosión hídrica**. En consecuencia, la condición final del nivel de riesgo de cada sector podrá variar al incorporarse la evaluación de otros peligros que puedan incidir en el ámbito de estudio. En particular, los lotes ubicados en las inmediaciones del cauce de la **quebrada Hatun Huayco** presentan una exposición al peligro por **flujos de detritos**, por lo que este fenómeno deberá ser considerado de manera complementaria en la evaluación integral del riesgo y en la formulación e implementación de las medidas de gestión del riesgo de desastres correspondientes. La quebrada Hatun Huayco no está dentro del área evaluada, pero sí influye en el ámbito de estudio.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el polígono identificado como "Área no urbanizable y de protección ambiental." sea aprobado con ordenanza municipal o el acto administrativo que resulte aplicable a fin de reconocer oficialmente su delimitación y establecer restricciones para la ocupación y expansión urbana dentro de este ámbito.
2. Se recomienda gestionar la inscripción del polígono denominado "Área No Urbanizable y de Protección Ambiental" ante la SUNARP, de acuerdo con la normativa vigente, con la finalidad de fortalecer su protección e intangibilidad.
3. Se recomienda evaluar la ejecución de un proyecto de reforestación en el ámbito clasificado como **Área No Urbanizable y de Protección Ambiental**, priorizando el uso de **especies nativas** y técnicas de conservación de suelos que contribuyan a la reducción de la erosión hídrica.
4. En los sectores donde la ocupación sea compatible con los instrumentos de planificación territorial, se recomienda que el diseño de las edificaciones se adapte a la pendiente natural del terreno, minimizando cortes y rellenos de gran magnitud para evitar la inestabilidad del suelo.
5. Se recomienda respetar los instrumentos de planificación territorial vigentes y futuros. Las edificaciones deberán emplazarse sobre terreno competente, evitando el uso de rellenos no controlados. El diseño de cimentaciones y obras de contención deberá sustentarse en **estudios geotécnicos** y en el correspondiente diseño estructural, conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma Técnica **CE.020 – Estabilización de Suelos y Taludes. Norma CE.020.**



BIBLIOGRAFIA

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales* (2.ª versión). Lima, Perú.
- Congreso de la República del Perú. (2011). *Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. Lima, Perú.
- Blanquer, J. M. G., Ibáñez Asensio, S., & Moreno Ramón, H. (s. f.). *El factor K de la ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE)*. Universitat Politècnica de València.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., & Carlier, G. (2011). *Geología del cuadrángulo de Cusco 28-s* (Escala 1:50 000). INGEMMET, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 138.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. (2020). *Evaluación de peligros geológicos de la quebrada Hatun Huayco. Distrito de Saylla, provincia y región Cusco* (Informe Técnico A7100). Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2012). *Norma Técnica CE.020: Estabilización de suelos y taludes*. Reglamento Nacional de Edificaciones. Gobierno del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente*. Reglamento Nacional de Edificaciones. Gobierno del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.050: Suelos y Cimentaciones*. Reglamento Nacional de Edificaciones. Gobierno del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s. f.). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Gobierno del Perú.
- Municipalidad Distrital de Saylla. (2025). *Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Distrito de Saylla 2025–2030*.
- Municipalidad Provincial del Cusco. (2013). *Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia del Cusco 2013–2023*.
- Municipalidad Provincial del Cusco. (2018). *Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia del Cusco 2018–2038*.
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2011). *Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. Lima, Perú.
- Sabino Rojas, E., Felipe Obando, O. G., & Lavado Casimiro, W. S. (2017). *Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú* (Nota Técnica N.º 002-SENAMHI-DHI). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. (s. f.). *Datos históricos de precipitaciones pluviales máximas de 24 horas de la estación Kayra y umbrales de precipitación*.
- Tinta, W., & Barrera, K. (s. f.). *Criterios de clasificación geológico-geotécnica de los depósitos cuaternarios*. Sociedad Geológica del Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: PANEL FOTOGRAFICO

FOTOGRAFÍA 25: VISTA PANORÁMICA DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC, DONDE SE OBSERVA UN INTENSO PROCESO DE CARCAVAMIENTO A LO LARGO DE LA LADERA.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 26: VISTA PANORÁMICA DE LA APV. MAJEÑOS DE LA SANTÍSIMA CRUZ Y CONDOCCATA.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Jonathan Daniel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740

**FOTOGRAFÍA 27: MANZANA A, B, C Y D DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC, SE OBSERVA CORTES DE ALTURA CONSIDERABLE QUE
DESESTABILIZAN LOS TALUDES.**



