

# EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH

## COMUNIDAD CAMPESINA DE AQUIA

Preparado para:



Elaborado por:



Calle Alexander Fleming 187 Higuiereta, Surco, Lima, Perú  
Teléfono: 448 0808, Fax: 448 0808 Anexo 330  
E-mail: [postmast@walshp.com.pe](mailto:postmast@walshp.com.pe)  
<http://www.walshp.com.pe>

Diciembre, 2023

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALECIMA INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO REGULADOR NACIONAL  
Ing. Luis Angel Alvaroz Becerra  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
Reg. CIP. N° 222658

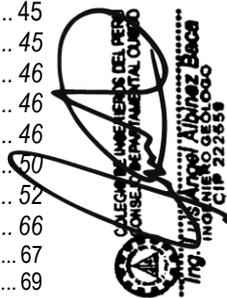
  
ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 108-2010CEMPEPREDJ

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES Y OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3 FINALIDAD.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.5 ANTECEDENTES .....	3
1.6 MARCO NORMATIVO .....	3
<b>CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>5</b>
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	5
2.2 VÍAS DE ACCESO .....	6
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	7
2.3.1 CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....	8
2.3.1.1 METODOLOGÍA.....	8
2.3.1.2 DEMOGRAFÍA .....	9
2.3.1.3 VIVIENDA.....	9
2.3.1.4 SERVICIOS BÁSICOS.....	10
2.3.1.5 INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y COMUNAL .....	11
2.3.1.6 ORGANIZACIÓN.....	11
2.3.2 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS.....	12
2.3.2.1 ACTIVIDAD AGRÍCOLA.....	12
2.3.2.2 ACTIVIDAD PECUARIA.....	13
2.3.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	15
2.3.3.1 RECURSOS NATURALES .....	15
2.3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	19
2.3.4.1 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE.....	19
2.2.4.2 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS.....	25
2.2.4.3 CONDICIONES GEOLÓGICAS.....	32
2.3.4.4 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	39
2.2.4.5 CONDICIONES HIDROLÓGICAS .....	44
<b>CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>45</b>
3.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	45
3.1.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PELIGROSIDAD .....	45
3.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	46
3.1.3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	46
3.1.4 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO.....	46
3.1.5 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO.....	50
3.1.6 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO.....	52
3.1.7 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE EL PELIGRO.....	66
3.1.7.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DE ENCADENANTE.....	67
3.1.7.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.....	69
3.1.8 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD.....	74
3.1.9 DEFINICIÓN DE ESCENARIO .....	75
3.1.10 NIVELES DE PELIGRO .....	75
3.1.11 ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD .....	76
3.1.12 MAPA DEL NIVEL DE PELIGRO .....	77
3.1.13 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ÁREAS SUSCEPTIBLES.....	78
3.1.13.1 DIMENSIÓN SOCIAL.....	78
3.1.13.2 DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	78
3.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....	81
3.2.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....	81
3.2.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	82
3.2.2.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DE EXPOSICIÓN.....	84
3.2.2.2 ANÁLISIS DEL FACTOR DE FRAGILIDAD.....	85
3.2.2.3 ANÁLISIS DEL FACTOR DE RESILIENCIA.....	88
3.2.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	89

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

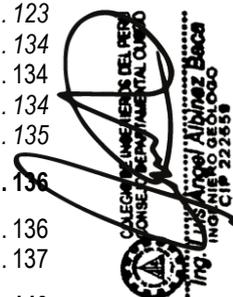
  
CALECÓN MEMBREROS DEL PERU  
CONSEJO ADMINISTRATIVO  
ING. Luis Arroyo Alvaréz Becas  
INGENIERO EN GEOLÓGICO  
Reg. CIP 222688

  
ING. INGRID YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. L. N° 2810-CEMEREPUJ

3.2.3.1	ANÁLISIS DEL FACTOR DE EXPOSICIÓN .....	90
3.2.3.2	ANÁLISIS DEL FACTOR DE FRAGILIDAD .....	91
3.2.3.3	ANÁLISIS DEL FACTOR DE RESILIENCIA .....	93
3.2.4	<b>ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL</b> .....	94
3.2.4.1	ANÁLISIS DEL FACTOR DE FRAGILIDAD .....	94
3.2.4.2	ANÁLISIS DEL FACTOR DE RESILIENCIA .....	95
3.2.5	<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD</b> .....	97
3.2.6	<b>NIVELES DE VULNERABILIDAD</b> .....	100
3.2.7	<b>ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b> .....	100
3.2.8	<b>MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE LA VULNERABILIDAD</b> .....	101
3.3.	<b>CÁLCULO DEL RIESGO</b> .....	103
3.3.1	<b>METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO</b> .....	103
3.3.2	<b>DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DEL RIESGO</b> .....	103
3.3.2.1	MATRIZ DE RIESGO .....	103
3.3.2.2	NIVELES DE RIESGO .....	104
3.3.2.3	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO .....	104
3.3.2.4	SÍNTESIS DEL RIESGO .....	106
3.3.2.5	MAPA DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO .....	107
3.3.3	<b>CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVA Y CUANTITATIVA)</b> .....	108
3.3.3.1	MARCO CONCEPTUAL .....	108
3.3.3.2	CÁLCULO DE LOS EFECTOS PROBABLES .....	110
3.3.3.3	EFECTOS PROBABLES EN LA DIMENSIÓN SOCIAL .....	110
3.3.3.4	EFECTOS PROBABLES EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA .....	112
3.3.3.5	EFECTOS PROBABLES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL .....	118
3.3.3.6	PÉRDIDA PROBABLES TOTALES .....	118
<b>CAPÍTULO IV DEL CONTROL DE RIESGOS</b> .....		<b>119</b>
4.1	<b>ACEPTABILIDAD / TOLERABILIDAD</b> .....	119
4.1.1	<b>VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS</b> .....	119
4.1.2	<b>VALORACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RECURRENCIA</b> .....	120
4.1.3	<b>NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ)</b> .....	120
4.1.4	<b>MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIAS Y DAÑO</b> .....	121
4.1.5	<b>ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA</b> .....	122
4.1.6	<b>MATRIZ DE ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA</b> .....	122
4.1.7	<b>PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN</b> .....	123
4.2	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)</b> .....	123
4.2.1	<b>MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL</b> .....	123
4.2.2	<b>MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL</b> .....	134
4.3	<b>MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)</b> .....	134
4.3.1	<b>MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL</b> .....	134
4.3.2	<b>MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL</b> .....	135
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		<b>136</b>
5.1	<b>CONCLUSIONES</b> .....	136
5.2	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	137
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>140</b>

  
**LUCIA VERONICA**  
**PAREDES SOLANO**  
**INGENIERA GEÓGRAFA**  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
**INGENIERA GEÓGRAFA**  
 Reg. CIP. N° 98066

  
**CALENDARIO DE RIESGOS DEL PERU  
 CONSEJO NACIONAL DEL RIESGO**  
**Luis Angel Alvarez Becas**  
**INGENIERO GEÓLOGO**  
 Reg. CIP 222689

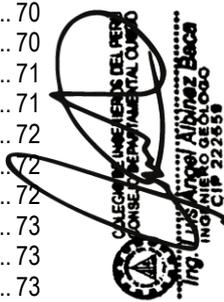
  
**INGRID YANA GALARZA**  
**INGENIERO CIVIL - CIP 217053**  
**EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL**  
**POR FENOMENOS NATURALES**  
 R. L. N° 130-2870-CENEPREDUJ

**LISTA DE CUADROS**

CUADRO 1	COORDENADAS REFERENCIALES DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	5
CUADRO 2	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA APLICADOS.....	9
CUADRO 3	UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA .....	15
CUADRO 4	RESUMEN DE PENDIENTES LOCALES .....	19
CUADRO 5	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LOCALES .....	25
CUADRO 6	UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES.....	32
CUADRO 7	ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	39
CUADRO 8	RESUMEN DE LA PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV KOLMOGOROV .....	42
CUADRO 9	PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (MM) A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO (T).....	43
CUADRO 10	UMBRALES DE PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN CHIQUIÁN .....	43
CUADRO 11	RESULTADOS OBTENIDOS POR SERIES TEMPORALES LOS ASCENDENTE Y DESCENDENTE Y “D, EN VERTICAL Y ESTE .....	56
CUADRO 12	PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE FS .....	61
CUADRO 13	PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE FS .....	61
CUADRO 14	MATERIAL .....	61
CUADRO 15	RESULTADOS DEL FS, POSTERIOR AL ANÁLISIS EN SLIDE .....	61
CUADRO 16	FACTORES DE SEGURIDAD (FS) INTERPOLADAS PARA EL ÁREA .....	64
CUADRO 17	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO FS.....	65
CUADRO 18	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE FS .....	65
CUADRO 19	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL FS.....	65
CUADRO 20	PARÁMETROS GENERALES Y PONDERACIÓN FINAL .....	66
CUADRO 21	UMBRALES DE PRECIPITACIÓN - FACTOR DE INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN .....	67
CUADRO 22	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DESENCADENANTE .....	68
CUADRO 23	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DESENCADENANTE .....	68
CUADRO 24	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) DE UMBRALES DE PRECIPITACIÓN.....	68
CUADRO 25	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES .....	69
CUADRO 26	VECTOR DE PRIORIZACIÓN DEL FACTOR CONDICIONANTE .....	69
CUADRO 27	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) DE UMBRALES DE PRECIPITACIÓN.....	69
CUADRO 28	DESCRIPTORES DE LA PENDIENTE DEL TERRENO.....	70
CUADRO 29	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PENDIENTE.....	70
CUADRO 30	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO PENDIENTE .....	70
CUADRO 31	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) .....	70
CUADRO 32	DESCRIPTORES DE UNIDAD GEOLÓGICA LOCAL .....	71
CUADRO 33	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDAD GEOLÓGICA .....	71
CUADRO 34	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO UNIDAD GEOLÓGICA .....	72
CUADRO 35	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) .....	72
CUADRO 36	DESCRIPTORES DE GEOMORFOLOGÍA.....	72
CUADRO 37	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA .....	73
CUADRO 38	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA .....	73
CUADRO 39	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) .....	73
CUADRO 40	PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD.....	74
CUADRO 41	NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	75
CUADRO 42	ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	76
CUADRO 43	ÁREAS AGRÍCOLAS, ÁREAS FORESTALES Y CORRALES EXPUESTAS POR NIVEL DE PELIGRO .....	78
CUADRO 44	CANAL DE RIEGO EXPUESTAS POR NIVEL DE PELIGRO.....	78
CUADRO 45	RED VIAL EXPUESTA POR NIVEL DE PELIGRO .....	79
CUADRO 46	CUNETAS EXPUESTAS POR NIVEL DE PELIGRO .....	79
CUADRO 47	COMPONENTES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA HIDRANDINA EN ZONAS DE RIESGO POR PELIGRO DE DESLIZAMIENTO .....	79
CUADRO 48	PARÁMETROS PARA UTILIZAR EN LOS FACTORES EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	83
CUADRO 49	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES .....	83
CUADRO 50	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN.....	83
CUADRO 51	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) EN LA DIMENSIÓN SOCIAL .....	83

  
**LUCIA VERONICA**  
**PADEDES SOLANO**  
**INGENIERA GEÓGRAFA**  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
**INGENIERA GEÓGRAFA**  
 Reg. CIP. N° 98066

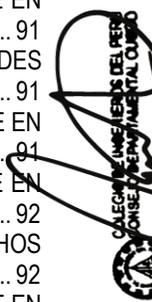
  
**CALECÓN INGENIEROS DEL PERÚ**  
**CONSEJO PROFESIONAL C-0000**  
**ING. Luis Arroyo Alvaréz Becas**  
**INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL**  
**INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL**  
 Reg. CIP 222688

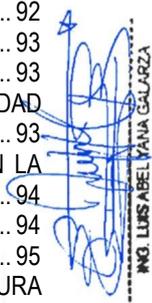
  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
**INGENIERO CIVIL - CIP 217053**  
**EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL**  
**POR FENÓMENOS NATURALES**  
 R. L. N° 28710-CENEPREDJ

CUADRO 52	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO HABITANTE POR VIVIENDA....	84
CUADRO 53	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO HABITANTE POR VIVIENDA.....	84
CUADRO 54	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO HABITANTE POR VIVIENDA.....	84
CUADRO 55	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ABASTECIMIENTO DE AGUA .	85
CUADRO 56	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	85
CUADRO 57	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	85
CUADRO 58	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO SERVICIO DE ALCANTARILLADO.....	86
CUADRO 59	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO SERVICIO DE ALCANTARILLADO.....	86
CUADRO 60	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO SERVICIO DE ALCANTARILLADO.....	86
CUADRO 61	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ENERGÍA ELÉCTRICA.....	87
CUADRO 62	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO ENERGÍA ELÉCTRICA.....	87
CUADRO 63	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO ENERGÍA ELÉCTRICA.....	87
CUADRO 64	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO CONOCIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	88
CUADRO 65	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO CONOCIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	88
CUADRO 66	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO CONOCIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	88
CUADRO 67	PARÁMETROS PARA UTILIZAR EN LOS FACTORES EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	89
CUADRO 68	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES.....	89
CUADRO 69	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN.....	89
CUADRO 70	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) EN LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	89
CUADRO 71	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LA ZONA DE PELIGRO.....	90
CUADRO 72	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LA ZONA DE PELIGRO.....	90
CUADRO 73	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LA ZONA DE PELIGRO.....	90
CUADRO 74	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES.....	91
CUADRO 75	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES.....	91
CUADRO 76	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES.....	91
CUADRO 77	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS.....	92
CUADRO 78	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS.....	92
CUADRO 79	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS.....	92
CUADRO 80	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ACTIVIDAD LABORAL.....	93
CUADRO 81	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO ACTIVIDAD LABORAL.....	93
CUADRO 82	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO ACTIVIDAD LABORAL.....	93
CUADRO 83	PARÁMETROS PARA UTILIZAR EN LOS FACTORES FRAGILIDAD Y RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	94
CUADRO 84	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL.....	94
CUADRO 85	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL.....	95
CUADRO 86	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL.....	95
CUADRO 87	MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO TIPO DE RIEGO.....	95
CUADRO 88	MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO TIPO DE RIEGO.....	96

  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

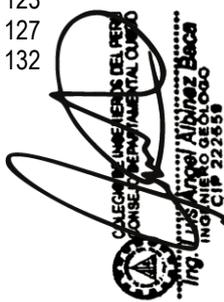
  
**Luis Angel Alvarez Becas**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP 222658

  
**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CENEPREDJ

CUADRO 89	ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) PARA EL PARÁMETRO TIPO DE RIEGO .....	96
CUADRO 90	PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS EXPOSICIÓN Y FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	97
CUADRO 91	PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN SOCIAL .....	97
CUADRO 92	PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS EXPOSICIÓN Y FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	98
CUADRO 93	PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA ...	98
CUADRO 94	PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS EXPOSICIÓN Y FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	99
CUADRO 95	NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	100
CUADRO 96	ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD .....	100
CUADRO 97	MATRIZ DE RIESGO.....	103
CUADRO 98	NIVELES DE RIESGO.....	104
CUADRO 99	ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO.....	104
CUADRO 100	ÁREAS AGRÍCOLAS EN ZONAS DE RIESGO POR PELIGRO DE DESLIZAMIENTO.....	106
CUADRO 101	CANAL DE RIEGO EN ZONAS DE RIESGO POR PELIGRO DE DESLIZAMIENTO .....	106
CUADRO 102	RED VIAL EN ZONAS DE RIESGO POR PELIGRO DE DESLIZAMIENTO .....	106
CUADRO 103	CUNETAS EN ZONAS DE RIESGO POR PELIGRO POR DESLIZAMIENTO .....	106
CUADRO 104	CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS SEGÚN TIPO DE VALOR .....	110
CUADRO 105	COSTO DE REPOSICIÓN PROBABLE DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE (NIVEL DE RIESGO ALTO) .....	114
CUADRO 106	COSTO DE REPOSICIÓN PROBABLE DE INFRAESTRUCTURAS HÍDRICA (NIVEL DE RIESGO ALTO) .....	115
CUADRO 107	COSTO DE REPOSICIÓN PROBABLE DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA (NIVEL DE RIESGO MUY ALTO) .....	115
CUADRO 108	COSTOS DE REPOSICIÓN AGROPECUARIA (NIVEL DE RIESGO ALTO).....	116
CUADRO 109	TOTAL DE PÉRDIDAS PROBABLES .....	118
CUADRO 110	VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS.....	119
CUADRO 111	VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA.....	120
CUADRO 112	NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO.....	120
CUADRO 113	MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO .....	121
CUADRO 114	ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA .....	122
CUADRO 115	NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO .....	122
CUADRO 116	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN.....	123
CUADRO 117	LONGITUD DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O DEFENSA .....	127
CUADRO 118	LONGITUD ESTIMADA DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....	132

  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
**Luis Arroyo Alvariz Becas**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP 222688

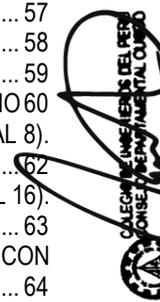
  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R. L. N° 130-2870-CENEPREDUJ

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1	VÍAS DE ACCESO A ÁREA DE ESTUDIO .....	6
FIGURA 2	ÁREA DE ESTUDIO DEL SECTOR AQUIA CRUZ .....	7
FIGURA 3	MAPA BASE Y DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y PRIVADA.....	8
FIGURA 4	VIVIENDAS EN SECTOR AQUIA CRUZ.....	10
FIGURA 5	MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y DE USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	17
FIGURA 6	MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	24
FIGURA 7	MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
FIGURA 8	MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	38
FIGURA 9	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	40
FIGURA 10	HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24H ANUAL – ESTACIÓN MILPO .....	41
FIGURA 11	HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24H ANUAL – ESTACIÓN CHAVÍN .....	41
FIGURA 12	HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24H ANUAL – ESTACIÓN CHIQUIÁN .....	42
FIGURA 13	MAPA DE PRECIPITACIÓN CON PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS .....	44
FIGURA 14	FLUJOGRAMA DE LA SECUENCIA METODOLÓGICA PARA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD .....	45
FIGURA 15	DATOS DE MOVIMIENTO INSAR EN EL ÁREA DE AQUIA CRUZ .....	47
FIGURA 16	MAPA DE GEODINÁMICA EXTERNA .....	50
FIGURA 17	ESQUEMA GRAFICO DE LOS DESLIZAMIENTOS IDENTIFICADOS EN CAMPO EN EL SECTOR DE AQUIA CRUZ Y LA ALTURA DE ESCARPAS TOMADAS EN CAMPO Y/O SATELITALMENTE (ORTOMOSAICOS).....	51
FIGURA 18	UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO Y ÁREA CON DATOS INSAR DISPONIBLE.....	53
FIGURA 19	SE MUESTRA LA EXPLORACIÓN ESTADÍSTICA SOBRE EL DATASET TSX PAZ .....	54
FIGURA 20	SCATTER DE LAS TASAS DE DESPLAZAMIENTO DEL DATASET TSX PAZ .....	54
FIGURA 21	RASTERS OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE VECINO MÁS CERCANO A PARTIR DE LAS TASAS DE DESPLAZAMIENTO POR AÑO DEL DATASET TSX PAZ PARA LOS DESCENDENTE, LOS ASCENDENTE, 2D VERTICAL Y 2D ESTE, MUESTRAN UN SCORE MÍNIMO DE 0.83.....	55
FIGURA 22	RASTERS OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE KRIGING ORDINARIO A PARTIR DE LAS TASAS DE DESPLAZAMIENTO POR AÑO DEL DATASET TSX PAZ PARA LOS DESCENDENTE, LOS ASCENDENTE, 2D VERTICAL Y 2D ESTE, LOS QUE MUESTRAN UN SCORE MÁXIMO DE 0.48.....	55
FIGURA 23	ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTOS DEL SECTOR AQUIA CRUZ 1 .....	57
FIGURA 24	ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTOS DEL SECTOR AQUIA CRUZ 2 .....	58
FIGURA 25	ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTOS DEL SECTOR AQUIA CRUZ 3 .....	59
FIGURA 26	PERFILES PARA ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD (FS) EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	60
FIGURA 27	RESULTADOS GRÁFICOS DEL FS, POSTERIOR AL ANÁLISIS EN SLIDE (PERFILES 1 AL 8).....	62
FIGURA 28	RESULTADOS GRÁFICOS DEL FS, POSTERIOR AL ANÁLISIS EN SLIDE (PERFILES 9 AL 16).....	63
FIGURA 29	MAPA DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN EN BASE AL ANÁLISIS DEL FS, CON CORRECCIONES DE DATOS MULTITEMPORALES INSAR.....	64
FIGURA 30	DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD .....	66
FIGURA 31	MAPA DE NIVELES DE PELIGRO.....	77
FIGURA 32	MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	80
FIGURA 33	METODOLOGÍA PARA ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AQUIA CRUZ .....	81
FIGURA 34	FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	82
FIGURA 35	MAPA DE NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	102
FIGURA 36	MAPA DE NIVELES DE RIESGO POR PELIGRO DE DESLIZAMIENTO.....	107
FIGURA 37	EFECTO QUE OCASIONARÍA EL IMPACTO DEL PELIGRO.....	109
FIGURA 38	IMÁGENES REFERENCIALES DE DEFENSAS RIBEREÑAS.....	124
FIGURA 39	ESQUEMA DE BANQUETAS EN TALUD NATURAL.....	126
FIGURA 40	IMAGEN REFERENCIAL DE UN MURO DE SUELO REFORZADO.....	126
FIGURA 41	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EMPLEANDO VEGETACIÓN.....	127
FIGURA 42	DISTRIBUCIÓN CONCEPTUAL DE MEDIDAS ESTRUCTURALES PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN Y ESTABILIDAD DE TALUDES .....	128