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 28: LOTES Mz. C, D DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC UBICADO EN LA PARTE BAJA DE UN DESLIZAMIENTO.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 29: VIVIENDAS UBICADAS AL PIE DEL TALUD ROCOSO, EXPUESTA A POSIBLES CAÍDAS DE ROCAS – Mz F, APV. MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 30: CORTES DE TALUD SIN NINGUNA OBRA DE SOSTENIMIENTO – Mz H, I DE LA APV MOLLEMOLLEYC.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 31: VIVIENDAS UBICADAS SOBRE LADERAS INTERVENIDAS MEDIANTE CORTES ESCALONADOS EN DEPÓSITOS POCO CONSOLIDADOS, SIN OBRAS DE SOSTENIMIENTO – Mz A, B DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 32: CORTES DE TALUD DE ALTURA CONSIDERABLE EN LA Mz E, APV. MOLLEMOLLEYOC



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

**FOTOGRAFÍA 33: VÍAS DE LA APV. MAJEÑOS DE LA SANTÍSIMA CRUZ SIN SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL, POR DONDE DISCURREN LAS AGUAS
PROVENIENTES DE LAS QUEBRADAS UBICADAS EN LA PARTE ALTA.**



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 34: ZONA AFECTADA POR PROCESOS DE CARCAVAMIENTO Y EROSIÓN SEVERA EN LA PARTE ALTA DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC.



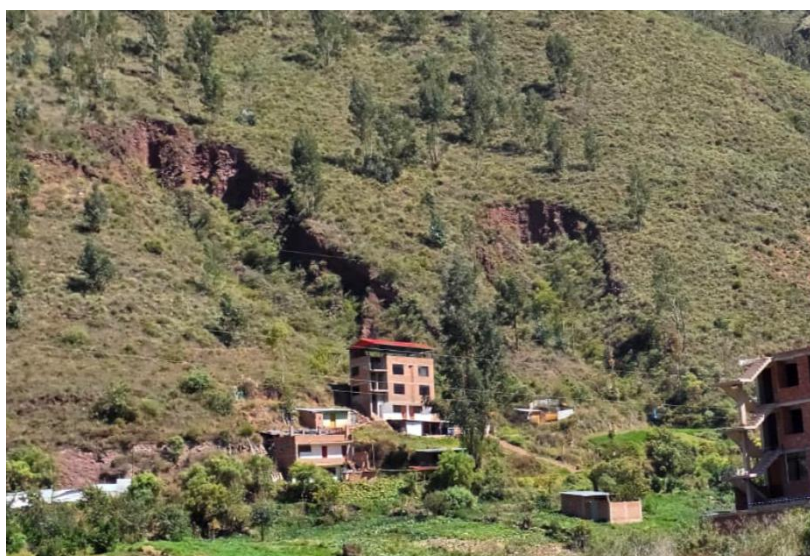
Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

FOTOGRAFÍA 35: ZONA AFECTADA POR PROCESOS DE CARCAVAMIENTO Y EROSIÓN SEVERA EN LA PARTE ALTA DE LA APV. MOLLEMOLLEYOC.



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.