  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
**Luis Arroyo Alvarez Becas**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP 222658

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 100-28710-CENEPREDUJ

FIGURA 43	ESQUEMA DE SECCIÓN TÍPICA DE ZANJA DE CORONACIÓN.....	129
FIGURA 44	ESQUEMA DE SECCIÓN TÍPICA DE CUNETAS PROPUESTAS.....	130
FIGURA 45	ESQUEMA DE ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO DEBIDO AL USO DE GEOCOMPUESTOS DRENANTES.....	131
FIGURA 46	DISTRIBUCIÓN CONCEPTUAL DE OBRAS DE DRENAJE Y SUBDRENAJE.....	132

**LISTA DE MAPAS**

MAPA 01	MAPA DE UBICACIÓN
MAPA 02	MAPA BASE Y DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y PRIVADA
MAPA 03	MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL DE LA TIERRA
MAPA 04	MAPA DE PENDIENTES
MAPA 05	MAPA GEOLÓGICO
MAPA 06	MAPA GEOMORFOLÓGICO
MAPA 07	MAPA GEODINÁMICO
MAPA 08	MAPA DE PRECIPITACIÓN CON PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS
MAPA 09	MAPA DE UBICACIÓN DE PERFILES DE ESTABILIDAD DE TALUDES
MAPA 10	MAPA DE PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE FACTOR DE SEGURIDAD
MAPA 11	MAPA DE NIVELES DE PELIGROS
MAPA 12	MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS
MAPA 13	MAPA DE NIVELES DE VULNERABILIDAD
MAPA 14	MAPA DE NIVELES DE RIESGO

  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

**LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1	RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 024-2023-MDA/A
ANEXO 2	EVALUACIÓN DE PELIGRO NATURAL
ANEXO 2.1	FICHAS DE CAMPO DE LA EVALUACIÓN DE PELIGROS
ANEXO 2.2	MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN GEOLÓGICOS
ANEXO 2.3	PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS NATURALES
ANEXO 2.4	PERFILES GEOTÉCNICOS
ANEXO 3	EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD
ANEXO 3.1	FICHAS DE CAMPO DE LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD
ANEXO 3.2	PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
ANEXO 4	PRECIPITACIÓN: BONDAD DE AJUSTE DE LOS DATOS HISTÓRICOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 H

  
**CARLOS ALVARADO BECERRA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 222658

  
**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL POR FENÓMENOS NATURALES  
 R. Lic. N° 2870 - CENEPREDUJ

## INTRODUCCIÓN

La Compañía Minera Antamina S.A. (ANTAMINA) asumió el compromiso de ser parte del Equipo Técnico encargado de la elaboración de instrumentos técnicos en los procesos de estimación, prevención, reducción, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción, de la Municipalidad Distrital de Aquia, en atención a la solicitud de este ente administrativo. Dicho compromiso se plasma en el Acta de Reunión sobre “Asistencia técnica para la gestión de riesgo de desastres del distrito de Aquia”, de fecha 16 de febrero del 2023, donde participaron el Alcalde Apolinario William Ramos Rojas, la Ing. Rosa Rodríguez como representante del CENEPRED, el Ing. Silvestre Quito como representante de INDECI, colaboradores de la Compañía Minera Antamina y la Ing. Nuria Valladares Ramírez como responsable del Área de Gestión de Riesgo y Desastres de la Municipalidad Distrital de Aquia.

ANTAMINA, cumpliendo el compromiso asumido con la Municipalidad Distrital de Aquia está financiando el presente estudio de Evaluación de Riesgos (EVAR) originados por el peligro de deslizamiento en el sector Aquia Cruz, Distrito de Aquia, Provincia Bolognesi y Departamento de Ancash.

El EVAR es un instrumento técnico que permite evaluar los riesgos originados por fenómenos naturales a través de la identificación y caracterización de los peligros naturales, el análisis de la vulnerabilidad, cálculo del riesgo, control de riesgos, y propuesta de medidas estructurales y no estructurales para prevenir y reducir los riesgos.

En este contexto, el presente EVAR desarrolla: i) Aspectos generales y objetivos, ii) Características Generales del Área de Estudio, iii) Evaluación de Riesgos, iv) Control de Riesgos, y v) Conclusiones y Recomendaciones.

Finalmente, el EVAR se desarrolla siguiendo las recomendaciones establecidas en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales - 02 versión. CENEPRED 2014.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066



CALECOMIENARIOS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL CIVIL  
ING. Luis Alberto Alvaréz Becas  
ING. NIENCO. GEÓLOGO  
R. LIT. N° 28710 - CENEPRED



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217065  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. LIT. N° 28710 - CENEPRED

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS GENERALES Y OBJETIVOS

#### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar y definir el nivel de riesgo por deslizamiento en el sector Aquia Cruz, del distrito de Aquia, provincia de Bolognesi y departamento de Ancash, perteneciente a la Comunidad Campesina de Aquia.

#### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los niveles del peligro por deslizamiento.
- Analizar e identificar los niveles de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles de riesgo.
- Desarrollar los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos.
- Identificar las medidas de control del riesgo.

#### 1.3 FINALIDAD

El presente documento tiene por finalidad zonificar los niveles de riesgo por deslizamiento en el sector Aquia Cruz, que permita la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de deslizamiento, contribuyendo con la adecuada ocupación territorial en el sector Aquia Cruz.

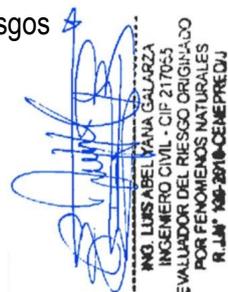
#### 1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente Estudio de Evaluación de Riesgos – EVAR por el peligro de deslizamiento en el sector Aquia Cruz del distrito de Aquia, provincia Bolognesi y departamento de Ancash, situado dentro del ámbito de la comunidad campesina de Aquia, se justifica en virtud a que este se encuentra expuesto a deslizamientos en ciertas áreas, situación que se convierte en una amenaza para la población de Aquia específicamente en terrenos donde desarrollan sus actividades económicas, siendo necesario y pertinente implementar medidas de control de riesgo que permitan prevenir y mitigar los riesgos ante un fenómeno natural por deslizamiento.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH  
Ing. Luis Alberto Alvarado Bacca  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 222556

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 1302-2010-CE/NEPRE/DU

## 1.5 ANTECEDENTES

Mediante Resolución de Alcaldía N° 024-2023-MDA/A de fecha 08.02.2023, de la Municipalidad Distrital de Aquia, se conforma el Equipo Técnico encargado de la elaboración de instrumentos técnicos en los procesos de estimación, prevención, reducción, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción de la Municipalidad Distrital de Aquia. Ver anexo 1.

Mediante Acta de Reunión sobre “Asistencia técnica para la gestión de riesgo de desastres del distrito de Aquia”, de fecha 16 de febrero del 2023, con participación del Alcalde Apolinario William Ramos Rojas, la Ing. Rosa Rodríguez como representante del CENEPRED, el Ing. Silvestre Quito como representante de INDECI, representantes de la Compañía Minera Antamina S.A. y la Ing. Nuria Valladares Ramírez como responsable del Área de Gestión de Riesgo y Desastres de la Municipalidad Distrital de Aquia; ANTAMINA se comprometió en formar parte del Equipo Técnico<sup>1</sup> a solicitud de la Municipalidad Distrital de Aquia, donde se acordó:

- Que la Municipalidad Distrital de Aquia solicita la asistencia técnica a CENEPRED, para elaborar 12 evaluaciones de riesgo correspondiente a los peligros de deslizamiento e inundación; priorizando 9 sectores críticos que son Villanueva, San Miguel, Racrachaca, Uranyacu, Pacarenca, Suyán, Pachapaqui, Aquia y sector Aquia Cruz.

Con fecha 28 de marzo de 2023, mediante la carta N° 43-RC-CMA/OEA-23, ANTAMINA presenta al equipo profesional técnico que Walsh Perú S.A. conformados por evaluadores acreditados por CENEPRED y al equipo multidisciplinario.

Con fecha 21 de marzo del 2023, mediante la carta N° 39-RC-CMA/OEA-23, se presentó el Plan de Trabajo de Campo de Walsh Perú S.A., a los representantes de la Municipalidad Distrital de Aquia, en la cual se da la viabilidad para el inicio de las labores del Equipo Técnico de Walsh Perú S.A.

## 1.6 MARCO NORMATIVO

- Marco del Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2022 – 2030.
- Política de Estado N° 32 del Acuerdo Nacional – Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Decreto Supremo N° 035-2023-PCM. Declara el Estado de Emergencia en varios distritos de algunas provincias de los departamentos de Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco,

<sup>1</sup> El Equipo Técnico se conformó Mediante la Resolución de Alcaldía N° 024-2023-MDA/A.



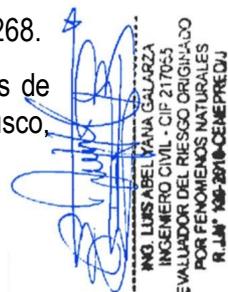
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066



CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGISTRADO  
ING. LUIS ALBERTO ALVAREZ BACO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 222556



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CENEPREDU

Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, Lima, Moquegua, Puno y Tacna; y de la Provincia Constitucional del Callao, por peligro inminente ante intensas precipitaciones pluviales.

- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres de las entidades del estado en los tres niveles de gobierno.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, segunda versión”.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066



CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CALLAO  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 222556



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 182-2818-CENEPREDU

## CAPÍTULO II

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de evaluación involucra el sector denominado Aquia Cruz ubicado al lado sur de asentamiento poblacional de Aquia, por lo cual se encuentra en el distrito de Aquia, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash. Asimismo, este territorio pertenece a la comunidad campesina de Aquia, que fue reconocida el 9 de diciembre de 1930 y titulada el 23 de junio de 1989, su territorio comprende 50,017.18 hectáreas<sup>2</sup>.

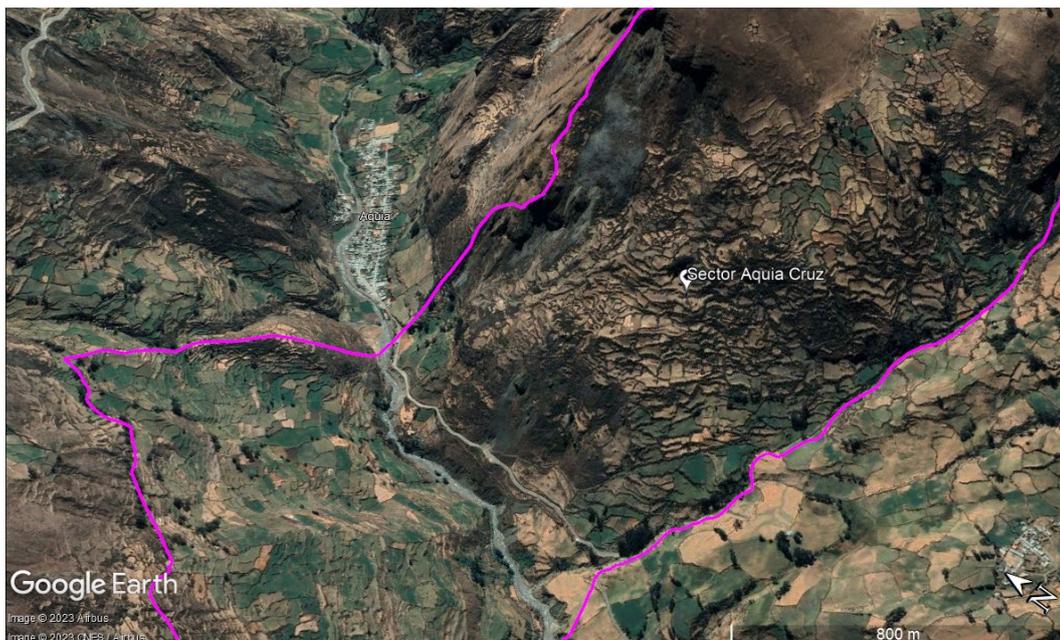
En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas referenciales de ubicación, ver Mapa de Ubicación - Mapa 01.

**Cuadro 1** Coordenadas referenciales del área de estudio

Sector	Coordenadas UTM aproximadas del centroide (Datum WGS 84 – Zona 18S)	
	Este	Norte
Aquia Cruz	264 895	8 884 217

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Foto 1.** Vista panorámica del sector Aquia Cruz, donde se desarrollan actividades agropecuarias de la Comunidad Campesina de Aquia.



Fuente: Imagen de satélite Google Earth, 2021.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ALCANTARA  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO GEÓGRAFO  
Reg. CIP N° 22155

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

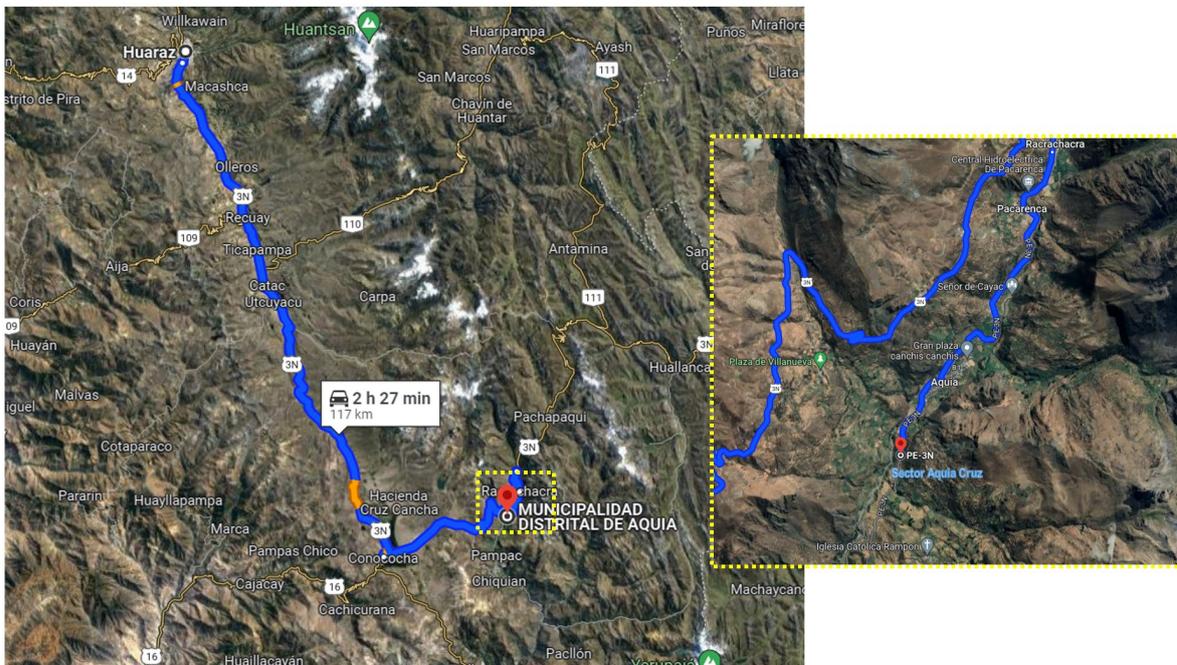
<sup>2</sup> Las Comunidades Campesinas en la Región Ancash

## 2.2 VÍAS DE ACCESO

Para acceder al sector Aquia Cruz desde la ciudad de Huaraz se debe tener como referencia la ubicación del pueblo de Aquia; se sigue la vía asfaltada PE-3NE en dirección a Huánuco, a la altura del km 28 hasta llegar a la intersección con la vía PE-3N se toma el desvío hacia Aquia en la zona conocida localmente como “Vaipass”. El tramo hasta el pueblo de Aquia es de aproximadamente de 117 km, con un tiempo estimado de 2h 27 min en auto. Desde el pueblo de Aquia – plaza de armas, hasta el sector Aquia Cruz la distancia es de 1 km aproximadamente.

También se puede acceder desde Chiquián tomando la vía PE-3N en dirección al pueblo de Aquia, con un recorrido en de 15 km aproximadamente en auto, por un tiempo de 30 min.

**Figura 1** Vías de acceso a Área de estudio



Fuente: Google Earth.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**ING. LUIS ALBERTO ALVAREZ BACOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22556

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2818-CE/NEPREDU

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se sitúa en las laderas montañosas de los cerros Aynuc y Pillapunta, en la margen izquierda del río Pativilca, donde la comunidad campesina de Aquia desarrolla actividades agropecuarias, no teniendo un núcleo poblacional, pero si estancias o manadas dispersas donde, los pobladores realizan actividades de pastoreo. En el Mapa 03 cobertura vegetal y uso actual del suelo se puede apreciar el cartografiado de las zonas agrícolas y de las estancias.

**Figura 2** Área de estudio del sector Aquia Cruz



Fuente: Imágenes del servidor Google Earth.

En la siguiente figura se presenta el cartografiado de la infraestructura pública y privada existente en el área de estudio. Ver Mapa 02.

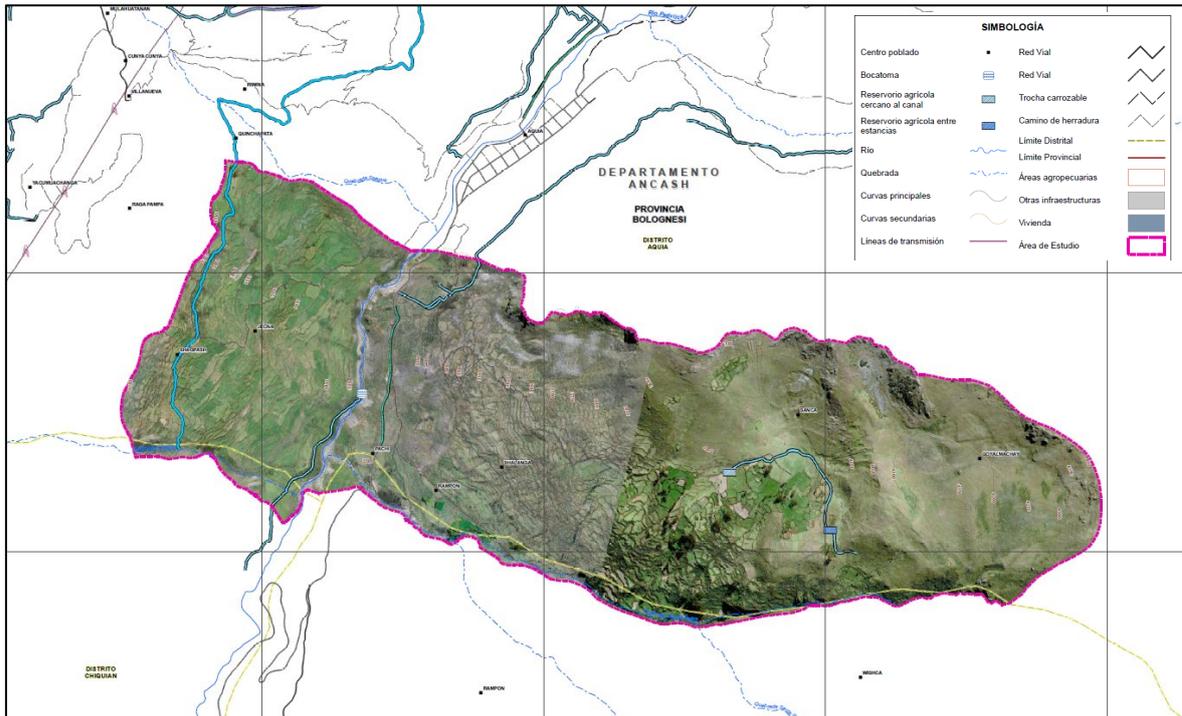
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**ING. LUIS ALBERTO ALVARADO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22255

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2818-CE/NEPREDU

**Figura 3** Mapa base y de infraestructura pública y privada



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Firma]*  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

### 2.3.1 CARACTERÍSTICAS SOCIALES

La caracterización social y económica del sector Aquia Cruz de la comunidad campesina de Aquia contempló un enfoque metodológico plural, que combinó el análisis documental (búsqueda, selección y sistematización de información secundaria) y el uso de metodologías cualitativas diseñadas para obtener información primaria. Por situarse en una zona donde casi no existen edificaciones de viviendas y población asentada, la información primaria proviene del trabajo de campo realizado en el pueblo de Aquia, ubicado 150 metros al norte. La recolección de información tuvo un carácter participativo para contribuir a una mayor credibilidad de la misma por parte de la población.

*[Firma]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

#### 2.3.1.1 METODOLOGÍA

La información primaria que se usa para el desarrollo del presente documento proviene de los instrumentos cualitativos aplicados en el trabajo de campo realizado en el Pueblo de Aquia en abril del 2023. Si bien los instrumentos estuvieron orientados a caracterizar el ámbito urbano del Pueblo de Aquia, hay información relevante respecto las zonas que la rodean, como es el caso del sector de Aquia Cruz, especialmente en lo que respecta a las actividades pecuarias y agrícolas y el uso del suelo.