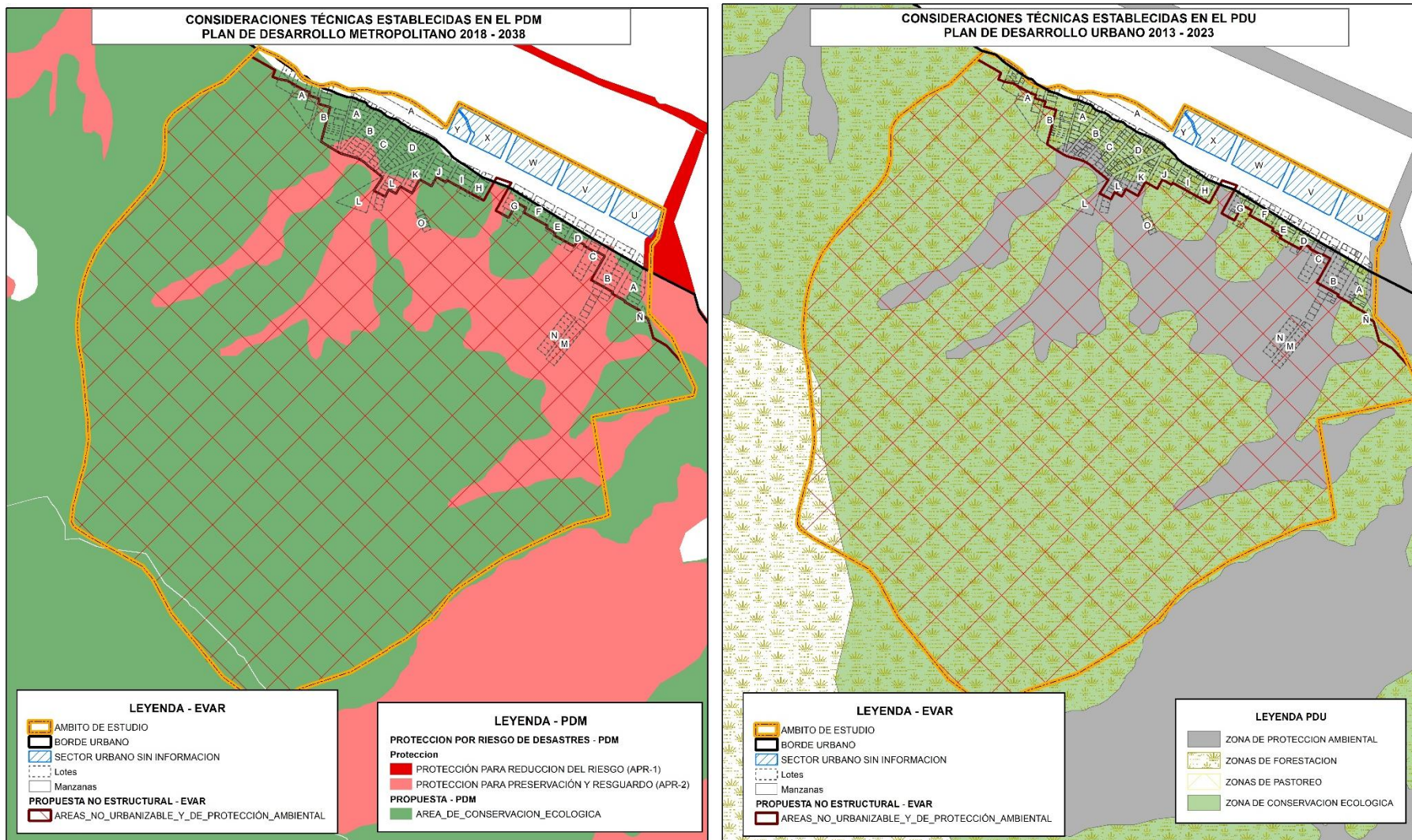
**FOTOGRAFÍA 36: APV. CONDORCCATA, PRESENCIA DE CARCAVAMIENTO CONSIDERABLE EN LADERAS PRÓXIMAS A LA ZONA URBANA; SE
OBSERVAN VIVIENDAS UBICADAS AL PIE DE LADERAS EMPINADAS.**



Fuente: Equipo técnico PMGUS, 2026.



ANEXO 02: CONSIDERACIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN LOS PLANES MAYORES – PDU Y PDM



EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES
R.J. N°135-2020-CENEPRED/J

Arq. María Esther Vásquez Zapata
CAP N°16825

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Jonathan Dankel Benito Perez
INGENIERO GEOLOGO
CIP 390740



ANEXO 03: ESTUDIOS TECNICOS

Estudio de mecanica de suelos



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
SAYLLA**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
SAYLLA**

**SERVICIO DE MECANICA
DE SUELOS**

MECANICA DE SUELOS

**GESTION
2023-2026**

PROYECTO

**"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LA GESTIÓN URBANA EN EL
DISTRITO DE SAYLLA - PROVINCIA DE CUSCO - DEPARTAMENTO DE
CUSCO"**

servicio de estudio de mecánica de suelos en el sector de Ferrovianos, APV. Mollemolleyoc, APV. Majenos de la Santísima Cruz y APV. Condorccata, según O.S. N° 0381

JEFE DE LABORATORIO:
ING. YESSER ESTEBAN LLOCLLA CHALLCO CIP 161647



1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

El Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto de inversión pública "Mejoramiento Del Servicio De La Gestión Urbana En El Distrito De Saylla – Provincia De Cusco – Departamento De Cusco", el cual constara de 04 calicatas ubicados en el sector de Ferrovianos, APV. Mollemolloyoc, APV. Majeños de la Santísima Cruz y APV. Condorccata. según O.S. N° 0381, Distrito Saylla, Provincia Cusco - Departamento Cusco. Estudio efectuado a solicitud de la Municipalidad Distrital de Saylla

El Estudio materia del presente informe, se ha ejecutado siguiendo los lineamientos de las normas correspondientes, y los términos de referencia.