*[Firma]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

Asimismo, para la descripción del espacio también se ha utilizado imágenes satelitales proporcionados por el programa Google Earth Pro.

Las fuentes de información son las siguientes:

*[Firma]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

**Cuadro 2** Métodos, técnicas e instrumentos de recojo de información primaria y secundaria aplicados

Fuente	Métodos	Técnica	N° aplicado	Fecha aplicada
Primaria	Cualitativos	Entrevista semiestructurada	7	03/04/2023 - 04/04/2023 - 05/04/2023
		Ficha de diagnóstico poblacional	1	03/04/2023 - 04/04/2023 - 05/04/2023
		Taller Rurales Participativos (TERP)	1	-
Secundaria	Fuentes: • Google Earth Pro			-

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 2.3.1.2 DEMOGRAFÍA

No se ha determinado la cantidad de pobladores que realizan actividades en el sector Aquia Cruz, y tampoco el número de hogares. Sin embargo, si nos guiamos por el número de edificaciones identificadas (13) por medio de las imágenes satelitales conformada por estancias principalmente, y considerando que estas son usadas como viviendas, podemos inferir que por lo menos hay 13 hogares que radican temporal o permanentemente.

### 2.3.1.3 VIVIENDA

Como se mencionó previamente, a través del análisis de imágenes satelitales, se han identificado un total de 13 edificaciones – estancias que aparentemente están siendo utilizadas como viviendas y que se encuentran dispersas a lo largo de la superficie montañosas en esta área. Específicamente, 6 de estas edificaciones se ubican en la región occidental del río Pativilca, en las áreas elevadas de los cerros adyacentes. Otras 3 edificaciones están localizadas en la margen derecha del mismo río, en proximidad a la carretera que forma parte del trazado de la ruta PE-3A (Longitudinal de la Sierra Norte). En contraste, las últimas 4 construcciones restantes se sitúan en la vertiente oriental del río Pativilca, en la cima de la topografía montañosa circundante.

En la siguiente imagen se puede observar la ubicación de estas edificaciones, también se presenta en el Mapa 03.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CALEN  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22255

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

**Figura 4** Viviendas en Sector Aquia Cruz



Fuente: Imagen satelital Google Earth, 2021.  
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

Si bien es posible que algunas de estas edificaciones sean usadas para vivienda, no se sabe con exactitud si están ocupadas de manera permanente o temporal, o incluso si se encuentran en estado de abandono. Por su ubicación dispersa, es posible que sean viviendas secundarias y, por tanto, sean usadas de manera temporal por sus poseedores.

Respecto a los materiales de construcción, se logra observar en las imágenes satelitales que todas las viviendas cuentan con techos de calamina. Sobre sus paredes y pisos, probablemente sean de adobe y de tierra, respectivamente, ya que estas características predominan en las viviendas situadas en el pueblo de Aquia, cercano al sector.

**2.3.1.4 SERVICIOS BÁSICOS**

Dado que no se ha registrado en campo las viviendas que se sitúan en este sector, no se ha definido los servicios con los que cuentan. Por estar ubicadas de manera dispersa y en zonas aisladas al núcleo urbano es probable que su abastecimiento de agua, para las viviendas ubicadas en las áreas altas de la vertiente occidental del río, se realice directamente desde los manantiales, que también se sitúan en la parte elevada. En cambio, las viviendas de la zona baja, cercanas al río y a la carretera, se abastecerían directamente del río.

Respecto a los servicios de desagüe, probablemente ninguna vivienda tenga instaladas redes públicas de desagüe, ya que están dispersas, y es posible que se use pozos sépticos o quizás no se use ningún tipo de desagüe. Tampoco se cuenta con información sobre el servicio eléctrico de las viviendas ni el tipo de eliminación de residuos sólidos que efectúan.

*[Signature]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUZCO  
Ing. Luis Alberto Alvarado Bascá  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22856

*[Signature]*  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

### 2.3.1.5 INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y COMUNAL

Se han identificado tres infraestructuras: la carretera que forma parte de la ruta PE-3A (Longitudinal de la Sierra Norte); un arco de ingreso al Pueblo de Aquia; 2 canales de riego (Catac y Pacarenca-Caucho).

- Respecto a la carretera, la longitud del trazo que está dentro del área de Aquia Cruz es aproximadamente de 1280 metros.
- Hay un arco de ingreso al pueblo de Aquia a 250 metros del Pueblo de Aquia, dentro del área de Aquia Cruz. Foto 02.
- Mediante la realización del Taller Rural Participativo en el Pueblo de Aquia, se logró identificar que dentro de Aquia Cruz, en las vertientes orientales y occidentales del río Pativilca, en las áreas elevadas de las colinas, atraviesan dos canales de riego: el canal Catac y el canal Pacarenca-Caucho. Sin embargo, se dispone de información limitada en relación con estos canales. Foto 03.

### 2.3.1.6 ORGANIZACIÓN

El sector de Aquia Cruz forma parte de la comunidad campesina de Aquia, por tanto, es administrado por su organización y órganos directivos, como la Junta Directiva Comunal, las 9 bases comunales, las 6 compañías y los comités de regantes. Por su jurisdicción territorial, también rige como autoridad política la Municipalidad Distrital de Aquia y sus representantes.

Foto 2. Arco de ingreso al Pueblo de Aquia



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALENDA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Alberto Alvaraz Bacca  
INGENIERO GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 22255

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

Foto 3. Evidencia de canales de riego Catac y Pacarenca-Caucho



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

### 2.3.2 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

Como el sector se ubica en los terrenos circundantes al pueblo de Aquia, es decir, fuera del ámbito urbano, generalmente las actividades que se realizan en su área estarían relacionadas al trabajo agrícola, pecuario y forestal. A continuación, se brinda la información recogida en el trabajo de campo desarrollado en el pueblo de Aquia respecto a estas actividades. Cabe señalar, que en las imágenes satelitales se puede observar que el espacio está distribuido de forma parcelada, donde se puede desarrollar actividades pecuarias y/o agrícolas, además que también hay una gran porción de terreno eriazos en la vertiente occidental.

#### 2.3.2.1 ACTIVIDAD AGRÍCOLA

En referencia a la actividad agrícola, se sabe que las áreas de cultivo han ido disminuyendo en los últimos diez años, y en contraparte, el uso del suelo ha estado destinado, cada vez más, al cultivo permanente de pastizales como alfalfares y otros.

Ahora bien, se sabe que aun se sigue cultivando ciertos productos, siendo los principales la papa, la cebada, el trigo y el maíz. Estas se cultivan tanto con sistema de riego, como de secano. A continuación, más información sobre sus cultivos:

- Respecto a la papa y sus variedades, esta se siembra con riego entre los meses de junio y julio; y se cosecha entre los meses de enero y febrero; mientras que la siembra con secano inicia durante los meses de setiembre y octubre y se cosecha en mayo. Aproximadamente, de 24 m<sup>2</sup> de terreno sembrado se obtiene 10 sacos (6 arrobas por saco), de los cuales el 90% se destina al autoconsumo y el 10% es usado como semilla.
- En referencia al cultivo de maíz, esta se siembra con riego en el mes de setiembre y se cosecha en el mes de junio; mientras que la siembra con secano se realiza en el mes de noviembre y su cosecha entre los meses de mayo y junio. En general, de 24 m<sup>2</sup> de terreno cultivado, se obtiene

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALENDA INGENIERO DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUZCO  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CE/NEPRE/DJ

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CE/NEPRE/DJ

3 sacos (4 arrobas por saco), de los cuales el 90 % es usado como alimento y el 10% como semilla.

- La siembra con riego de cultivo de trigo se realiza en febrero y la cosecha en julio; mientras que la siembra con secano se realiza en noviembre y la cosecha entre mayo y junio. De 24 m<sup>2</sup> la producción es de 3 sacos (4 arrobas por saco), de los cuales el 90% va destinado como alimento y el 10 % como semilla.
- Sobre el cultivo de maíz, la siembra con riego se realiza en setiembre y la cosecha en junio; mientras que la siembra con secano se realiza en noviembre y la cosecha entre mayo y junio. De 24 m<sup>2</sup>, la producción es de 20 sacos (6 arrobas por saco), de los cuáles el 95% va destinado a la alimentación y el 5 % a ser usados como semilla. Si bien no se comercializa este producto, si es usado eventualmente para intercambiar con productos como la papa, oca, quinua etc.

En general, se menciona que ha disminuido de manera significativa la productividad por metro cuadrado cultivado en todos los tipos de cultivo. Por ejemplo, ahora se obtiene 10 sacos de papa proveniente de 24 m<sup>2</sup> de terreno cultivado, mientras que en años anteriores se podía obtener hasta 30 sacos. Las causas de la caída en la productividad la atribuyen al empobrecimiento del suelo por uso de químicos, a la falta de agua, a la presencia de plagas (polvillo y aves), y al cambio progresivo de cultivo de producto por pastos mejorados.

### 2.3.2.2 ACTIVIDAD PECUARIA

Se sabe que en los últimos años las actividades pecuarias se han desarrollado más, relegando a las actividades agrícolas, debido, entre otros, a los incentivos del Ministerio de Agricultura que implemento programas de entrega de semillas de pastos mejorados. La actividad pecuaria se desarrolla en los alrededores del Pueblo de Aquia, incluyendo las áreas del sector Aquia Cruz, en corrales formados en base a pastos cultivados. Las principales especies que se han registrado son el ganado vacuno, ovino, equino y animales menores.

- Respecto al ganado vacuno, es el ganado que más se cría debido a la demanda de leche en el comercio regional. Por ello, también se ha registrado la presencia de vacunos genéticamente mejorados, siendo la raza más predominante el Brown Swiss. Esta raza se ha identificado en las partes bajas de los alrededores del Pueblo de Aquia, por tanto, no se podría afirmar con exactitud que haya este tipo de ganado en el sector de Aquia Cruz. Por otro lado, se sabe también que casi todas las familias cuentan con este tipo de ganado, mínimo 10 cabezas por familia y máximo 40. Ahora bien, se sabe que el destino del ganado es la comercialización, principalmente de la leche. El precio de una vaca Brown Swiss es aproximadamente S/ 3000, y de un toro para cría es de S/ 4000 o S/ 4500. Con respecto a la producción por leche, cada vacuno produce entre 10 a 15 litros, costando cada litro S/ 1.80.
- Es común que en las viviendas del Pueblo de Aquia las familias críen cuy y/o gallina destinados para el autoconsumo. Sin embargo, no se dispone de información sobre si las viviendas ubicadas en el sector de Aquia Cruz se crían estos animales menores.
- Respecto a los equinos, se sabe que todos los comuneros pueden tener hasta dos equinos (caballos y/o burros), siendo de gran importancia dado que son usados para el transporte de leche a los centros de distribución, generalmente alejados de sus viviendas (foto 4).

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Alberto Alvarez Baeza  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 222556

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

Cabe señalar que cada familia regula el uso de sus pastos y forrajes de manera particular, ya que la localidad no cuenta con un área de uso común. Los corrales están distribuidos de forma fija y la crianza del ganado se circunscribe a dichos espacios.

**Foto 4.** Equinos movilizándose por carretera en sector Aquia Cruz



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Alberto Alvarez Bacca  
INGENIERO  
Reg. CIP 222556

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

## 2.3.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

### 2.3.3.1 RECURSOS NATURALES

- **Cobertura vegetal y uso actual**

En el área de estudio se han identificado seis unidades de cobertura vegetal, donde la unidad más predominante es Agricultura Andina representando casi la mitad del total del área de estudio, seguido por pajonal andino.

En el Mapa 03 se presenta las unidades de cobertura vegetal y de uso actual para el área de estudio.

**Cuadro 3** Unidades de cobertura vegetal y uso de la tierra

Descripción cobertura vegetal	Símbolo
<b>Vegetación herbácea y/o arbustiva</b>	
Pajonal andino	Pj
<b>Matorral</b>	
Matorral arbustivo	Ma
<b>Terrenos agrícolas</b>	
Agricultura andina	Agr
<b>Otras áreas relacionadas al uso ganadero</b>	
Corral	Cr
Estancias	Es
<b>Áreas urbanas y/o instalaciones privadas</b>	
Área urbana - rural	Au

Fuente: Interpretación de imágenes de satélite Lidar (resolución 15 cm, 2018), levantamiento fotogramétrico con dron (resolución 3 cm, abril 2023), trabajo de campo – abril 2023.

Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal – MINAM (2015).

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### Vegetación herbácea y/o arbustiva

#### Pajonal andino

En su mayoría está conformado por herbazales, se ubican en la parte superior de la cordillera de los andes, entre los 3800 y 4450 msnm, asimismo en el área de estudio se encuentran sobre terrenos empinados o escarpados. A nivel de flora esta conformada por 3 tipos de subunidades: pajonal (hierbas como manojos de 80 cm de alto), césped (hierbas hasta menores a los 15 cm de alto) y tolar (arbustos de hasta 1.20 m de alto).

#### **Matorral**

#### Matorral arbustivo

Este tipo de cobertura vegetal se encuentra distribuido ampliamente en la región andina, desde aproximadamente 3300 hasta 3800 m. s. n. m. En el área de estudio se encuentra en las laderas montañosas entre los terrenos agrícolas. Este tipo de cobertura constituye un recurso importante para la población rural, tanto como provisión de leña como el uso como plantas medicinales.

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CALEN  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO GEÓGRAFO  
Reg. CIP. N° 22255

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28910-CEBEPRE-DJ

## Terrenos agrícolas

### Agricultura Andina

El principal cultivo que la población produce en el sector Aquia Cruz son los pastizales como los alfalfares. También la población cultiva ciertos productos alimenticios como la papa, la cebada, el trigo y el maíz. Utilizan el sistema de riego, tipo seco.

### Otras áreas relacionadas al uso ganadero

#### Estancias

Son aquellas viviendas de tapial que se encuentran en las zonas de pastoreo en forma dispersa y alejadas de los núcleos poblacionales de la comunidad de Aquia; a estas áreas la población las denomina manadas.

#### Corrales

Son cercos donde los pobladores crían o guardan su ganado, estos corrales se en el sector Aquia Cruz también forman parte de las estancias.

### Áreas urbanas y/o otras infraestructuras

#### Área urbano - rural

En el área de estudio del sector Aquia Cruz, esta unidad está conformado por espacios reducidos como viviendas rurales, bocatoma y reservorios de agua.

En la siguiente figura se presenta el mapa de cobertura vegetal y de uso actual de la tierra. Ver Mapa 03.

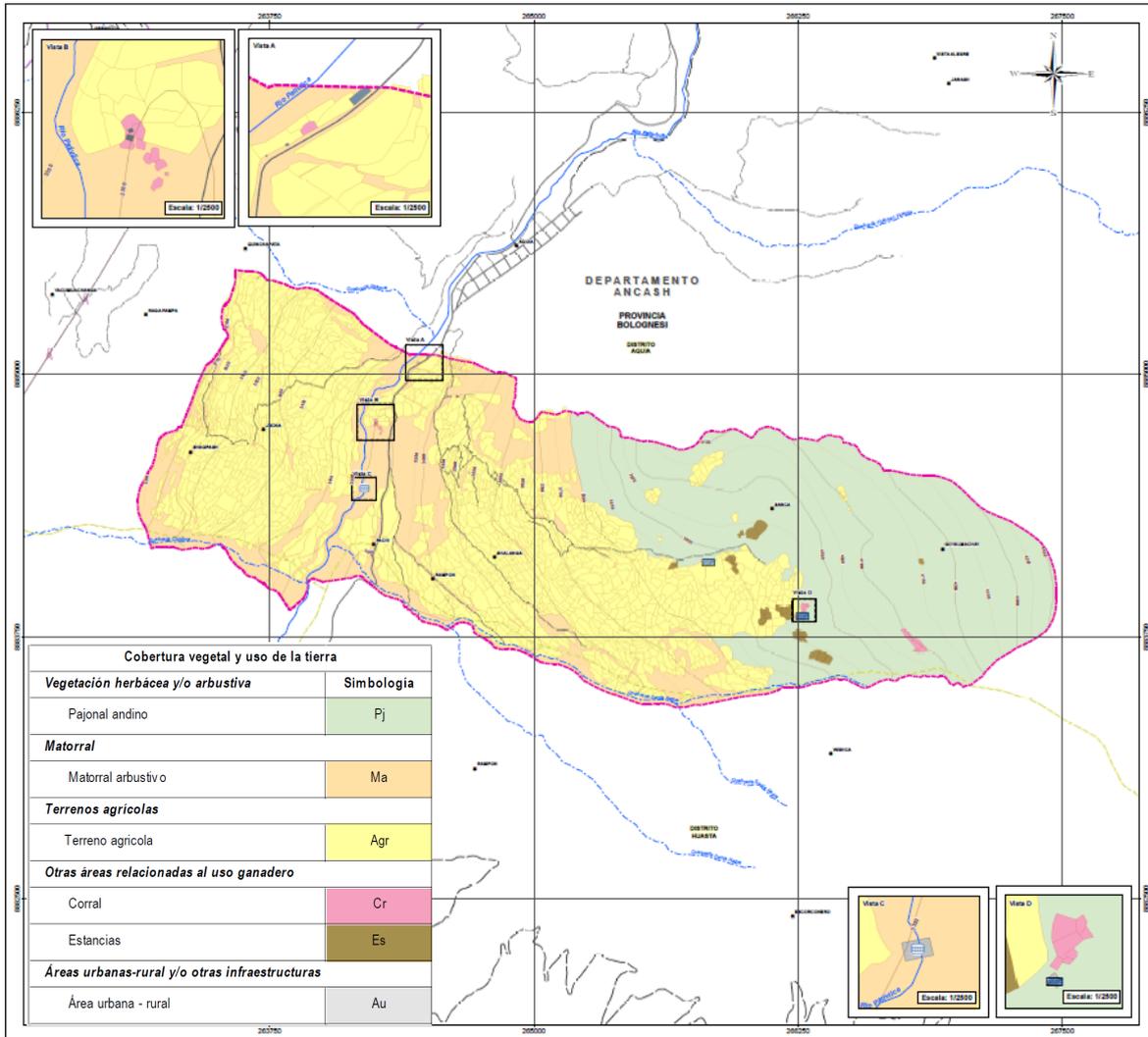
  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 22255

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

**Figura 5** Mapa de cobertura vegetal y de uso actual de la tierra del área de estudio



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Ing. Luis Alberto Alvarado**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22255

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

- **Fauna<sup>3</sup>**

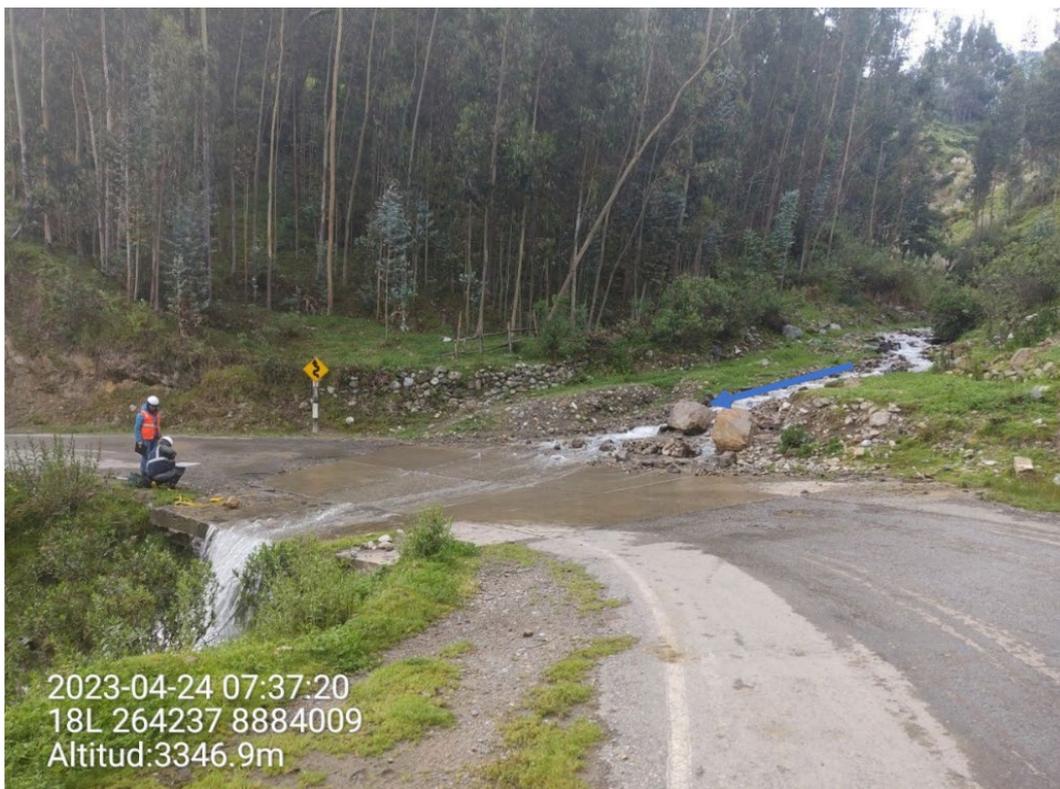
Entre algunas especies de fauna silvestre que se encuentran en el ámbito de estudio se tienen: águila, gorrión, zorzal, patos silvestres, jilguero, picaflor, lechuza, búho, lorito, tuco, paloma, pájaro carpintero, paca paca, tórtola, etc. Entre otras especies de la fauna local son los mamíferos: la vicuña, zorro, zorrillo, vizcacha y venado.

- **Cuerpos de Agua**

Desde una perspectiva hidrográfica, el sector Aquia Cruz se halla ubicado en la cuenca alta del río Pativilca, el cual desemboca en el océano Pacífico. El río Pativilca, abarca una superficie total de 4,836 km<sup>2</sup> y cuenta con una longitud aproximada de 164 km, alcanzando una altitud máxima de 5,000 metros sobre el nivel del mar.

Al lado sur del área de estudio, se encuentran la quebrada Santa Ragra que es un tributario por la margen izquierda del río Pativilca, y la quebrada Quishca se ubica al suroeste del área de estudio este último tributa por la margen derecha del río Pativilca.

**Foto 5.** Quebrada Santa Ragra en la parte inferior del sector Aquia Cruz.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 CALIFICADO INGENIERO DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH  
 Ing. Luis Alberto Alvarado  
 Ing. CIP 222556

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

<sup>3</sup> Fuente: Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Aquea 2021. Municipalidad Distrital de Aquea, 2014.

## 2.3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 2.3.4.1 TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

La topografía del área de estudio se determinó usando como base al análisis integrado de las ortofotos de alta precisión (imágenes lidar – 2018, e imágenes fotogramétricas tomadas con dron – abril 2023), que sirvieron para generar un modelo de elevación digital (DEM, por sus siglas en inglés) y curvas de nivel con variaciones de cotas de 1 m y 0.5 m, permitiendo obtener y registrar una mayor cantidad de pendientes del relieve total.

Con la información mencionada se elaboró el mapa de pendientes a partir del perfil topográfico integrado, con curvas de nivel equidistantes cada 0.5 m en las zonas de mayor interés identificado en el área de estudio, complementadas por el modelo de elevación digital (DEM) con píxeles de 12.5 m obtenidas del visor Palsa (ASF Data Search, 2023).

La categorización de la pendiente se adaptó a la propuesta realizada por Serrano et al., 2004, donde se consideran seis rangos o grados: i) terrenos llanos (menor a 1°, muy baja); ii) terrenos inclinados con pendiente suave (1°-5°, baja); iii) terrenos con pendiente moderada (5°-15, media); iv) terrenos con pendiente fuerte (15°-25°); v) terrenos de pendiente muy fuerte o escarpado (25°-45°); y vi) terrenos de pendiente muy escarpada (>45°, abrupta).

En el área de estudio predominan los terrenos de pendiente muy fuerte con rangos entre 25° y 45°, seguido por rangos de pendiente fuerte de 15° a 25°. La clasificación de los rangos de pendiente se presenta en el siguiente cuadro. Ver Mapa 04.

**Cuadro 4** Resumen de pendientes locales

Rango	Unidad de pendiente
<5°	Terrenos llanos y pendiente suave
5°-15°	Pendiente moderada
15°-25°	Pendiente fuerte
25°-45°	Pendiente muy fuerte o escarpado
>45°	Pendiente muy escarpada

Fuente: Clasificación adaptada a la propuesta realizada por Serrano et al., 2004.  
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

#### ▪ Terrenos llanos (<5°)

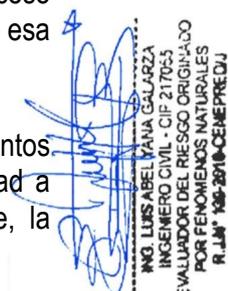
Esta unidad de pendiente se observa en algunos lugares de los sectores agrícolas ubicadas en ambos márgenes del río Pativilca dentro del área de estudio, así como en pequeños tramos en el cauce del río Pativilca. Se entiende que la mayoría de estos se crearon antrópicamente para el aprovechamiento del terreno con el objetivo de construcción de estancias, usos agrícolas y apertura de vías de acceso (trochas) al área de estudio, otros son representativos de áreas geomorfológicas modeladas de esa manera por condiciones naturales y acumulación de material detrítico.

Las pendientes muy bajas, menores a 5 grados, generalmente no son propensas a deslizamientos debido a su suavidad y a la menor influencia de la gravedad. Sin embargo, la susceptibilidad a deslizamientos también depende de otros factores, como el tipo de suelo o roca presente, la vegetación, las condiciones climáticas y las actividades humanas en el área de Aquia Cruz.

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIERO DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

**Foto 6.** Zona de acceso al sector de Aquia Cruz (264375 E, 8885064 N), muestra las pendientes llanas de caracterización antrópica (margen derecha del río Pativilca).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

▪ **Pendiente moderada (5°-15°)**

Se puede encontrar estas pendientes en las márgenes derecha e izquierda del río Pativilca, representa relieves suaves, casi uniformes usados en su gran mayoría para la agricultura. Estas pendientes están presentes en geformas relacionadas a erosión hídrica (terrazas y depósitos proluviales), movimientos geodinámicos (deslizamientos antiguos y relictos) y procesos tectónicos.

**Foto 7.** Vista de la margen izquierda del río Pativilca (sector Aquia Cruz), muestra relieves de pendiente moderada en áreas agrícolas (264375 E, 8885064 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

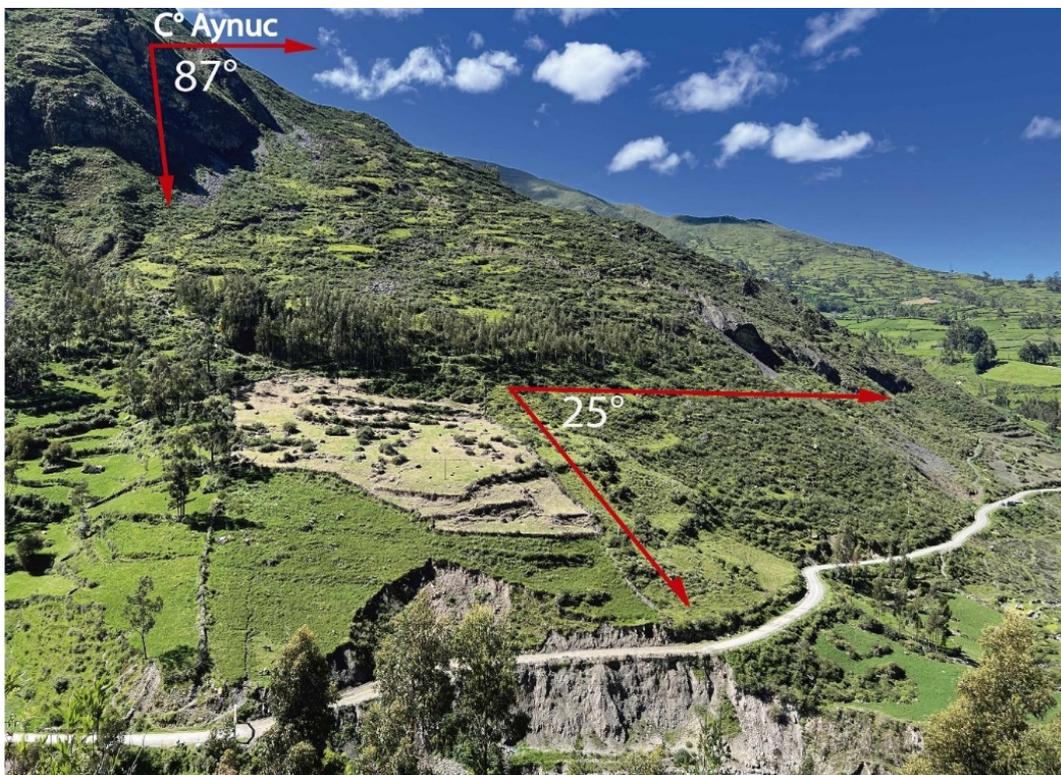
▪ **Pendiente fuerte (15°-25°)**

La presente unidad se observa en gran medida en las laderas de los cerros Aynuc, Pillapunta (margen izquierda del río Pativilca) y cerro Regreshpunta (margen derecha del río). Al oeste de Villanueva, todo el sector agrícola de Aquia Cruz, se encuentra limitado por este tipo de pendiente formando terracedo antrópico.

Esta unidad presenta relieves con modificaciones considerables por causas de la constante erosión superficial, movimientos de la geodinámica externa y tectónica andina. En general, las pendientes en este rango son menos propensas a deslizamientos que las pendientes más pronunciadas, pero aún pueden experimentar problemas si se dan ciertas condiciones adversas. Algunos factores que podrían aumentar la probabilidad de deslizamientos en pendientes moderadas incluyen:

- Presencia de agua: la acumulación de agua en la base de la pendiente puede reducir la resistencia del suelo y aumentar el riesgo de deslizamientos.
- Tipo de Suelo: Suelos con poca cohesión, como arcillas sueltas, podrían ser más propensos a deslizamientos.
- Actividades humanas: excavaciones, construcciones mal planificadas o cambios en la vegetación pueden afectar la estabilidad de la pendiente.
- Condiciones climáticas extremas: lluvias intensas o eventos sísmicos pueden desencadenar deslizamientos incluso en pendientes moderadas.

**Foto 8.** Vista de la ladera suroeste del cerro Aynuc muestra relieves de pendiente fuerte en que limitan áreas agrícolas formando terrazas (fotografía tomada desde la margen derecha del río).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

- **Pendiente muy fuerte o escarpado (25°-45°)**

Es la más frecuente en el área de estudio y se extiende con mayor densidad en ambas márgenes del río Pativilca en las laderas de los cerros Aynuc, Pillapunta y Regreshpunta. Este relieve está relacionado a la erosión fluvial, geodinámica externa (caída de rocas y deslizamientos) y tectónica local.

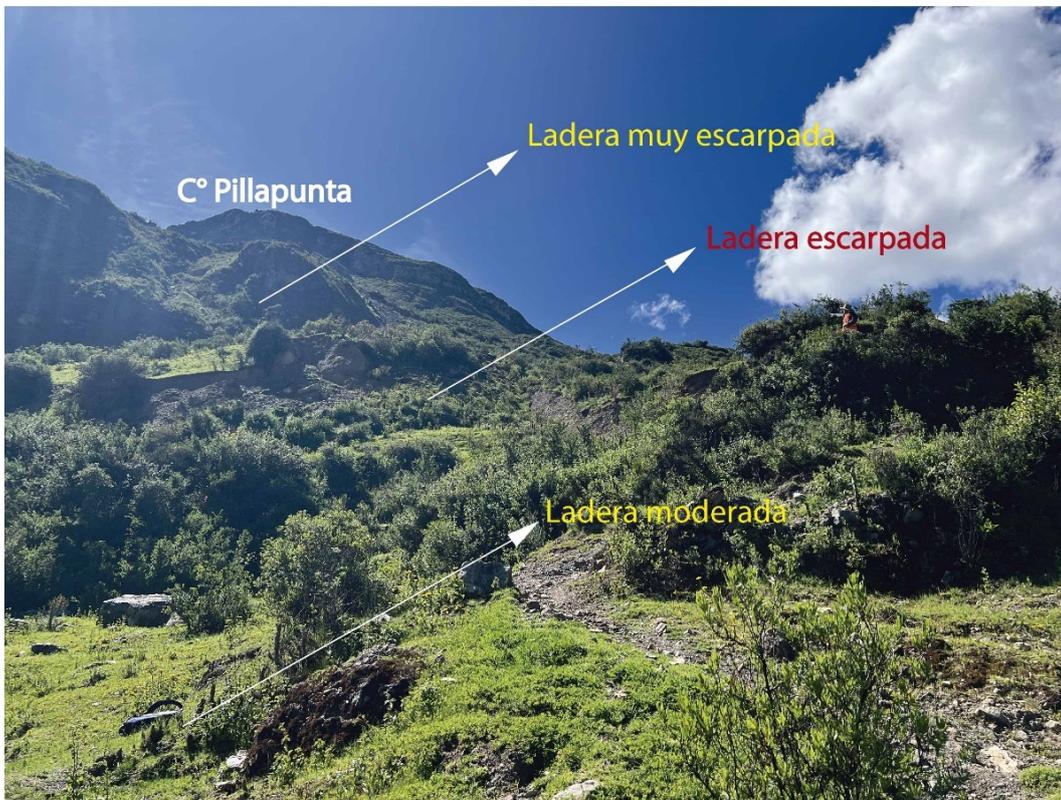
Las pendientes en el rango de 25 a 45 grados se consideran relativamente empinadas y, en muchos casos, tienen un mayor riesgo de deslizamientos en comparación con pendientes más suaves. Sin embargo, la susceptibilidad a deslizamientos en este rango aún dependerá de una variedad de factores geológicos, geomorfológicos y climáticos analizados más adelante.

- **Pendiente muy escarpada ( $\geq 45^\circ$ )**

Se presenta en los afloramientos que conforman los cerros Aynuc, Pillapunta y Regreshpunta. Representan relieves muy variados, con modificaciones considerables por causas de la erosión del substrato rocoso, geodinámica externa y tectónica local.

Las pendientes mayores a 45 grados se consideran muy empinadas y, en general, tienen una alta probabilidad de deslizamientos. La estabilidad de las pendientes está influenciada por diversos factores, y en pendientes tan pronunciadas, la fuerza de la gravedad puede ser significativamente mayor, lo que aumenta la probabilidad de que el suelo o la roca se desplace hacia abajo.

**Foto 9.** Vista de la ladera suroeste del cerro Pillapunta.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL AUCANCHA  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
INGENIERO CIVIL  
R.L.M. N° 221856

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

**Foto 10.** Vista de la ladera suroeste del cerro Pillapunta, con evidencias de caídas y paredes de roca verticalizada



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

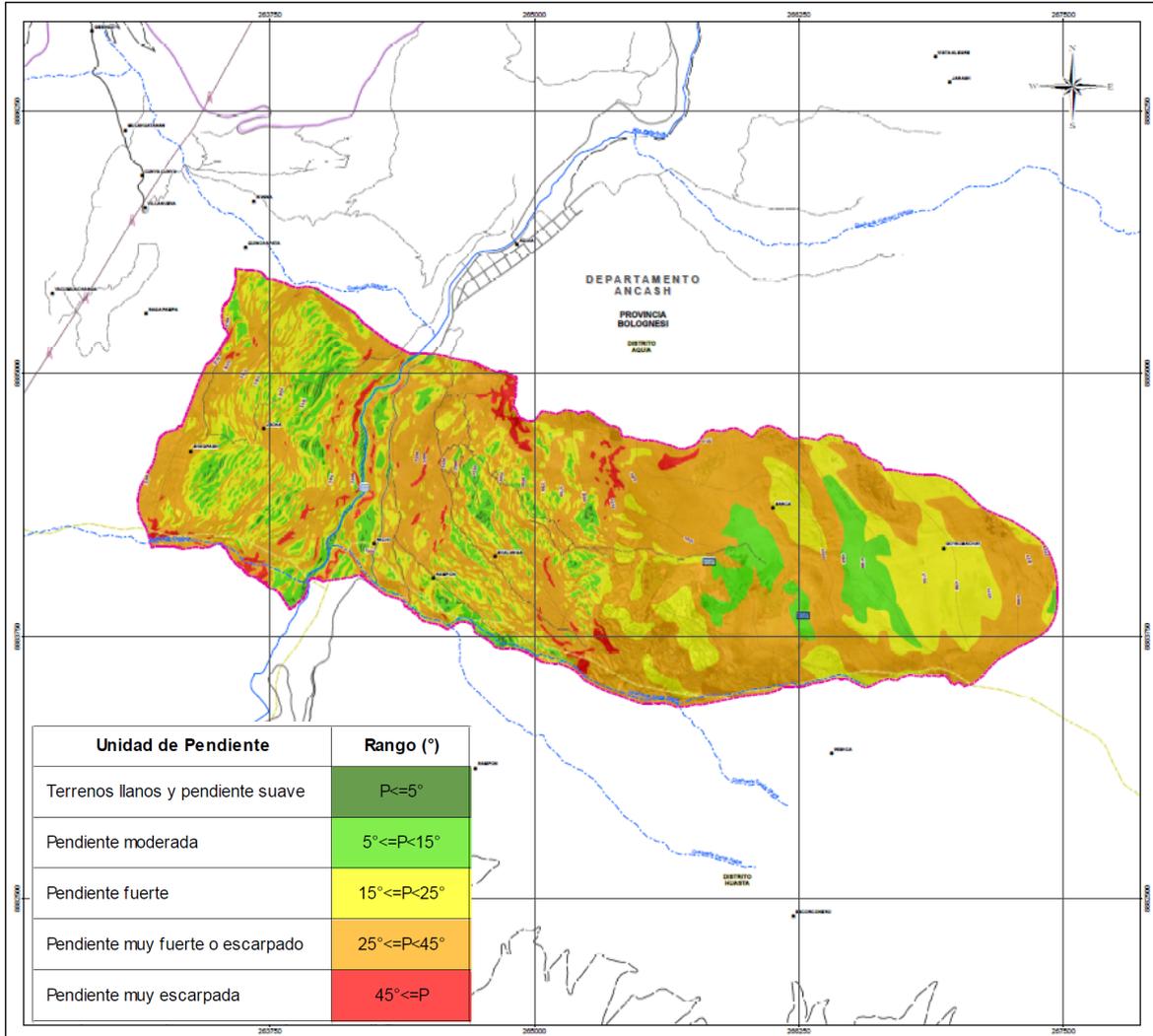
  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUERO  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 22255

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 102-2010-CEMEREPU

En la siguiente figura se muestra el mapa de pendientes del área de estudio, ver detalle en el Mapa 04.

**Figura 6** Mapa de pendientes del terreno en el área de estudio



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELTO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Ing. Luis Alberto Alvarado**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22256

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CENEPREDU

## 2.2.4.2 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS

La geomorfología del sector de Aquia Cruz es variada, se registraron 10 unidades locales, diferenciados por su génesis estructural, litológico e hidrológico. A continuación, se describen las principales unidades identificadas en la zona de estudio.

**Cuadro 5** Unidades geomorfológicas locales

Origen	Tipo de paisaje	Unidad geomorfológica	Símbolo	Características principales
Ígneo	Montañas	Montaña en roca intrusiva	RM-ri	Generalmente presentar laderas con topografía abrupta, con pendientes altas en elevaciones que alcanzan los 4600 msnm. los cuerpos ígneos intrusivos.
		Montaña en Roca sedimentaria	RM-rs	Conformado por laderas con topografía abrupta, con pendientes en roca sedimentaria.
Sedimentaria	Coluvial	Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd	Depósitos de deslizamiento activos, con evidencias recientes de movimiento
		Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado	V-dd.r	Depósitos de deslizamiento antiguos con mínimas evidencias cualitativas de inestabilidad, la principal característica de estas es que se produjeron sobre depósitos de deslizamientos antiguos.
		Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo	V-dd-a	Corresponde a ladera con evidencias de deslizamientos antiguos producidos en el tiempo actualmente no presentan inestabilidad frente a deslizamientos.
		Vertiente coluvio-deluvial	V-cd	Ladera que ha experimentado el depósito de materiales derivados de procesos coluviales y deluviales. Los sedimentos coluviales son aquellos que descienden gradualmente por gravedad, mientras que los deluviales resultan de eventos más bruscos, como deslizamientos.
		Vertiente coluvial	V-c	Conformado por la caída de bloques de roca.
		Vertiente aluvio-torrencial - Abanico	V-at-Ab	Son conos formados por acumulaciones de material acarreado por flujos excepcionales, en la desembocadura de quebradas.
	Ladera	Ladera de socavamiento	L-s	Socavamiento presente en la ladera.
	Fluvial	Cauce fluvial y proluvial	c	Se encuentran conformados por terrazas fluviales y/o depósitos aluviales.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### ▪ Montaña en roca intrusiva (RM-ri)

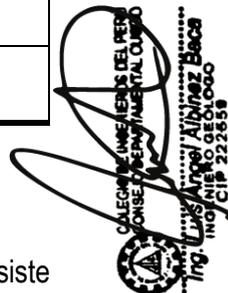
Esta unidad geomorfológica se observa en las partes altas de los cerros Aynuc y Pillapunta, consiste en superficies rocosas intrusivas correspondientes al Batolito de la Costa.

### ▪ Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)

Esta unidad geomorfológica se observa en ambos márgenes del río Pativilca a lo largo de toda la cuenca, principalmente en las partes altas de los cerros Aynuc, Pillapunta y Regreshpunta, y en las partes medias y bajas de las laderas de los cerros Aynuc, Pillapunta.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIERO DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUERO  
Ing. Luis Alberto Alvaréz Bascá  
INGENIERO DEL RIESGO  
R.L.M. N° 222556

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

Esta unidad consiste en superficies rocosas de areniscas y calizas de las formaciones Chimú, Santa y Carhuaz.

▪ **Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)**

Esta unidad geomorfológica se presenta en ambas márgenes del río Pativilca, principalmente en las partes bajas de las laderas de los cerros Aynuc, Pillapunta y Regreshpunta a la altura de la carretera de acceso al sector de Aquia Cruz. Consiste en superficies relacionadas a la acumulación de depósitos inconsolidados que mezclan depósitos coluviales recientes con geodinámica activa y procesos deluviales, ubicados en laderas de montañas, la mayoría emplazado en depósitos más antiguos.