1.2 Objetivos

el objetivo central del proyecto: "Mejoramiento Del Servicio De La Gestión Urbana En El Distrito De Saylla – Provincia De Cusco – Departamento De Cusco" es contribuir y garantizar su calidad técnica. En este contexto, se garantiza los servicios, asimismo, el servicio contratado se alinea con los principios de eficiencia, sostenibilidad y seguridad técnica, ya que proporciona insumos esenciales para la toma de decisiones basados en evidencia. En esto permite optimizar los recursos públicos mediante inversiones adecuadas (rehabilitación, refuerzo), evitando gastos innecesarios y reduciendo riesgos operacionales y estructurales.

En este sentido, el objetivo del presente encargo se expresa en la preservación de la infraestructura de la gestión urbana como un activo crítico para el bienestar de la población, reforzando el compromiso del estado con el desarrollo social, la gestión eficiente de los recursos y el respeto a los estándares técnicos y normativos vigentes.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de mecánica de suelos en los puntos intervenidos para comprender la composición del suelo y sus características geotécnicas.
- Realizar la exploración y ensayo utilizando SPT o DPL de acuerdo a las características del suelo.
- Determinar las propiedades físicas y características geotécnicas del suelo, hasta las profundidades donde afecten las cargas de las edificaciones urbanas y área circundante, usualmente

Ing. Jasser E. Choella Chalico
CIP: 161347
JEFE DE LABORATORIO

4





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto

LAVEEH

ESTUDIOS - PROYECTOS



- El principal valor numérico del estudio es la capacidad portante del estrato de fundación, el cual se estableció a partir de los datos arrojados como Angulo de fricción, peso específico y cohesión.
- Recomendaciones sobre el tipo de cimentación más adecuado, profundidad de desplante, capacidad portante del suelo, asentamientos esperados y consideraciones constructivas según resultados obtenidos.
- Realizar las recomendaciones que sea necesarias para la propuesta de reducción de riesgos.

1.3 Metodología

El estudio se realiza según las siguientes actividades secuenciales: Recopilación de información.

- Etapa 1. Reconocimiento de campo: Determinar la ubicación de la calicata en la zona de estudio, dicha ubicación se realizó en la zona de estudio, ubicando 04 calicatas.
- Etapa 2. Exploración del Subsuelo: Conocida la ubicación de las calicatas, se realizó la excavación de las calicatas donde se distribuyó de la siguiente manera: C-1 profundidad 3.00 m. C-2 profundidad 3.00 m. C-3 profundidad 3.00 m. C-4 profundidad 3.00 m.
- Etapa 3: Ensayos de Laboratorio y de campo: el material recuperado en la calicata se le realizaron las pruebas necesarias para obtener las características del subsuelo, ensayos de PDL y ensayos de densidad natural.
- Etapa 4. Análisis de Información: Con base en la información e interpretación de los ensayos, se determinan los cálculos de acuerdo a los términos de referencia.

1.4 Marco Normativo

El presente servicio tubo como finalidad realizar la evaluación estructural no destructiva del estudio de mecánica de suelos, ubicados en diversos, Apv. Mollemolleoc, Apv. Mageño de la Santísima Cruz y Apv. Condor Ccata, Distritos de Saylla de la Provincia del Cusco, Region Cusco.

El Estudio de Suelos se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en la Norma Técnica de Edificación NTE E-050 - E-020: Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Construcciones, y que incluye las normas de la ASTM (American Society For Testingmaterials) y la AASHTO (American Association Of State Highway And Transportation Officials) para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

Ing. Yesser E. Rocla Chalco
CIP: 181847
JEFE DE LABORATORIO

5



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



1.5 Marco Legal

- Ley N.º 32069 – Ley General de Contrataciones Públicas Establece el marco normativo para la contratación de bienes, servicios y obras por parte de las entidades del Estado. Su finalidad es garantizar que las contrataciones públicas se efectúen bajo los principios de eficiencia, competencia, transparencia, integridad y equidad.

1.6 Resumen de los trabajos efectuados

- se realizó la ubicación de las calicatas a intervenir.
- se realizó las excavaciones de las calicatas, para las siguientes actividades: ensayo de PDL, extracción del materia, densidad natural y perfil estratigráfico.
- Se realizo los ensayos en laboratorio: granulometría, límites de atterberg, contenido de humedad, peso específico, densidad (máxima y mínima) y corte directo.
- Se realizo los trabajos de calculo: tipo de cimentación, profundidad de la cimentación, calculo y análisis de capacidad admisible de carga, calculo de asentamientos totales, asentamiento diferencial.