▪ **Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado (V-dd-r)**

Esta unidad geomorfológica se presenta en ambas márgenes del río Pativilca, principalmente en las partes bajas de las laderas de los cerros Aynuc, Pillapunta y Regreshpunta a la altura de la carretera de acceso al sector de Aquia Cruz.

Esta unidad consiste en superficies relacionadas a la acumulación de depósitos inconsolidados que se han reactivado con el tiempo, dejando evidencias geomorfológicas como escarpes erosionados, es en estos depósitos que se presentan deslizamientos activos.

▪ **Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo (V-dd-a)**

Estas se distinguen por su topografía irregular, terrazas o bordes marcados, y la presencia de material desplazado como sedimentos y rocas. La cobertura vegetal puede presentar variaciones y los patrones de drenaje pueden parecer alterados, mientras que las marcas de erosión y depresiones en la vertiente evidencian la influencia de los deslizamientos pasados. Además, se pueden observar diferencias en la litología y la edad relativa del depósito que puede ser determinada mediante comparaciones con otras características del paisaje circundante. Se podría indicar que estos deslizamientos son los más antiguos en el tiempo y es sobre estos que se dan la reactivación de los eventos generando las vertientes de deslizamientos reactivos y sobre estos a su vez los deslizamientos activos.

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

Esta unidad geomorfológica se presenta en ambas márgenes del río Pativilca, principalmente en las partes medias y bajas de las laderas de los cerros Aynuc, Pillapunta y Regreshpunta.

La vertiente coluvio- deluvial se caracteriza geomorfológicamente por la acumulación de sedimentos coluviales y deluviales a lo largo de una ladera o pendiente en ambas márgenes del río Pativilca. En este contexto, los sedimentos coluviales, que descienden por la pendiente debido a la gravedad, se mezclan con materiales deluviales transportados por eventos más abruptos, como deslizamientos o movimientos de masa que han perdido su característica geomorfológica. Debido a proceso de erosión natural La vertiente exhibe una topografía suavemente ondulada, con depósitos de material suelto y fragmentos de roca dispersos. La presencia de terrazas y pequeñas lomas puede indicar episodios históricos de deslizamientos (poco evidentes).



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066



CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ALCANTARA  
Ing. Luis Alberto Alvaréz Bascá  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22856



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28910-CE/NEPRE/DJ

### ▪ Vertiente coluvial (V-co)

Geomorfológicamente, se distingue por la acumulación de sedimentos movidos principalmente por la gravedad a lo largo de una pendiente. Estos sedimentos coluviales, compuestos por fragmentos de rocas (mayoritariamente), suelo y otros detritos, tienden a deslizarse y acumularse en la base de la pendiente y en zonas de ladera. La topografía de esta vertiente exhibe suavidad y conforma una pendiente gradual, con una acumulación gradual de material suelto en forma de pseudo cono o abanico en la parte inferior. Las variaciones en la vegetación son notables, reflejando diferencias en la estabilidad del suelo. En este caso la evolución de la vertiente coluvial está influenciada por la dinámica de los procesos de caída de rocas y la frecuencia de estos.

### ▪ Abanico proluvial

Geomorfológicamente, estos se caracterizan por la acumulación de sedimentos que descienden por una pendiente debido a la acción de la gravedad, formando un cono o abanico en la base de la ladera (en los márgenes y cauce del río Pativilca). Estos sedimentos, conocidos como materiales proluviales, incluyen fragmentos de rocas, suelo y detritos que se desplazan hacia abajo desde áreas más altas. El abanico proluvial presenta una topografía distintiva con una pendiente gradual hacia la base y una progresiva expansión del depósito en forma de abanico. La textura del material suele ser más gruesa en la parte superior del abanico y más fina hacia la periferia. Este tipo de formación geomorfológica se asocia comúnmente con la acción de procesos de transporte de sedimentos en laderas empinadas por flujos de detritos históricos (pasados), contribuyendo a la configuración del paisaje en áreas montañosas o de relieve inclinado.

### ▪ Ladera de socavamiento

Geomorfológicamente, esta se formó como resultado del proceso erosivo del río Pativilca en sus márgenes específicamente en la base de las laderas, debilitando progresivamente el sustrato y generando caídas y derrumbes. La acción del agua erosiona la base de la ladera, desgastando el material subyacente y creando una serie de depresiones o socavones. A medida que la erosión continúa, la estabilidad del sustrato se ve comprometida, lo que puede resultar en caídas de bloques de rocas y derrumbes de material detrítico descendiendo desde la ladera hacia el lecho del río (entre el cauce y la carretera de acceso). Este proceso de socavamiento formó terrazas escalonadas o bancos de material desprendido en la ladera. La topografía resultante exhibe características como escarpes, depresiones y una pendiente inestable. La vegetación en estas laderas de socavamiento se ve afectada por la erosión, contribuyendo a la exposición de la superficie del suelo y aumentando la vulnerabilidad a eventos de deslizamientos. Este tipo de configuración geomorfológica refleja la dinámica de interacción entre el río y la ladera, dando forma al paisaje a lo largo del tiempo.

### ▪ Cauce del río principal (c)

Geomorfológicamente, el cauce de un río se compone del lecho fluvial, los bancos del río y características, terrazas fluviales y confluencias. Este entorno refleja la interacción dinámica entre el agua y la topografía circundante, evidenciando procesos como la erosión, sedimentación y la formación de características distintivas a lo largo del tiempo. Desde la morfología de los bancos hasta la disposición del cauce y la presencia de terrazas, el cauce del río Pativilca es un componente geológico activo y cambiante que define la apariencia y función del sistema fluvial en su conjunto.



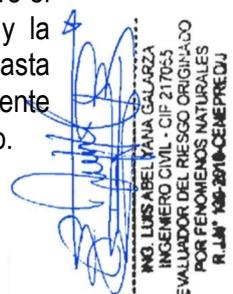
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066



CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL AUCASH  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO GEÓGRAFO  
Reg. CIP. N° 22856



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CEMOPRE-DU

Foto 11. Bloques de roca - vertiente coluvial (264821 E, 8884749 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

Foto 12. Vertiente con depósito de deslizamiento en la margen derecha del río Pativilca (264044 E, 8885133 N).



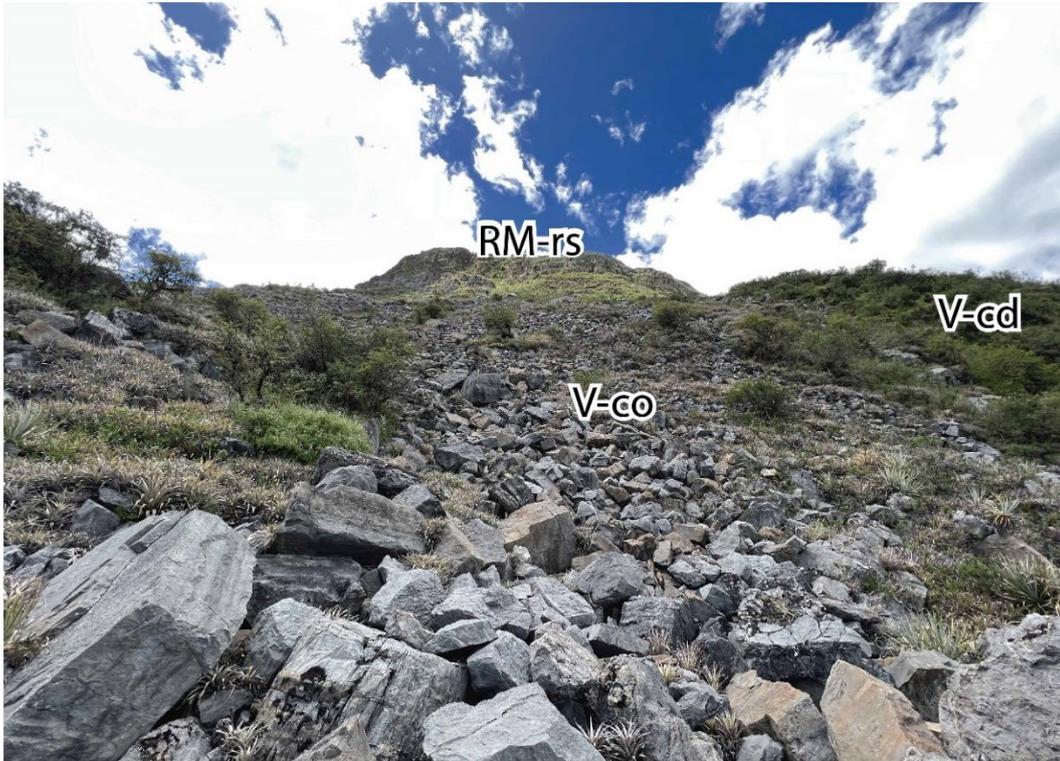
Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

CALIFICADO INGENIERO DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL AUCASH  
 Ing. Luis Abel Yana Galarza  
 Reg. CIP N° 22255

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**Foto 13.** Parte alta del cerro Aynuc (RM-rs), desde donde se desprenden bloques (V-co), encima de vertientes coluvio-deluviales (V-cd), (264874 E, 8884631 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

**Foto 14.** Cauce del río Pativilca, adosado por vertientes coluviales (V-co), coluvio deluviales y aluvio torrenciales, (264177 E, 8884573 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
FLOR KARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
COLEGIO INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Alberto Alvarado Bascón  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22255

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

**Foto 15.** Abanicos aluviales (V-at-ab) de quebradas afluyentes al río Pativilca, (263850 E, 8884032 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

**Foto 16.** Laderas de socavamiento en la margen derecha del río Pativilca.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
**LUCIA VERONICA**  
**PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

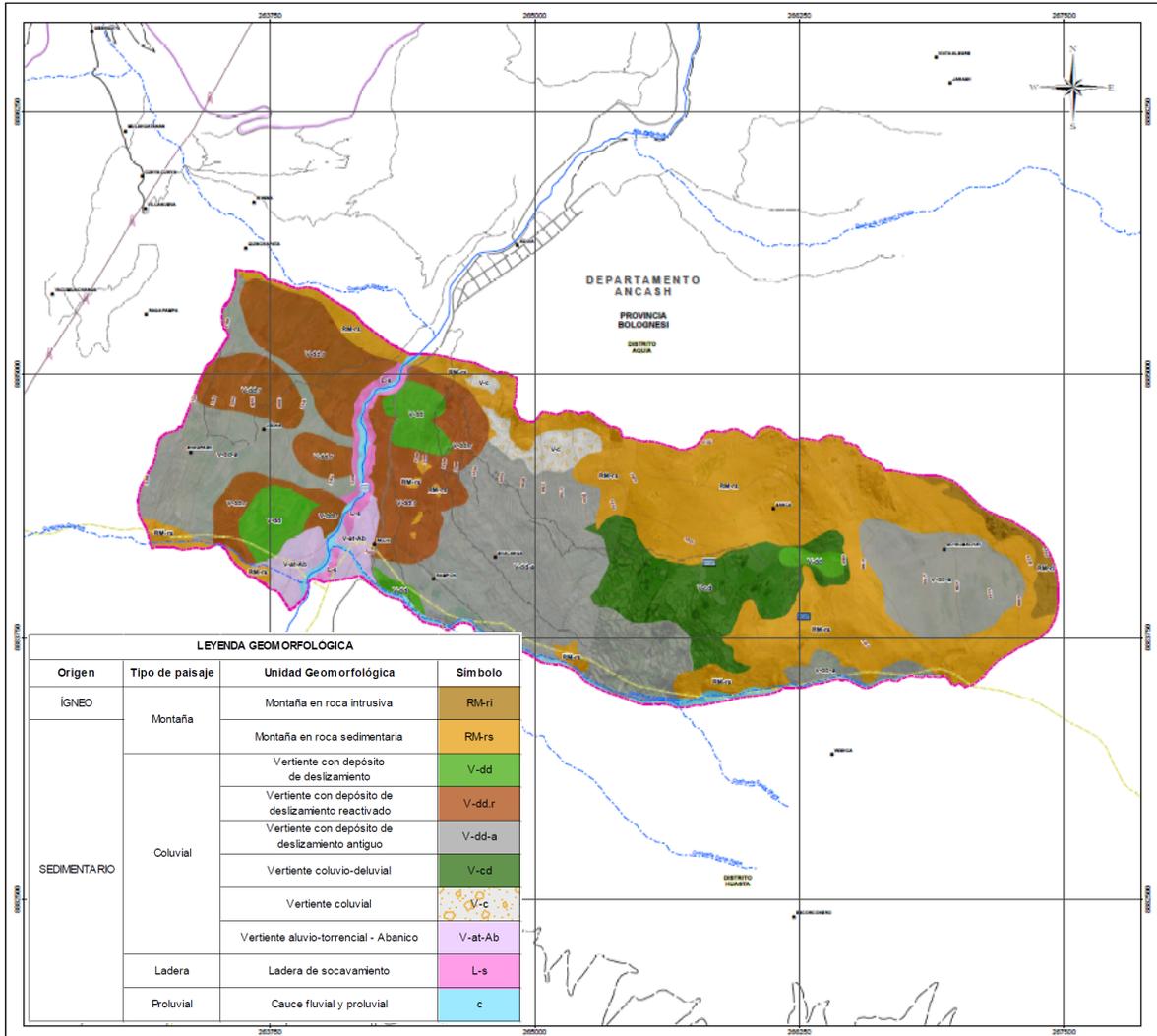
  
**FLOR KARINA SUELTO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 COLEGIO INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH  
**Ing. Luis Abel Yana Galarza**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22255

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

En la siguiente figura se muestra el mapa de geomorfología, ver detalle en el Mapa 06.

**Figura 7** Mapa de unidades geomorfológicas en el área de estudio



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELTO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

### 2.2.4.3 CONDICIONES GEOLÓGICAS

Para la realización del mapa geológico se utilizó como base el mapa a escala 1/50000 del cuadrángulo Chiquián (21-i) del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET y cartografiado de campo en el caserío de Aquia Cruz, teniendo como base 125 puntos de observación geológica (anexo 2.2); considerando la base bibliográfica descrita en (INGEMMET, 2021), (Zavala Carrión et al., 2009), (Chirif Rivera et al., 2008, ), (Romero Fernández, 2008), (Zavala Carrión, 2007), (Dill et al., 1997), (Cobbing et al., 1996), (Chirif Rivera et al., 2008) y (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET, 1985); se han identificado las siguientes unidades lito estratigráficas locales: Formación Carhuaz, Chimú y Santa, Batolito de la Costa, depósitos detríticos (coluvio-deluvial, proluvial y coluvial).

**Cuadro 6** Unidades geológicas locales

Serie	Unidad	Descripción litológica	Rocas plutónicas y sub volcánicas	Símbolo
Holoceno	Depósito proluvial	Acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición.		Qh-pl
	Deposito coluvial (de caída)	Clastos subredondeados a angulosos con matriz arenosa y limosa.		Q-co
	Deposito fluvial	Acumulaciones de arenas, limos y clastos redondeados		Q-fl
	Depósito coluvio-deluvial 1	Depósitos de remoción reciente, conformados por la intercalación de gravas, bloques y bolones sueltos en una matriz limo-arcillosa, con cierto grado de saturación		Qh-cd-1
	Depósito coluvio-deluvial 2	depósitos conformados por deslizamientos antiguos específicamente la reactivación de deslizamientos presenta un grado más de compactación de los depósitos recientes		Qh-cd-2
	Depósito coluvio-deluvial 3	Corresponde a deslizamientos antiguos de dimensiones grandes con coronas de desleimiento de longitudes métricas (>100 m), por su antigüedad presentan una compactación media, y estabilidad propia de los asentamientos naturales del terreno.		Qh-cd-3
	Depósito coluvio-deluvial 4	corresponde a zonas de depósito coluvio deluvial, conformados por la erosión de materiales detríticos en superioridad a materiales de deslizamientos o caídas.		Qh-cd-4
Superior	Batolito de la Costa	Granodiorita	Batolito de la Costa	Ks-bc-gd
Inferior	Formación Carhuaz	Lutitas de capas delgadas, suaves, friables, de color marrón y lutitas limosas de color púrpura intercaladas con algunas capas delgadas de areniscas cuarzosas, gris claro a marrón, con estratificación cruzada.		Ki-ca3
	Formación Chimú	Cuarzo arenita de grano medio a grueso, laminaciones horizontal y cruzada, intercalada con niveles de limolita negras.		Ki-chi3
	Formación Santa	Caliza dolomítica, color gris oscuro, fosilífera, en capas medianas, laminar, intercaladas con algunas capas delgadas de lutitas astillosas negras y chert.		Ki-sa3

Elaboración Walsh Perú S.A. 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

### ▪ Batolito de la Costa

Fue definido por Wilson, J. et al. (1967) como Batolito de la Costa, Raimondi, A. (1873) designa el nombre de Cordillera Blanca o Nevada describiendo que la parte de la erosión fluvial efectuada por el Río Santa paralelamente al eje de un anticlinal, luego Boit, B. (1926) describe cercana a la Cordillera Blanca, una roca granodiorita que aflora en las partes más elevadas., nuevamente Boit, B. (1965), describe como el carácter porfiróide de los granitos de la Cordillera Blanca., Wilson, J., et al. (1967), Le da el nombre como Batolito de la Cordillera Blanca, asimismo Dalmayrac, B. (1974), Describe al Batolito de la Cordillera Blanca, esencialmente como granodiorita, pone como ejemplo un ejemplo de tectonismo, Wallace, P. (1974) asocia al batolito de plata, cobre, zinc y tungsteno mineralización, posteriormente Wilson, P. (1975) describe la variación de litofacies de tonalita a leucogranito, Beckinsale, et al. (1985) Batolito de la Cordillera Blanca, está asociada a las rocas de Churín., Petford, N. (1996) combina el estroncio con el neodimio, isotopo del Mioceno-Plioceno, describe composiciones de cuarzo diorita, tonalitas, leucogranodioritas., Cobbing, E., et al. (1996), la edad del batolito varia de 4.6 a 16 Ma. han sido determinados por el método K/Ar sobre biotitas, Navarro, P. (2010), realiza la descripción de las rocas como como una granodioritas, holocristalinas, equigranulares, leucócratas, gris blanquecinas, con cristales de plagioclasas, cuarzo, anfíbol y biotita.

Gilletti, J., Day, H. (1968), Stewart, et al. (1974), Wilson, P. (1975), Giovanni, M. et al. (2006), Mukasa (1984), describieron a esta roca como granodiorita, cuarzo diorita holocristalina, característica de la Cordillera Blanca, contiene cristales subhedrales de plagioclasa y piroxeno, biotita, hornblenda. zircón, presenta mineralización de Pb-Zn-Ag., se encuentra en menor cantidad, minerales de cobre, tungsteno y molibdeno cuando se emplazan en las areniscas y lutitas pizarrosas de la Formación Chicama. del Jurásico Superior.

### ▪ Formación Santa

La Formación Santa fue estudiada por Stappenbeck (1929) en el curso superior del río Chicama con la denominación de "Lutitas Medias" o "Lutitas Pallares", que cubre sus "Cuarzitas inferiores del Wealdiano" o Areniscas Chimú. Steinmann (1930) estudió rocas similares en la región de Huallanca (Dos de Mayo) en el valle del Santa con el nombre de "Calizas inferiores del Barremiano", luego Benavides (1956) en su trabajo "Cretaceous System in Northern Perú" menciona que las "Lutitas Pallares" fueron divididas en dos unidades, haciendo referencia al Miembro Inferior como Formación Santa. Posteriormente diferentes autores como: Wilson et al. (1963, 1964, 1967), Cossio et al. (1964, 1967), Reyes (1980), Sánchez et al. (1995), entre otros, hacen referencia a esta unidad.

La Formación Santa es en gran parte de caliza dolomítica, color gris oscuro, fosilífera, en capas medianas, laminar, intercaladas con algunas capas delgadas de lutitas astillosas negras y chert, corresponde a un paleoambiente donde se ha depositado en aguas marinas someras, en ambiente playero de aguas salobres.

### ▪ Formación Carhuaz

Originalmente esta secuencia fue estudiada por Stappenbeck (1929) en el curso superior del río Chicama como miembro superior de "Lutitas Medias" o "Lutitas Pallares". Luego, Steinmann (1930) estudió rocas similares en la región de Huallanca (Dos de Mayo) en el valle del Santa con el nombre de "Capas intermedias del Barremiano". Benavides (1956) en su trabajo "Cretaceous System in Northern Perú" denominó por primera vez Formación Carhuaz a esta unidad, refiriéndose a una de la unidad superior de las "Lutitas Pallares". Posteriormente diferentes autores como: Wilson et al. (1963,

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN (INGENIERO DEL RIESGO)  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUJAO  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

1964, 1967), Cossío et al. (1964, 1967), Reyes (1980), Sánchez et al. (1995), entre otros, hacen referencia a esta unidad.

La formación Carhuaz reposa sobre la Formación Santa, pertenece a la era del Mesozoico del Cretáceo inferior, aflora este del mapa de Aquia Cruz conformando específicamente en las Montañas en roca sedimentaria de Aquia Cruz.

La formación Carhuaz está conformada por las secuencias de calizas gris parduzcas a negras, intercaladas con areniscas de grano fino a medio, calizas gris azulinas y niveles de limolitas. En el entorno de la quebrada afluyente al río Pativilca (coordenadas UTM: 266693E- 8883555N) se puede apreciar afloramientos de calizas azulinas.

**Foto 17.** Vista de afloramientos de la formación Carhuaz en la parte alta del cerro Pillpunta, en la parte media de la ladera se observan afloramientos de la Formación Oyón (2665797 E, 88846087 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

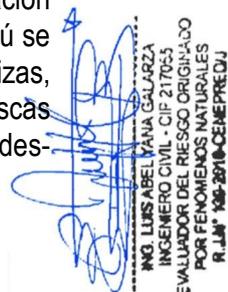
▪ **Formación Chimú**

Según (Benavides-Cáceres, 1956), Stappenbeck (1929) fue el primero en reconocer esta formación y se refirió a ella como las "cuarcitas carboníferas inferiores del Wealdiano". La formación Chimú se formó en un ambiente de ríos entrelazados de arena, comprende de capas muy gruesas, macizas, duras, fuertemente cruzadas, de grano fino a medio, bien seleccionadas, muy limpias, de areniscas de cuarzo de color blanco a gris claro. (Machaca Sardon et al., 2021); Cobbing et al., 1996; Benavides-Cáceres, 1956).

  
 LUCÍA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 CALIFICADO INGENIERO DEL RIESGO  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH  
 Ing. Luis Abel Yana Galarza  
 R.L.M. N° 221856

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 221856-CE/NEPRE/DJ

La formación Chimú pertenece a la era del Mesozoico del Cretáceo inferior, aflora al este de Aquia Cruz, parte superior de la margen derecha.

Litológicamente la formación Chimú está conformada por la cuarzoarenita de grano medio a grueso, laminaciones horizontal y cruzada, intercalada con niveles de limolita negras. Con planos de estratificación que presenta buzamientos mayores a 75° con dirección al norte este. En efecto en las laderas de Aquia Cruz (coordenadas UTM: 266286 E- 8884531 N) se puede apreciar que los estratos de las cuarzoarenitas presentan dirección de NW – SE y presenta planos de estratificación con buzamientos entre 86 a 89° al noreste.

#### ▪ Depósitos Cuaternarios

- Depósito coluvio-deluvial 1: Depósitos de remoción reciente, conformados por la intercalación de gravas, bloques y bolones sueltos en una matriz limo-arcillosa, con cierto grado de saturación
- Depósito coluvio-deluvial 2: depósitos conformados por deslizamientos antiguos específicamente la reactivación de deslizamientos presenta un grado más de compactación de los depósitos recientes
- Depósito coluvio-deluvial 3: Corresponde a deslizamientos antiguos de dimensiones grandes con coronas de desleimiento de longitudes métricas (>100 m), por su antigüedad presentan una compactación media, y estabilidad propia de los asentamientos naturales del terreno.
- Depósito coluvio-deluvial 4: corresponde a zonas de depósito coluvio deluvial, conformados por la erosión de materiales detríticos en superioridad a materiales de deslizamientos o caídas.
- Deposito fluvial: Está constituido por acumulaciones de arenas, limos y clastos redondeados. Estos afloramientos se encuentran distribuidos en las llanuras de inundación y cauce del río Pativilca.
- Deposito coluvial: Estos depósitos se ubican en los cuerpos de los movimientos en masa, las cuales están distribuidos en toda el área de trabajo.  
Están constituidos por suelos no consolidados de granulometría caótica, incluso se observan bloques de rocas areniscas y calizas con formas angulosas que están suspendidos en una matriz areno limosa con arcilla.
- Depósito Proluvial: Está constituido por fragmentos rocosos y lodo. Estos depósitos se encuentran principalmente en los abanicos aluviales de las quebradas Quishca y Santa Ragra.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066



CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL AUCASH  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
INGENIERO CIVIL  
R.L.M. N° 221856



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CEBEPREDU

**Foto 18.** 1 Depósito coluvio-deluvial 1, adosado en la margen derecha del río Pativilca, muestra depósitos detríticos sueltos de remoción reciente.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**Foto 19.** 2 Depósito coluvial, adosado en la ladera este del cerro de la margen derecha del río Pativilca, muestra depósitos detríticos sueltos de caída de rocas.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 COLECCIÓN INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO NACIONAL CIVIL  
 Ing. Luis Abel Yana Galarza  
 R.L.M. N° 221856

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**Foto 20.** 3Depósito fluvial y aluvial en ambas márgenes del río Pativilca, muestra depósitos detríticos sueltos.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

4Depósito coluvio-deluvial 4, conformado por la erosión de materiales detríticos en superioridad a materiales de deslizamientos o caídas.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

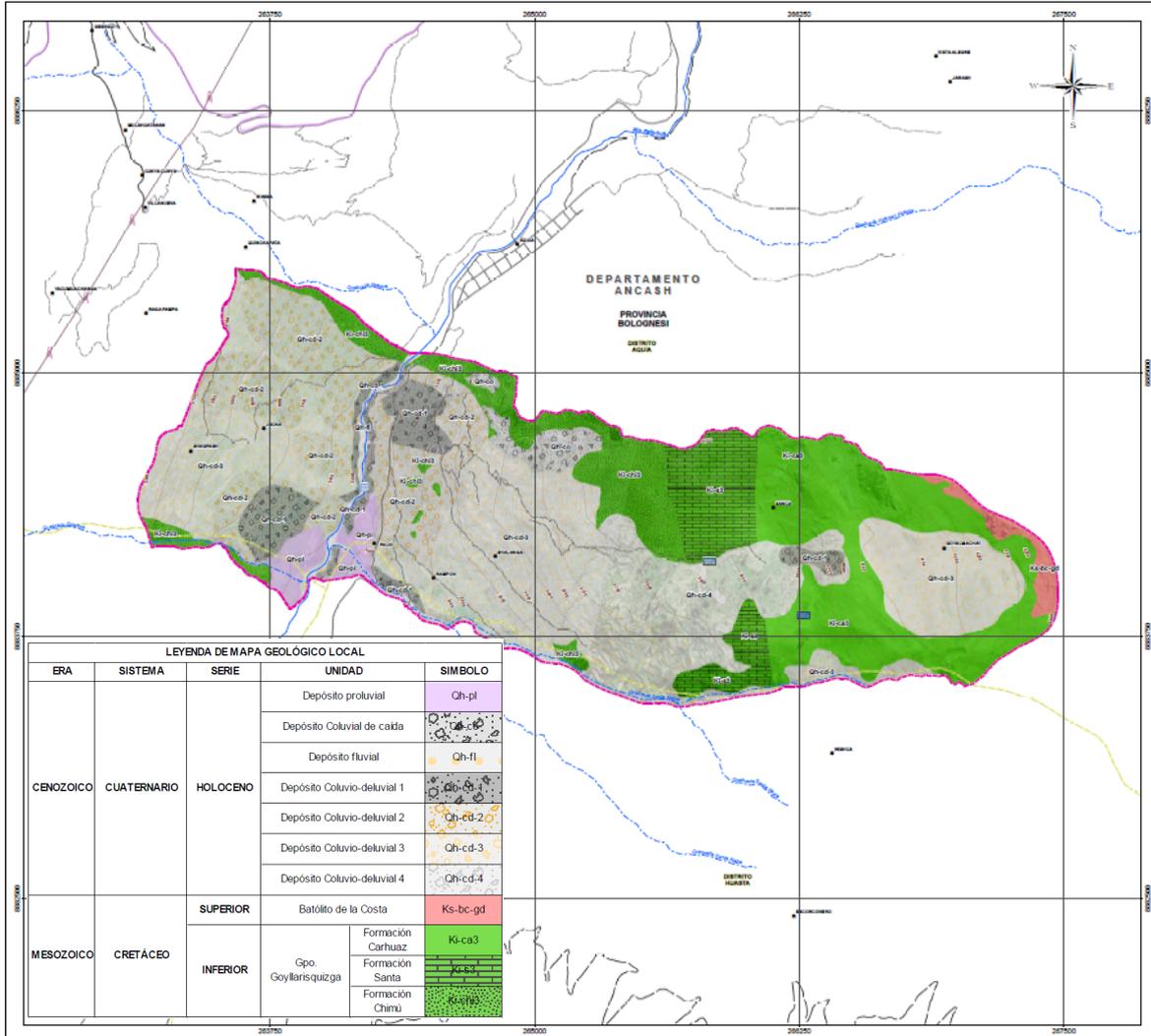
  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 COLECCIÓN INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL AUCANSHI  
 Ing. Luis Abel Yana Galarza  
 R.L.M. N° 28110-CENEPREDU  
 Reg. CIP. N° 22255

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CENEPREDU

En la siguiente figura se presentan las unidades geológicas del área de estudio, ver detalle en el Mapa 05.

**Figura 8** Mapa geológico del área de estudio



Elaboración: Walsh Perú S.A. 2023.

**LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELTO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 221856

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 221856

### 2.3.4.4 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Para la determinación de las precipitaciones se recopiló información histórica de precipitación máxima en 24 horas de 3 estaciones meteorológicas del SENAMHI, con las que se realizó el análisis pluviométrico que definirá la tormenta de diseño para el periodo de retorno de 100 años, las cuales se encuentran distribuidas en las provincias de Recuay (Estación Milpo), Huari (Estación Chavín) y Bolognesi (Estación Chiquián), del departamento de Ancash. Asimismo, los umbrales de precipitación utilizados en el análisis de clasificación son los percentiles calculados por el SENAMHI para la Estación Chiquián.

#### Estaciones meteorológicas

En el cuadro líneas abajo se listan las estaciones meteorológicas disponibles con información de precipitación diaria y máxima en 24 h para la caracterización del área de estudio. Las estaciones Milpo, Chavín y Chiquián son administradas por el SENAMHI y cuentan con periodos que varían en general de año 1964 hasta 2022, mientras que, las estaciones de Pachapaqui, Km 28 y PMS3 son administradas por ANTAMINA y cuentan con registro del 2019 hasta 2023. Los datos seleccionados para la evaluación corresponden a las estaciones de Chavín, Milpo y Chiquián, debido a que cuentan con un registro más amplio de datos históricos de la variable de precipitación máxima en 24 h.

**Cuadro 7** Estaciones Meteorológicas

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 – 18S		Altitud (msnm)	Periodo	Años de Información	Variable
	Este	Norte				
Milpo	255091.13	8906666.96	4400	1980 - 2010	31	Precipitación Máxima en 24 h
Chavín	262192.90	8939906.24	3140	1969 - 2022	51	Precipitación Máxima en 24 h
Chiquián	264414.13	8879067.70	3414	1964 - 2022	35	Precipitación Máxima en 24 h
PMS3	260665.83	8883826.30	4291	2020 - 2023	4	Precipitación Diaria
Pachapaqui	269978.48	8898668.59	3942	2020 - 2023	4	Precipitación Diaria
Km 28	265865.47	8890167.22	3638	2019 - 2023	5	Precipitación Diaria

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de las estaciones pluviométricas que han sido utilizadas para la determinación de umbrales de precipitación en el ámbito de estudio.

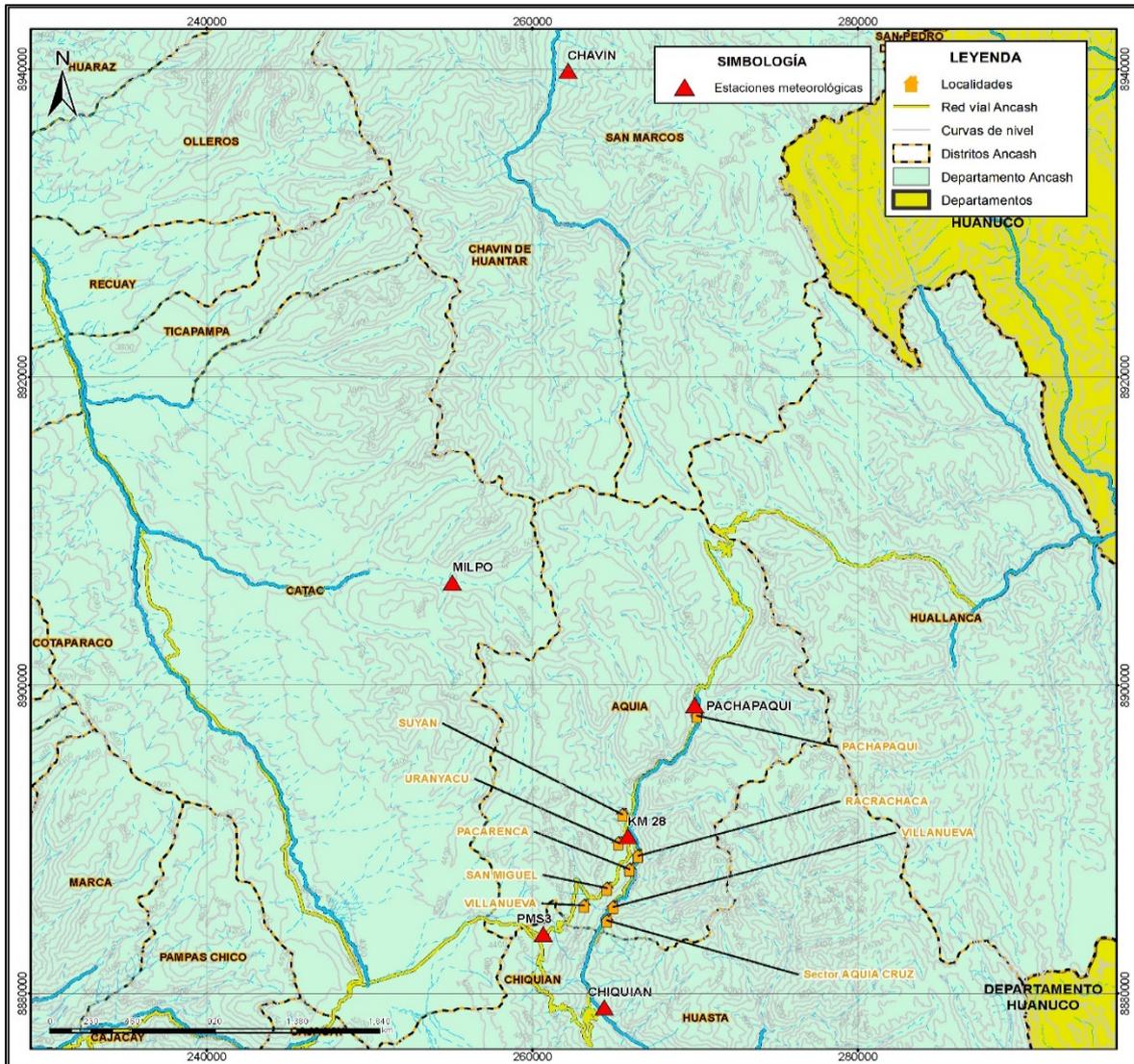
  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGISTRACIONAL  
ING. LUIS ALBERTO ALVARADO  
INGENIERO CIVIL  
CIP 22255

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28910-CE/NEPRE/DJ

**Figura 9** Ubicación de las Estaciones Meteorológicas



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88086

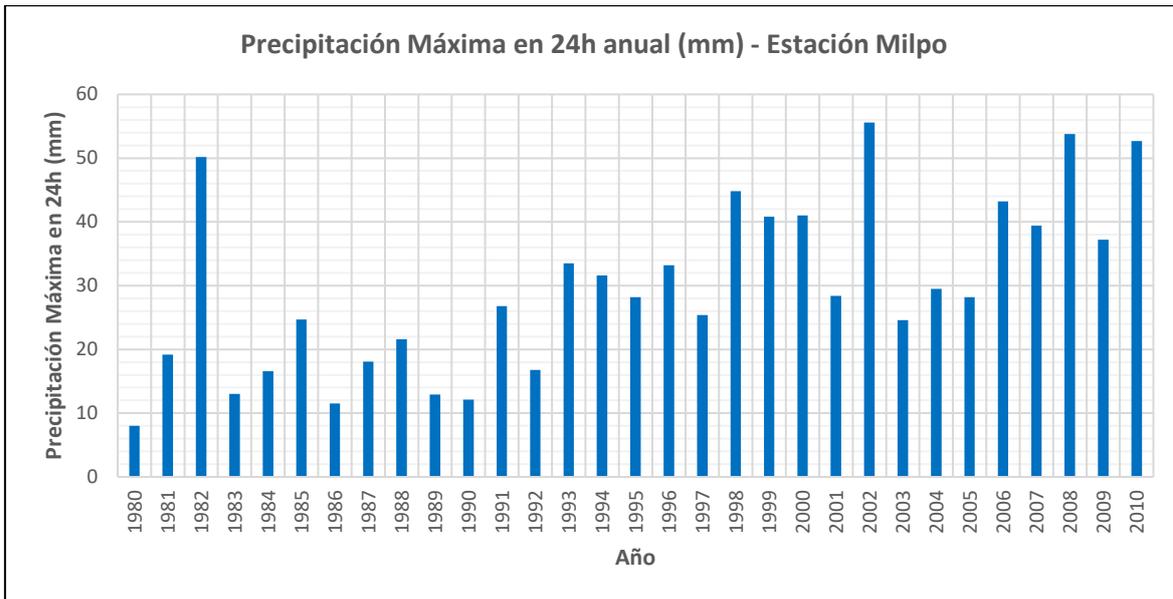
▪ **Precipitación máxima de 24 horas**

En el análisis de la información pluviométrica de la precipitación máxima de 24 horas de las 3 estaciones meteorológicas empleadas, se hizo una prueba de datos dudosos por el método del Water Resources Council (1981), siendo solo la estación Chiquián la que cuenta con un dato dudoso en el umbral mínimo, el cual, fue descartado en el análisis.

Con la información sometida al análisis de datos dudosos, se realizó el análisis probabilístico de la serie de datos de cada estación meteorológica, empleando el programa Hydrognomon 4. Luego, mediante la prueba de bondad de ajuste Smirnov Kolmogorov con un nivel de significancia del 5%, se determinó el mejor ajuste de las distribuciones por el método gráfico. Los resultados se muestran en los gráficos siguientes.

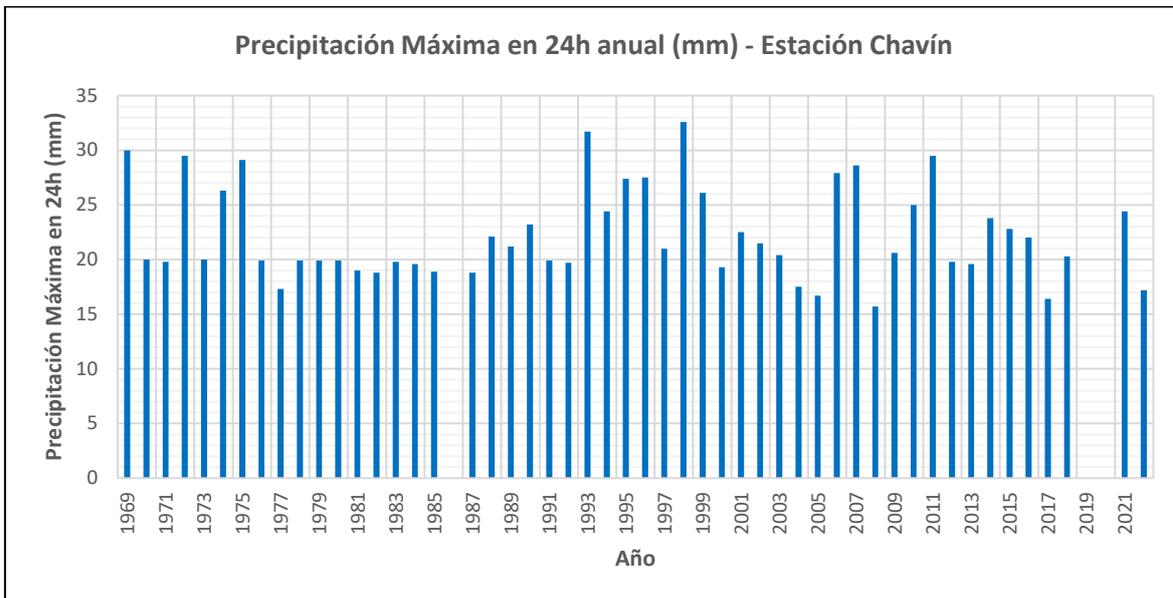
*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

**Figura 10** Histograma de Precipitación Máxima de 24h anual – Estación Milpo



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Figura 11** Histograma de Precipitación Máxima de 24h anual – Estación Chavín



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

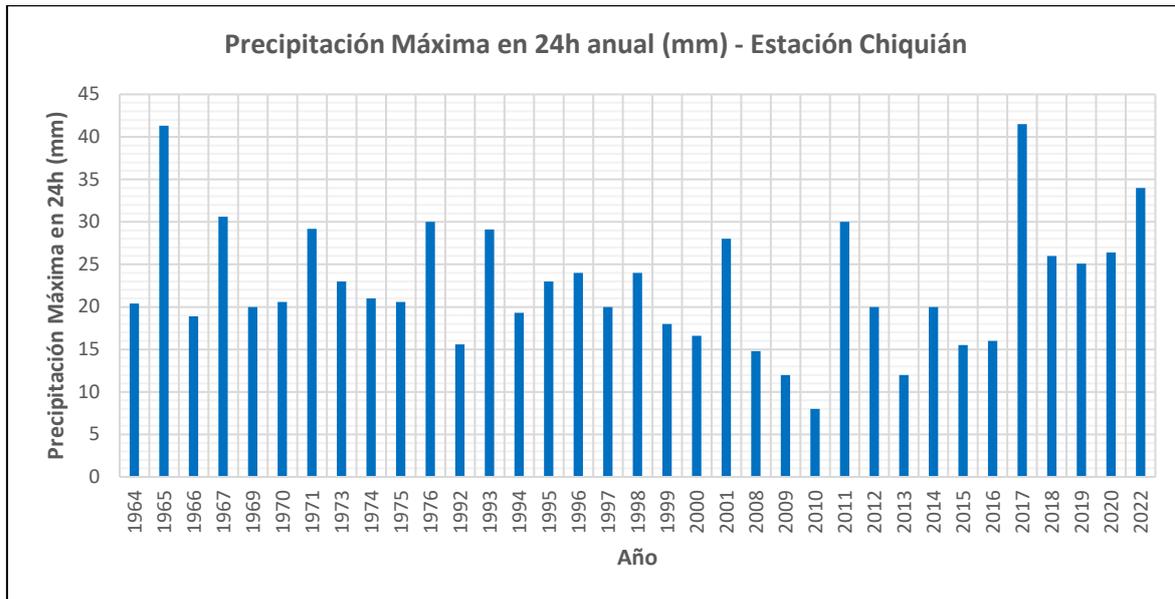
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**Figura 12** Histograma de Precipitación Máxima de 24h anual – Estación Chiquián



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 8** resumen de la prueba de bondad de ajuste Smirnov Kolmogorov

Nº	Estación Meteorológica	Delta tabular	Delta teórico	Mejor distribución
1	Milpo	0.2443	0.0508	GEV-Min
2	Chavín	0.1904	0.0849	Exponential
3	Chiquián	0.2332	0.0707	EV1-Max (Gumbel, L-Moments)

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Ver anexo 4.