1.7 Ubicación y descripción del área de trabajo

1.7.1 Ubicación Geográfica

Tabla 1. Cuadro Resumen de Ubicación del área de trabajo

Departamento	Cusco
Provincia	Cusco
Distrito	Saylla
Localidad	Sector Ferroviarios
Región Natural	Sierra
Zona Geográfica:	19L

Tabla 2. Cuadro Resumen de Ubicación del área de trabajo

Nro.	ZONA	COORDENADAS (X)	COORDENAS (Y)
C-01	19L	193278	8498095
C-02	19L	193260	8498198
C-03	19L	193038	8498317
C-04	19L	192881	8498270

Ing. Yesser E. Bocila Chalko
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



7 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

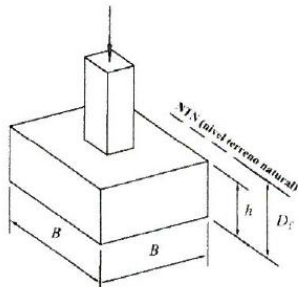
7.1 Tipo de cimentación

- Calicata 01 Ferrovianos (cimentación superficial):

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho (D_f / B) es menor o igual a cinco (5), siendo D_f la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

DATOS DE LA CIMENTACIÓN					
Ancho B , m	Largo L , m	Profundidad D_f , m			Factor de seguridad FS
1.2	1.2	1.2	1.5	2.0	3
1.5	1.5				3
1.7	1.7				3
2.0	2.0				3

Zapata	Dimensiones	Forma
Cuadrada	$L = B$	

- Calicata 02 Ferrovianos (cimentación superficial):

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho (D_f / B) es menor o igual a cinco (5), siendo D_f la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

DATOS DE LA CIMENTACIÓN					
Ancho B , m	Largo L , m	Profundidad D_f , m			Factor de seguridad FS
1.2	1.2	1.2	1.5	2.0	3
1.5	1.5				3
1.7	1.7				3
2.0	2.0				3

Ing. Yesser E. Lloclla Challo
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO

86



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto

LAVREM

ESTUDIOS - PROYECTOS



Zapata	Dimensiones	Forma
Cuadrada	$L = B$	

➤ Calicata 03 Ferrovianos (cimentación superficial):

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho (D_f / B) es menor o igual a cinco (5), siendo D_f la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

DATOS DE LA CIMENTACIÓN					
Ancho B , m	Largo L , m	Profundidad D_f , m			Factor de seguridad FS
1.2	1.2	1.2	1.5	2.0	3
1.5	1.5				3
1.7	1.7				3
2.0	2.0				3

Zapata	Dimensiones	Forma
Cuadrada	$L = B$	

➤ Calicata 04 Ferrovianos (cimentación superficial):

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho (D_f / B) es menor o igual a cinco (5), siendo D_f la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

Ing. Yesser E. Chocho Chatico
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO

87



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



DATOS DE LA CIMENTACIÓN					
Ancho B, m	Largo L, m	Profundidad Df, m			Factor de seguridad FS
1.2	1.2	1.2	1.5	2.0	3
1.5	1.5				3
1.7	1.7				3
2.0	2.0				3

Zapata	Dimensiones	Forma
Cuadrada	L = B	

7.2 Profundidad de la cimentación

- La profundidad de la cimentación aplica para la calicata N° 01, 02, 03, 04.

Df = profundidad mínima de cimentación = 1.20 m Tipo de cimentación: Cimentación superficial cuadrada y/o rectangular o corrida. Esto también de acuerdo al estudio de socavación.

7.3 Cálculo y análisis de capacidad admisible de carga

- Cálculo De Capacidad De Carga

ECUACION GENERAL
$Q_u = C N_c d_c S_c + \gamma_1 D_f N_q d_q S_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma d_\gamma S_\gamma$

FACTORES DE PROFUNDIDAD		
$d_c = 1 + 0.2(N_\phi)^{0.5} (D/B)$	$d_q = d_\gamma = 1$ Si $\phi = 0^\circ$	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1(N_\phi)^{0.5} (D/B)$ Si $\phi = 10^\circ$

FACTORES DE FORMA		
$S_c = 1 + 0.2 N_\phi (B/L)$	$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 N_\phi (B/L)$ Si $\phi = 10^\circ$	$S_q = S_\gamma = 1$ Si $\phi = 0^\circ$

Ing. Yesser E. Lloclla Chalko
CIP: 16164
JEFE DE LABORATORIO

88



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			
$Nq = c^{\wedge}(\pi \operatorname{tg} \varphi) N \varphi$	$N \varphi = \operatorname{tg}^2(45 + \varphi/2)$	$N \gamma = (Nq - 1) 2 \operatorname{tg}(\varphi)$	$Nc = (Nq - 1) C \operatorname{tg} \varphi$

➤ Factores De La Capacidad De Carga:

- Corrección por falla por corte local:

$$\Phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} \tan \Phi\right)$$

$$c' = \frac{2}{3} c$$

CALICATA	01	02	C3	C4
PROFUNDIDAD (m)	1.50	1.50	1.5	1.5
ANGULO : Φ Seleccionado	23.35°	26.94°	25.47°	25.97°
$\gamma(\text{g/cm}^3)$	2.06	1.95	2.04	2.07
Cohesión(Kg/cm ²)	0.0	0.0	00	00
$N \gamma$	8.69	14.18	11.52	12.35
$N'c$	18.48	23.83	21.42	22.20
$N'q$	8.98	13.11	11.19	11.80

$$Qu = 1.3 c' N'c + q N'q + 0.4 \gamma B N' \gamma$$

$$q = \gamma Df$$

Donde:

CALICATA	q (Kg/cm ²)
01	0,309
02	0,293
C3	0.306
C4	0.311

$$Fs = 3$$

CALICATA	qu (Kg/cm ²)	qa (Kg/cm ²)
01	3.99	1.33
02	5.71	1.91
03	5.02	1.68
C4	5.40	1.80

Ing. Yesser E. Locila Chálco
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO

89



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS – PROYECTOS



7.4 Cálculo de asentamientos totales

El material que soportará las estructuras del proyecto está constituido por un material de arcillas, arenas y limos orgánicas, además de ser un material que presenta cohesividad, presenta una consistencia media, por lo que los asentamientos por consolidación son de esperar, considerando que las cargas aplicadas a una masa de suelo originan un incremento en las presiones existentes y producen asentamientos. En el caso de querer determinar Asentamientos Inmediatos puede emplearse la siguiente relación:

$$\Delta H = \frac{qB'(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Donde los términos incluyen:

- E_s = Módulo de Esfuerzo Deformación
- q = Incremento de la Presión del suelo por encima de la de Equilibrio
- B' = Ancho del área de la cimentación cargada
- I_f = Factores de Influencia
- μ = Módulo de Poisson
- ΔH = Asentamiento probable (cm).

➤ Calicata N°01

B, m	Cálculo de asentamiento S_i , (cm) Skempton (19519, Giroud (1968)						$s_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_p$
	S _i (max): 2.54 cm		Profundidad D _f , m				
	I_p	1.2		1.5		2.0	
	1.2	0.82	0.283	OK	0.115	OK	0.419
1.5	0.82	0.378	OK	0.204	OK	0.548	OK
1.7	0.82	0.447	OK	0.283	OK	0.640	OK
2.0	0.82	0.559	OK	0.439	OK	0.786	OK


Ing. Yesser E. Lloclla Chalcó
CIP: 161847
JEFE DE LABORATORIO

90



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



➤ Calicata N°02

B, m	Cálculo de asentamiento S_i , (cm) Skempton (19519, Giroud (1968)					
	$S_i(\text{max}): 2.54 \text{ cm}$					
	Profundidad Df, m					
	I_p	1.2	1.5	2.0		
1.2	0.82	0.262 OK	0.099 OK	0.384	OK	
1.5	0.82	0.353 OK	0.176 OK	0.505	OK	
1.7	0.82	0.418 OK	0.247 OK	0.591	OK	
2.0	0.82	0.525 OK	0.385 OK	0.729	OK	

➤ Calicata N°03

B, m	Cálculo de asentamiento S_i , (cm) Skempton (19519, Giroud (1968)					
	$S_i(\text{max}): 2.54 \text{ cm}$					
	Profundidad Df, m					
	I_p	1.2	1.5	2.0		
1.2	0.82	0.263 OK	0.099 OK	0.387	OK	
1.5	0.82	0.352 OK	0.177 OK	0.508	OK	
1.7	0.82	0.418 OK	0.246 OK	0.593	OK	
2.0	0.82	0.523 OK	0.383 OK	0.730	OK	