Del análisis de los histogramas de precipitaciones máximas en 24h anual:

- La estación Chiquián registra dos picos de 41.3 mm (año 1965) y 41.7 mm (año 2017), los cuales son eventos de El Niño. Asimismo, los datos se consideran consistentes debido a la recurrencia de este tipo de valores extremos, aunque en menor magnitud.
- La estación Chavín registra precipitaciones máximas en diferentes años con variaciones normales, presenta un máximo de 32.6 mm (año 1998). También, esta estación mantiene similitud de variaciones de precipitación máxima con la estación Chiquián.
- La estación Milpo registra precipitaciones máximas en diferentes años, presenta un máximo de 55.6 mm (año 2002).

▪ **Periodo de retorno de la precipitación**

Para el presente estudio se realizaron los cálculos de precipitación máxima en 24 horas para el periodo de retorno de 100 años, teniendo como base el artículo 9 de la Resolución Jefatural N° 153-2016-ANA, Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos Naturales y Artificiales, en la que indica: La determinación de los caudales

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 222556

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 222556

máximos se establecen con un periodo de retorno de 100 (cien) años en cauces naturales de agua colindantes a asentamientos poblacionales.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados para el periodo de retorno de 100 años de las precipitaciones máximas en 24 horas.

**Cuadro 9** Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm) a Distintos Periodos de Retorno (T)

Periodo de Retorno (T)	Estación Milpo	Estación Chavín	Estación Chiquián
	PP Max	PP Max	PP Max
100	71.5	42.5	52.4

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

Para determinar las precipitaciones en la zona de estudio se empleó el método de isoyetas para el periodo de retorno de 100 años.

▪ **Umbral de precipitación**

Los umbrales de precipitación que se emplearon fueron los calculados por en SENAMHI para la Estación Meteorológica Chiquián en el estudio de Umbrales y Precipitaciones Absolutas, en la que realizaron una caracterización de lluvias extremas de la red de estaciones meteorológicas del SENAMHI, utilizando datos de precipitación diaria con control de calidad básico, realizado por la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, considerando el periodo base de 1964-2014.

En el siguiente cuadro se presenta los resultados de umbrales de precipitación de la estación Chiquián. Tomando en cuenta que la precipitación promedio máxima es de 22.7 mm, la precipitación con característica de ligeramente lluvioso son aquellas que no sobrepasan los 8.3 mm, el cual tiene una probabilidad de ocurrencia de 75%; el umbral máximo de precipitación tiene una característica de extremadamente lluvioso y son aquellas que sobrepasan las columnas de agua mayores a 24.0 mm.

**Cuadro 10** Umbrales de Precipitación – Estación Chiquián

Caracterización de Lluvias extremas	Umbrales de Precipitación	Umbral de Precipitación calculado (mm)
Extremadamente lluvioso	PP/día > 99p	PP/día > 24.0 mm
Muy lluvioso	95p < PP/día ≤ 99p	16.0 mm < PP/día ≤ 24.0 mm
Lluvioso	90p < PP/día ≤ 95p	12.3 mm < PP/día ≤ 16.0 mm
Moderadamente lluvioso	75p < PP/día ≤ 90p	8.3 mm < PP/día ≤ 12.3 mm
Ligeramente lluvioso	PP/día ≤ 75p	PP/día ≤ 8.3 mm

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023. Tomado del estudio de Umbrales y Precipitaciones Absolutas del SENAMHI, 2014.

En la siguiente figura se presenta el Mapa de Precipitación con periodo de retorno de 100 años. Ver detalle en el Mapa 08.

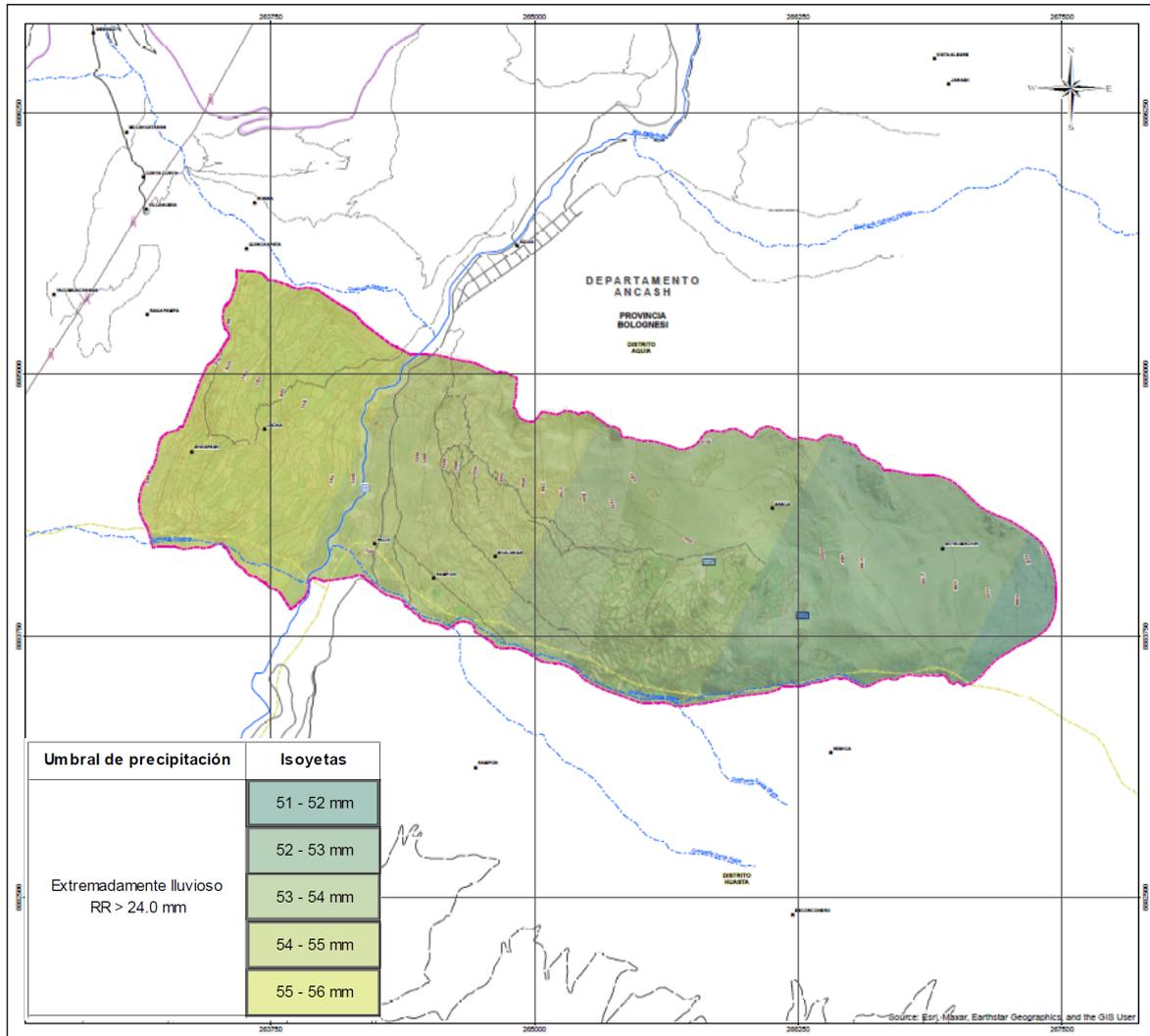
  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN, INGENIERO DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUERO  
ING. LUIS ALBERTO ALVARADO BACC  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

**Figura 13** Mapa de precipitación con periodo de retorno de 100 años



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

### 2.2.4.5 CONDICIONES HIDROLÓGICAS

El área de trabajo de presenta características de superficie de baja pendiente donde prevalece la escorrentía laminar, motivo por el cual no presenta un cauce principal que genere el peligro de inundación fluvial; sin embargo, las altas precipitaciones podrían generar inundaciones pluviales, quiere decir, formación de encharcamientos generando aniegos. En este sector se identificó 02 quebradas, denominadas localmente quebrada Santa Ragra (margen derecha del río Pativilca) y quebrada Quishca (margen izquierda).

CALENDA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL QUINCE  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

## CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE RIESGOS

### 3.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

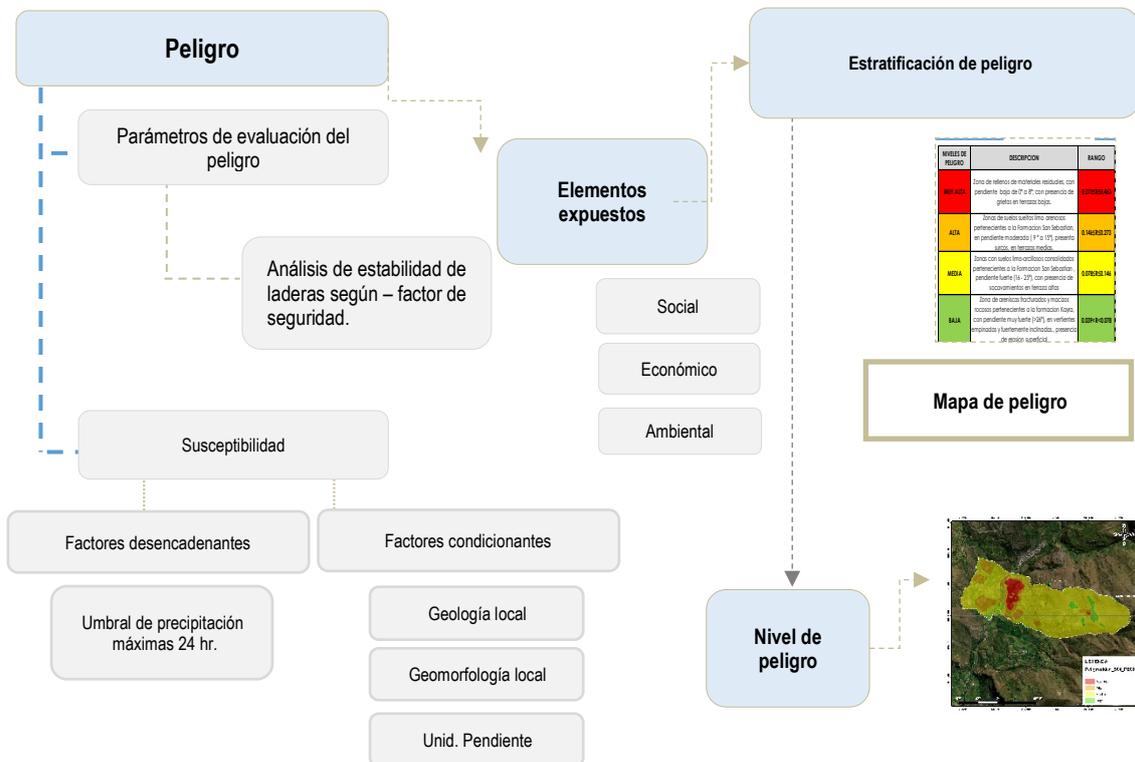
#### 3.1.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PELIGROSIDAD

Los deslizamientos generan niveles de peligrosidad en el sector Aquia Cruz acorde a la caracterización y evaluación de este evento geodinámico.

Para determinar el nivel de peligro por deslizamiento, se utilizó la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR versión 2 (2015), para identificar y caracterizar la peligrosidad en función de los parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes y los elementos expuestos. Su determinación considera los parámetros y para cada parámetro sus respectivos descriptores, ponderándolos mediante el método SAATY.

Para una adecuada identificación de las áreas probables de influencia de un determinado fenómeno natural, es muy importante una adecuada caracterización de los peligros generados por estos en base a la información a detalle recopilada en campo, infraestructura básica, reportes históricos de los impactos producidos por deslizamientos. La metodología para la determinación de la peligrosidad se detalla en el siguiente gráfico.

**Figura 14** Flujograma de la secuencia metodológica para determinación del nivel de peligrosidad



Fuente: CENEPRED. Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 versión.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALEN ING. EN INGENIERIA DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUZCO  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
R.L.M. N° 22155

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CENEPREDU

### 3.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Comprende la priorización de las áreas del sector Aquia Cruz con mayor probabilidad de ser afectadas por el peligro de deslizamiento según registros históricos y/o bibliográficos.

### 3.1.3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se ha realizado la recopilación de información disponible como son los estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, Autoridad Nacional del Agua – ANA, servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, Biblioteca del SIGRID), e información de estudio de peligros, topografía, geología, monitoreos geotécnicos, existentes en la zona. En la sección de bibliografía se detallan la lista de información secundaria recopilada y empleada en el presente estudio.

También se realizó la evaluación en campo, las evidencias se muestran en los anexos 2.1 Fichas de campo, anexo 2.2 Mapa de ubicación de puntos de observación geológico, y anexo 2.3 Panel fotográfico.

### 3.1.4 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

Para el cartografiado de este fenómeno se utilizó ortofotos creados a partir de información Lidar, productos (DEM y ortofoto) que permiten tener mayor precisión al momento de cartografiar los detalles locales a menor escala. Los deslizamientos conllevan mayor análisis por representar una amenaza a la población y otros elementos expuestos, estos fueron registrados en ambas márgenes del río Pativilca, en especial en la ladera suroeste de los cerros Aynuc y Pillapunta, en la parte media y baja de la población. Otros fenómenos parecidos se pueden presentar a lo largo de la ladera oriental del cerro Regreshpunta, y las márgenes de las quebradas Santa Ragra y Quishca.

La detección de la parte activa de la zona de deslizamiento implicó la observación de diversas señales y características en el terreno. a través de cambios visibles en la topografía, como grietas en el suelo, inclinación anormal de árboles, o desplazamientos evidentes del terreno. Además, la presencia de agua inusual, como manantiales repentinos o saturación del suelo, también se tomaron como indicativos de la actividad. La ausencia de Instrumentos de monitoreo geotécnico, como inclinómetros para detectar movimientos laterales y estaciones totales para medir deformaciones, fueron reemplazados por análisis INSAR. Además, la observación de grietas nuevas, cambios en la vegetación o la presencia de material suelto en la base de la ladera (identificados en trabajos de campo) fueron señales adicionales. Así con la combinación de estos indicadores geológicos se determinaron dos áreas de deslizamiento activo.

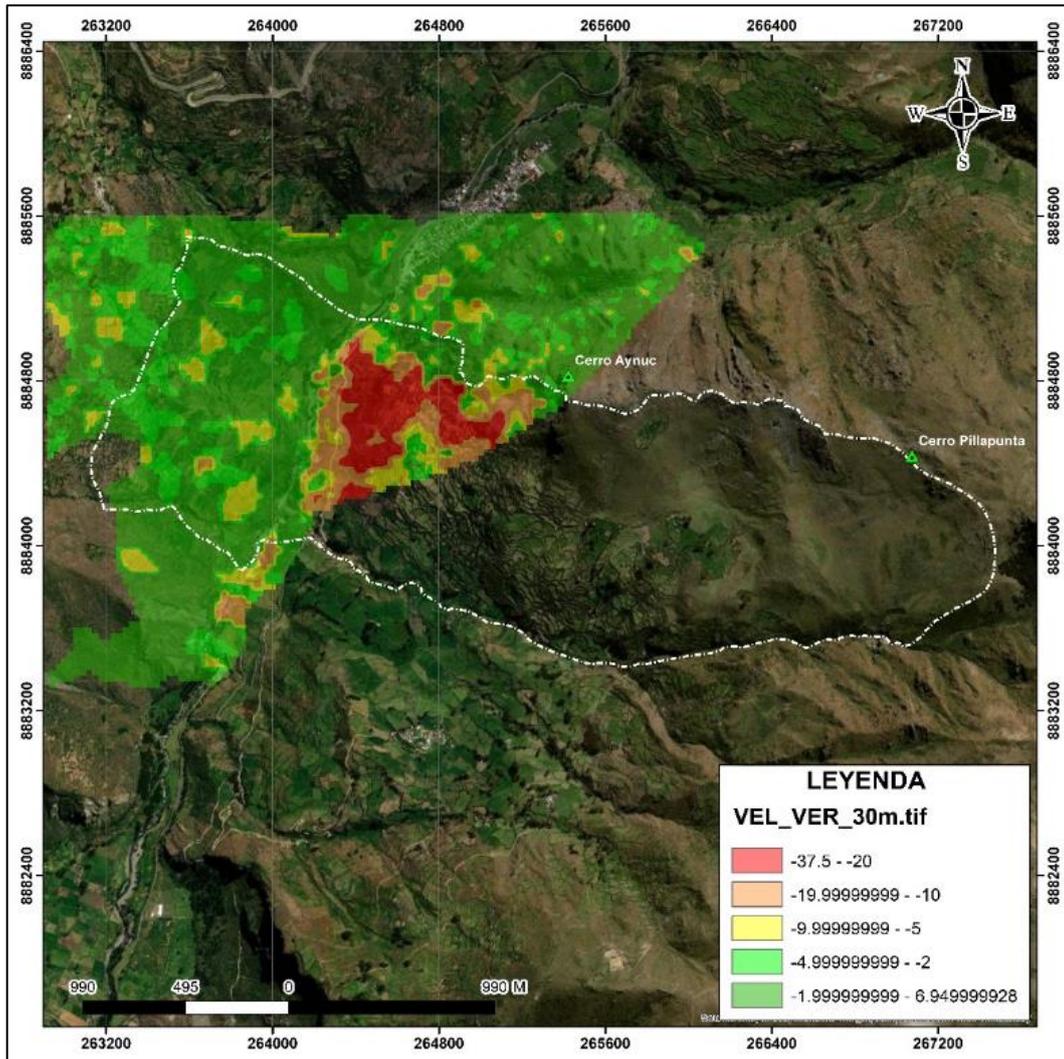
  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN (INGENIEROS DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL) CAL  
Ing. Luis Alberto Alvarado Baeza  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 22.856

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28910-CE/NEPRE/DJ

**Figura 15** Datos de movimiento INSAR en el área de Aquia Cruz



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: Monitoreos InSAR – Antamina.

*[Signature]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

Así se han identificado diferentes evidencias de deslizamientos de carácter rotacional, y solo dos con carácter medible de activo mediante análisis inSAR y corroboración en campo ubicados en las coordenadas: en marcados en las coordenadas medias: 264394 m E, 8884881 m S y 264426 m E, 8884728 m S.

Dentro de las características de estos se tienen escarpes de 2 m a 0.5 m (fotografías 21 y 22 respectivamente), además en estas áreas de aproximadamente 3.7 y 3,5 ha muestran evidencias de desplazamientos recientes como escapamientos entre 0.3 y 0.5 m (fotos 23 y 24).

*[Signature]*  
CALEON ING. EN INGENIERIA DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH  
Ing. Luis Alberto Alvarez Bascu  
Reg. CIP N° 222556

*[Signature]*  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**Foto 21.** Deslizamiento 1 en la margen derecha del río Pativilca en las coordenadas medias: 264394 E, 8884881 S.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**Foto 22.** Deslizamiento 1 en la margen derecha del río Pativilca en las coordenadas medias: 264426 E, 8884728 S.