➤ Calicata N°04

B, m	Cálculo de asentamiento S_i , (cm) Skempton (19519, Giroud (1968)					
	$S_i(\text{max}): 2.54 \text{ cm}$					
	Profundidad Df, m					
	I_p	1.2	1.5	2.0		
1.2	0.82	0.238 OK	0.081 OK	0.350	OK	
1.5	0.82	0.319 OK	0.145 OK	0.459	OK	
1.7	0.82	0.379 OK	0.202 OK	0.537	OK	
2.0	0.82	0.475 OK	0.315 OK	0.661	OK	


Ing. Yesser E. Lloclla Chalcó
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO

91



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto

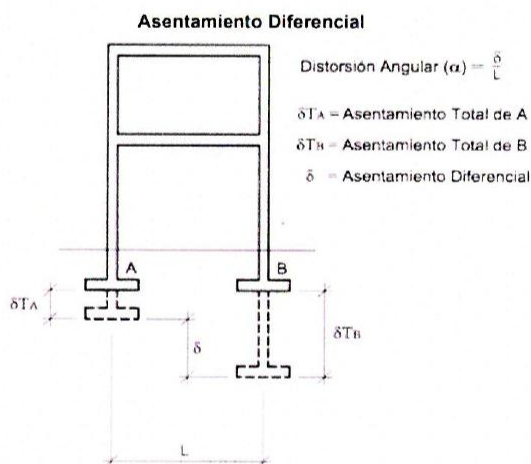
LAVEM

ESTUDIOS - PROYECTOS



CALICATA	ASENTAMIENTO TOTAL (cm)
O1	2.83
O2	2.47
O3	2.46
O4	2.02

7.5 Asentamientos tolerables – distorsión angular (Artículo N° 14 de la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones del RNE)



DISTORSIÓN ANGULAR = α	
$\alpha = \delta/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Ing. Jhony P. Challo
CIP 111111
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



Asentamiento Diferencial	
Calicata	01
Asentamiento total de A= δ TA (cm)	0.79
Asentamiento total de B= δ TB (cm)	0.44
Asentamiento Diferencial= δ (cm)	0.35

Distorsión Angular	
Calicata	01
L (cm)	450
Distorsión Angular (α)= δ /L	8/10000 < 1/150
	8/10000 < 1/300

α = δ /L	Descripción
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/300	Límite en el que se debe esperar las primeras grietas en paredes

Asentamiento Diferencial	
Calicata	02
Asentamiento total de A= δ TA (cm)	0.59
Asentamiento total de B= δ TB (cm)	0.25
Asentamiento Diferencial= δ (cm)	0.34

Distorsión Angular	
Calicata	02
L (cm)	500
Distorsión Angular (α)= δ /L	7/10000 < 1/150
	7/10000 < 1/300

α = δ /L	Descripción
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/300	Límite en el que se debe esperar las primeras grietas en paredes

Asentamiento Diferencial	
Calicata	03
Asentamiento total de A= δ TA (cm)	0.59
Asentamiento total de B= δ TB (cm)	0.25
Asentamiento Diferencial= δ (cm)	0.35

Distorsión Angular	
Calicata	03
L (cm)	500
Distorsión Angular (α)= δ /L	7/10000 < 1/150
	7/10000 < 1/300

α = δ /L	Descripción
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/300	Límite en el que se debe esperar las primeras grietas en paredes

Ing. Yesser E. Lloclla Challeo
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



Asentamiento Diferencial	
Calicata	04
Asentamiento total de A= δ TA (cm)	0.78
Asentamiento total de B= δ TB (cm)	0.44
Asentamiento Diferencial= δ (cm)	0.34

Distorsión Angular	
Calicata	4
L (cm)	500
Distorsión Angular (α)= δ /L	7/10000
	7/10000

α = δ /L	Descripción
1/150	Limite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/300	Limite en el que se debe esperar las primeras grietas en paredes

7.6 Nivel de capa freática

En las calicatas N°01, N°02, N°03 y N°04 realizada para el estudio no se encontró presencia de nivel freático. Además, las calicatas presentan humedad característica de la zona de estudio.

8 COEFICIENTE DE BALASTO O MÓDULO DE WINKLER

CALCULO DEL COEFICIENTE DE BALASTO Ks	
Datos de la cimentación-Calicata 01	
Carga de servicio (Kgf)	16935
Ancho (B) (cm)	170
Largo (L) (cm)	170
Presión de contacto estimado (q): Kg/cm ²	0.59
Asentamiento (Δ H): cm	0.30
Coeficiente de balasto estimado-Calicata 01	
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (estático): Kg/cm ³	1.95
Coeficiente de balasto dinámico-Calicata 01	
F	3
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (dinámico): Kg/cm ³	5.84
Datos de la cimentación-Calicata 02	
Carga de servicio (Kgf)	20322
Ancho (B) (cm)	170
Largo (L) (cm)	170
Presión de contacto estimado (q): Kg/cm ²	0.70
Asentamiento (Δ H): cm	0.18
Coeficiente de balasto estimado-Calicata 02	
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (estático): Kg/cm ³	3.95
Coeficiente de balasto dinámico-Calicata 02	
F	3
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (dinámico): Kg/cm ³	11.84

Ing. Jossely E. Mollia Chalki
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO

94





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
ESTUDIOS - PROYECTOS



Datos de la cimentación-Calicata 03	
Carga de servicio (Kgf)	20322
Ancho (B) (cm)	170
Largo (L) (cm)	170
Presión de contacto estimado (q): Kg/cm ²	0.70
Asentamiento (ΔH): cm	0.20

Coeficiente de balasto estimado-Calicata 03	
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (estático): Kg/cm ³	3.48

Coeficiente de balasto dinámico-Calicata 03	
F	3
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (dinámico): Kg/cm ³	10.43

Datos de la cimentación-Calicata 04	
Carga de servicio (Kgf)	20322
Ancho (B) (cm)	170
Largo (L) (cm)	170
Presión de contacto estimado (q): Kg/cm ²	0.70
Asentamiento (ΔH): cm	0.17

Coeficiente de balasto estimado-Calicata 04	
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (estático): Kg/cm ³	4.15

Coeficiente de balasto dinámico-Calicata 04	
F	3
Coeficiente de balasto estimado (Ks) (dinámico): Kg/cm ³	12.46

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Hasta la profundidad explorada en las calicatas 01, 02, 03 Y 04 (3.00m de profundidad) no se ha registrado la presencia del Nivel Freático.
- De acuerdo a los resultados de laboratorio el suelo está clasificado C-01 como GP-GM (Grava mal graduada con limo y arena), C-02 como GM (Grava limosa con arena), C-03 como GM (Grava limosa con arena) y C-04 como GP-GM (Grava mal graduada con limo y arena) de acuerdo a la clasificación SUCS. Suelos de gradación gruesa, con finos de ligera a baja plasticidad, las gravas y bloques de piedra registrados son de litología arenisca de borde sub anguloso a anguloso.
- La carga final admisible que presenta el suelo de fundación es de:

CALICATA	qu (Kg/cm ²)	qa (Kg/cm ²)
01	3.99	1.33
02	5.71	1.91
03	5.02	1.68
C4	5.40	1.80

- Los suelos descritos en la estratigrafía son semipermeables, susceptibilidad a la licuación ligera, suelo no colapsable, resistencia a la tubificación media.

Ing. Yesser E. Uoclla Chacón
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO

95



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - Pavimentos - Concreto
LAVBEM ESTUDIOS - PROYECTOS



- Será conveniente que durante el proceso de excavación de las zanjas para la cimentación se realicen verificaciones de las condiciones del suelo de fundación para formular algunas recomendaciones complementarias.
- Con respecto a la propuesta de reducción de riesgos, se recomienda que el especialista en Evaluación de Riesgos de Desastres por Fenómenos Naturales (EVAR), sea quien determine, concluya y recomiende las medidas estructurales y no estructurales para la reducción de riesgos, a través del informe de EVAR, donde se deberá analizar el nivel de riesgos y vulnerabilidad, se deberá identificar los factores condicionantes y desencadenantes, utilizando como parámetro de evaluación de los resultados de la capacidad de carga admisible, los asentamientos, la sismicidad y el estudio geológico lito-estratigráfico, geomorfológico y geodinámica externa del estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del presente servicio, donde se ha identificado los peligros naturales que afectan al área de intervención, que son: 1.- coladas de lodo y piedras, 2.- deslizamientos traslacionales y 3.- flujo de detritos en el sector de Ferrovianos, siendo las recomendaciones del especialista en EVAR de manera objetiva las que conduzcan a dimensionar y presupuestar las estructuras y la reforestación para el tratamiento de las laderas y quebradas en el sector de APV Ferrovianos. Sin embargo, desde el punto de vista netamente geológico, a grandes rasgos se recomienda que el tratamiento sea a través de encauzamiento con canales y disipadores de energía (pozas de sedimentación) a lo largo del eje de las quebradas en el sector de APV Ferrovianos.

10 ANEXO

10.1 Planos

Ing. Yesser E. Wachu Chalka
CIP: 161647
JEFE DE LABORATORIO