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 CALIFICACION INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH  
 Ing. Luis Abel Yana Galarza  
 INGENIERO CIVIL  
 R.L.M. N° 222556

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

**Foto 23.** Foto 165. Evidencias de deslizamientos en la ladera suroeste el cerro Aynuc, muestra escarpamientos en saltos en l vegetación (264472 E, 8884364 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**Foto 24.** 6Evidencias de deslizamientos en la ladera suroeste el cerro Aynuc, muestra escarpamientos en saltos en l vegetación (264472 E, 8884364 N).



Fuente: Trabajo de campo, Walsh Perú S.A., 2023.

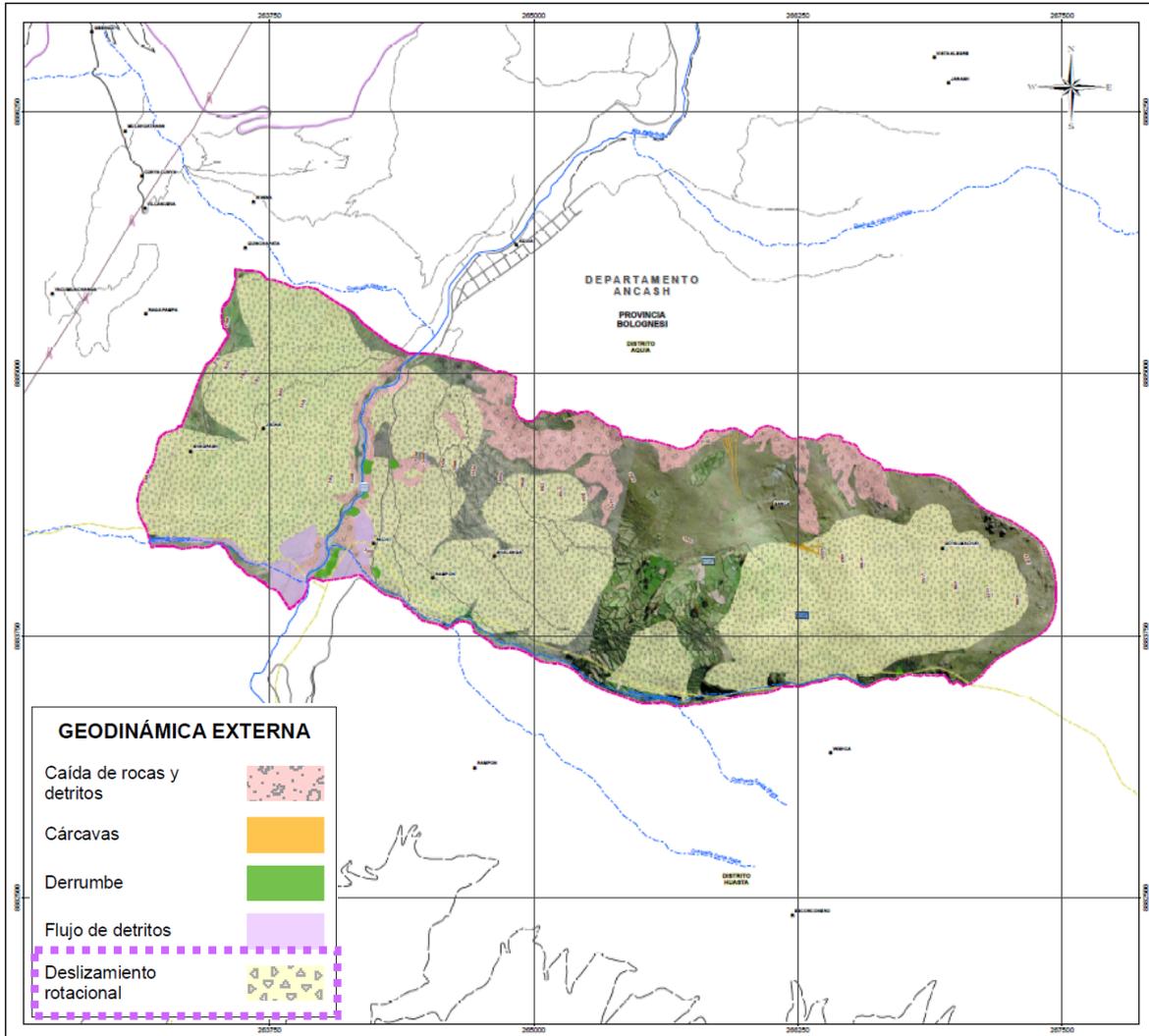
  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 COLEGIO INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 Ing. Luis Alberto Alvarez Bacca  
 INGENIERO GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 222556

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28910-CE/NEPRE/01

En la siguiente figura y en el Mapa 07 se presenta las áreas cartografiadas de los eventos geodinámicos donde se muestra los deslizamientos rotacionales que son predominantes en el área de estudio y objeto de la presente evaluación.

**Figura 16** Mapa de geodinámica externa



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Luis Abel Yana Galarza**  
 INGENIERO CIVIL  
 R.L.M. N° 22155

### 3.1.5 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

Acorde a los lineamientos de CENEPRED, 2015, el tipo de peligro a caracterizar en la zona de estudio, deslizamiento, está definido por el origen natural, dentro de los peligros generados por fenómenos de geodinámica externa.

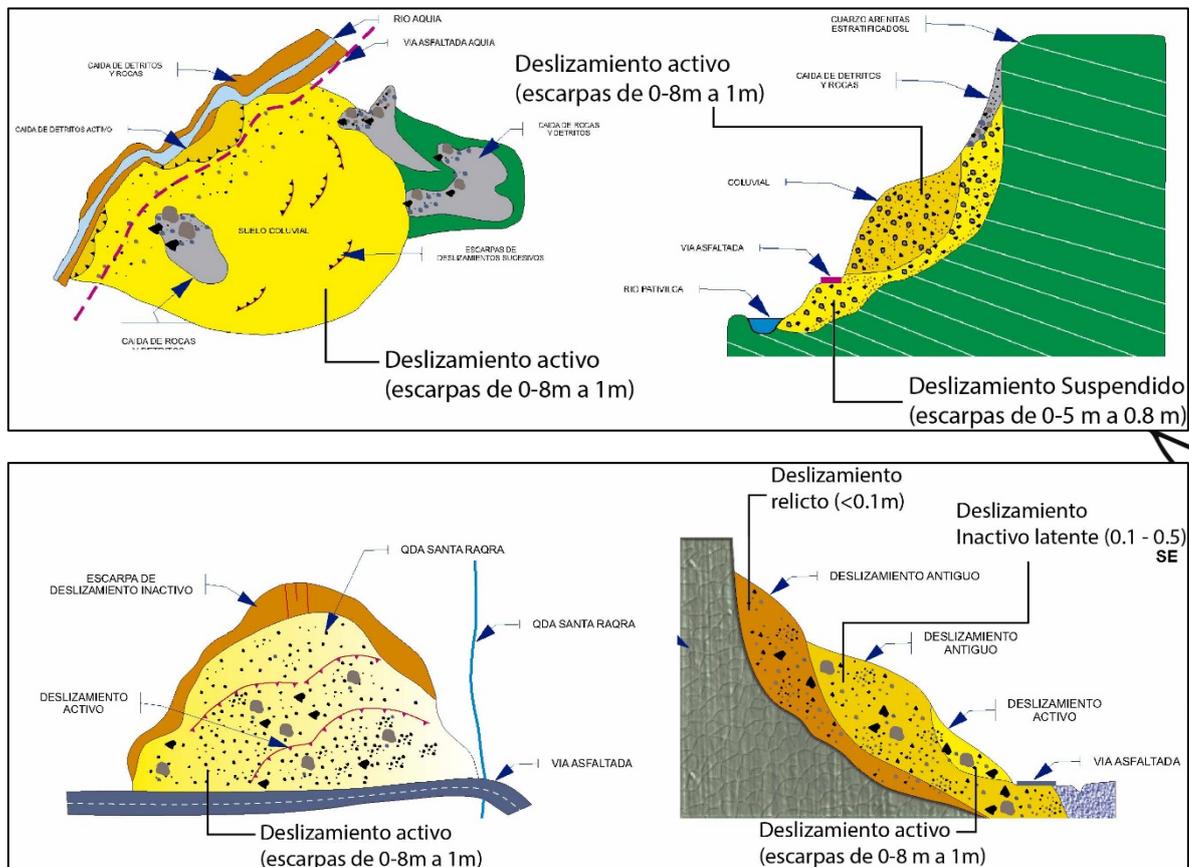
La litología, geomorfología y pendientes, así como la precipitación en sus avenidas máximas, tienen una relación directa en la génesis de los movimientos en masa, especialmente deslizamientos.

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 22155 - CENEPRED

▪ **Características físicas del fenómeno (Actividad del movimiento)**

- **Deslizamiento Activo:** Un deslizamiento activo es aquel que está experimentando una deformación y movimiento continuo, a menudo impulsado por factores como la gravedad, la saturación de agua, cambios en la pendiente del terreno, actividad sísmica u otras condiciones geológicas y ambientales (United States Geological Survey (USGS) - "Types of Landslides"); **estos fueron reconocidos directamente en campo.**
- **Deslizamiento Activo inferido:** Estos presentan las mismas características que los deslizamientos activos anteriormente descritos, sin embargo, fueron reconocidos satelitalmente y debido a las características topográficas como saltos en el relieve.
- **Deslizamiento Suspendido:** Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978). También fue caracterizado satelitalmente debido a sus condiciones geomorfológicas.
- **Inactivo Latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).
- **Inactivo Relicto:** Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden y Varnes, 1996).

**Figura 17** Esquema grafico de los deslizamientos identificados en campo en el sector de Aquia Cruz y la altura de escarpas tomadas en campo y/o satelitalmente (ortomosaicos).



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Ing. Luis Abel Yana Galarza**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

- **Características físicas del fenómeno (Factor de seguridad del movimiento)**

El factor de seguridad de un deslizamiento por referencia, también conocido como "Factor de Seguridad Crítico" o "Factor de Seguridad Mínimo", es un valor numérico que indica cuánto debe incrementarse la carga o la fuerza aplicada a una estructura o a un terreno antes de que ocurra un deslizamiento o una falla. Este factor de seguridad se calcula al comparar las resistencias y las fuerzas que actúan en el sistema.

En el contexto de la geotecnia y la ingeniería civil, el factor de seguridad por referencia es un valor que se busca mantener por encima de cierto umbral, generalmente 1. Si el factor de seguridad calculado es mayor que 1, indica que el sistema es estable y capaz de resistir las cargas aplicadas sin deslizarse. Por otro lado, si el factor de seguridad calculado es menor que 1, eso sugiere que las fuerzas aplicadas son mayores que la resistencia del sistema y que existe un riesgo significativo de deslizamiento o falla.

El cálculo del factor de seguridad por referencia implica considerar varios factores, como la geometría del terreno, las propiedades del suelo, las cargas aplicadas, las condiciones de drenaje y otros aspectos relevantes. Es importante realizar un análisis detallado y preciso para determinar el factor de seguridad y garantizar la seguridad y la estabilidad de las estructuras y terrenos. En muchos casos, los ingenieros buscan un factor de seguridad por referencia mayor que 1.2 o 1.5 para tener un margen de seguridad adicional y prevenir posibles deslizamientos o fallas.

### 3.1.6 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO

- **Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos INSAR**

La información InSAR fue procesada por TREMAPS. y desde su plataforma web, se descargó 8 bases de datos en formato shapefile de puntos, en los cuales se registra la ubicación de medida, la velocidad y su desviación estándar calculados a partir de los desplazamientos registrados en fechas de observación que se encuentran en el periodo de tiempo entre marzo del 2022 y octubre del 2023.

En la siguiente figura se muestra el área con datos InSAR disponible, donde el área 5 representa al área de estudio del sector Aquia Cruz, con cubierta aproximadamente en un 40%.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

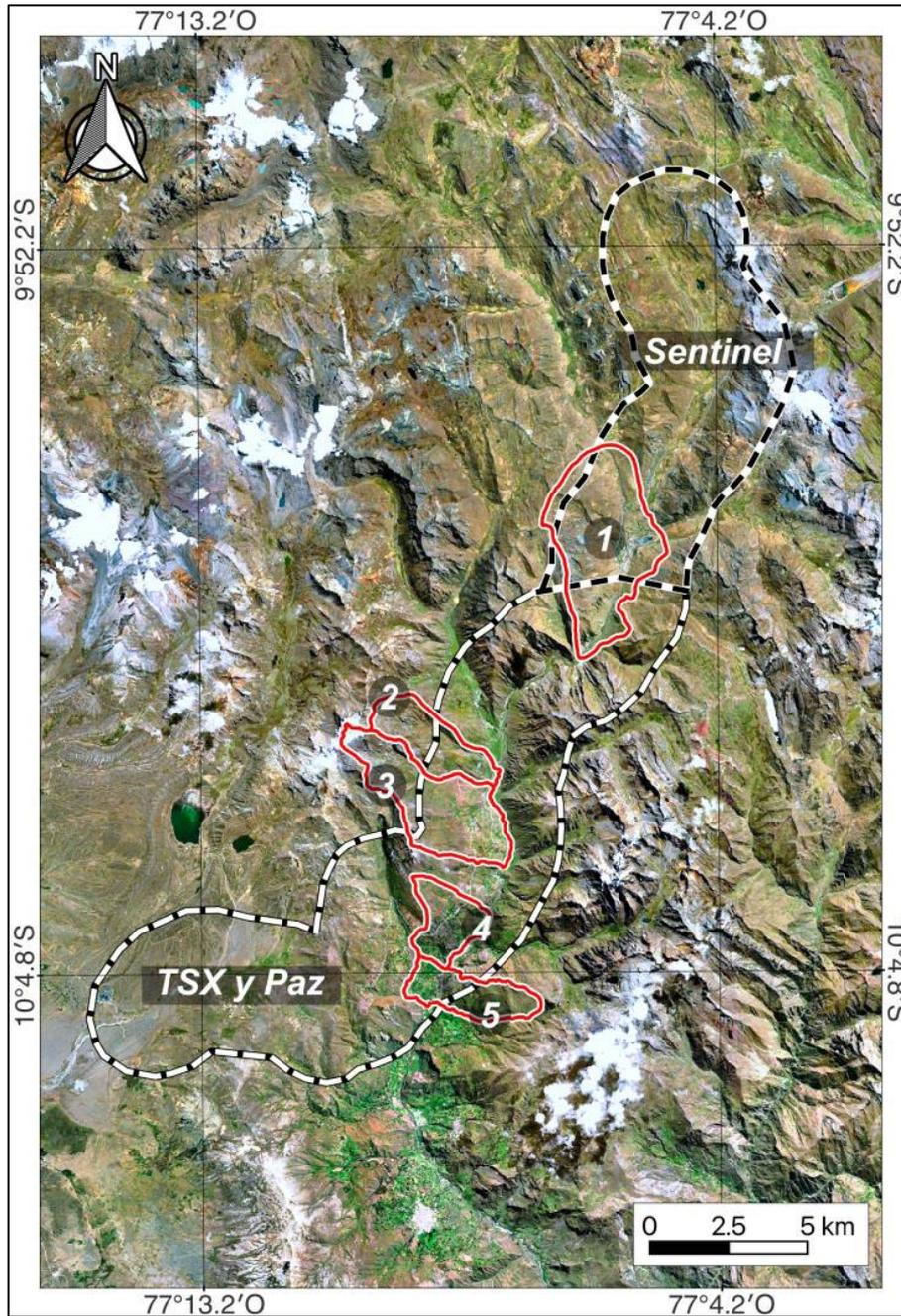


CALECÓN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH  
Ing. Carlos Alberto Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 22255



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

**Figura 18** Ubicación de las zonas de estudio y área con datos InSAR disponible.



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel, Racrachaca y Aquia Cruz.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

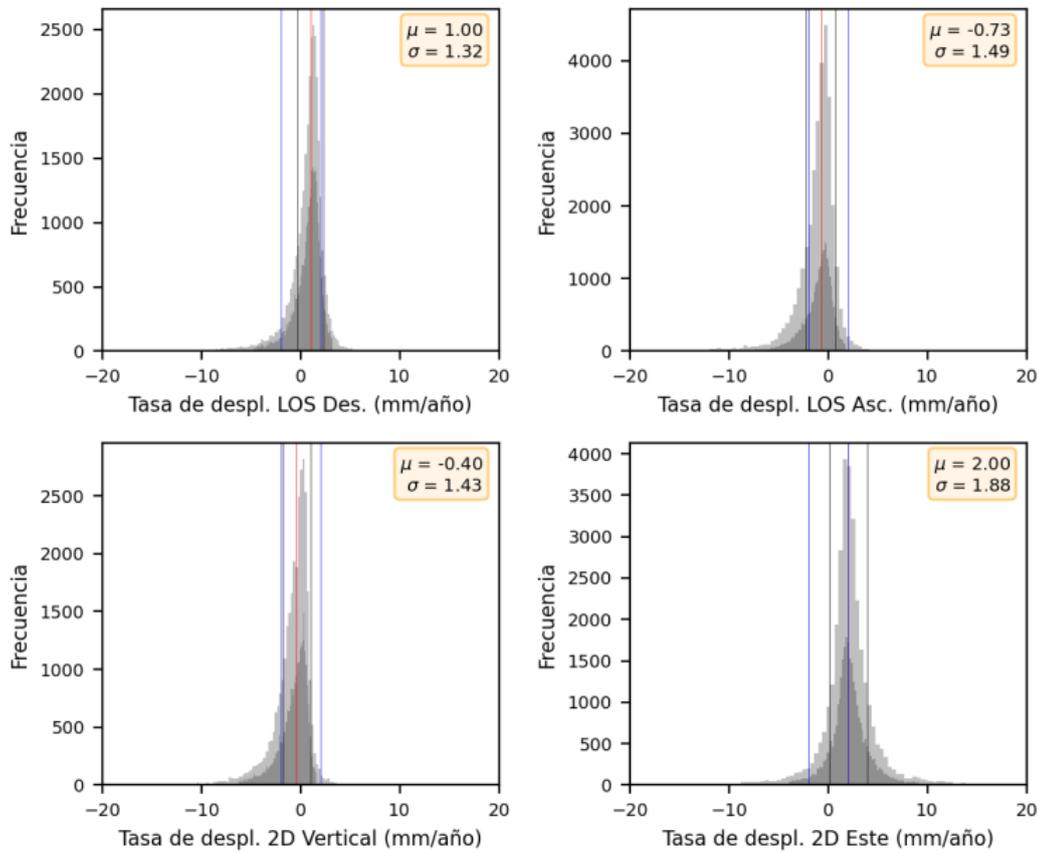
**FLOR KARINA SUELTO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 221856

Así para la zona de estudio se realizó un análisis estadístico exploratorio (figura 19). La media de la tasa de desplazamiento en LOS descendiente y ascendente presenta un sesgo hacia valores positivos y negativos respectivamente. En cuanto a la tasa de desplazamiento en 2D, en la componente vertical se observa un sesgo a valores negativos y la componente este tiene un sesgo positivo. Se observa que el mínimo valor para las medias es de 0.73 mm/año y el máximo es de 2 mm/año, lo cual se encuentra dentro de los umbrales reportados en bibliografía de  $\pm 2$ mm/año

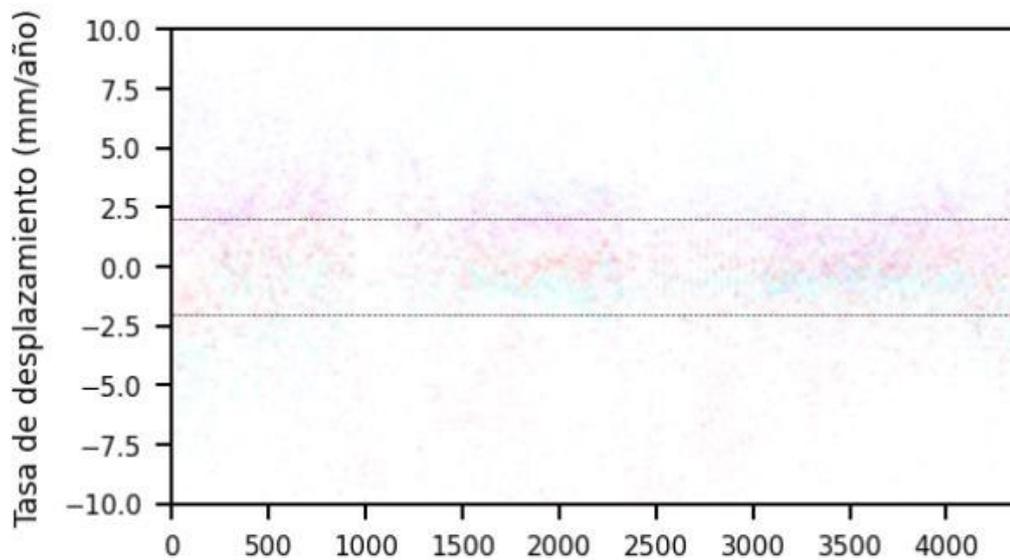
**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 221856

**Figura 19** Se muestra la exploración estadística sobre el dataset TSX Paz



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.

**Figura 20** Scatter de las tasas de desplazamiento del dataset TSX Paz



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.

Los puntos de color rojo corresponden a LOS descendente, azul a LOS ascendentes, magenta a 2D vertical y cian a 2D este.

*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

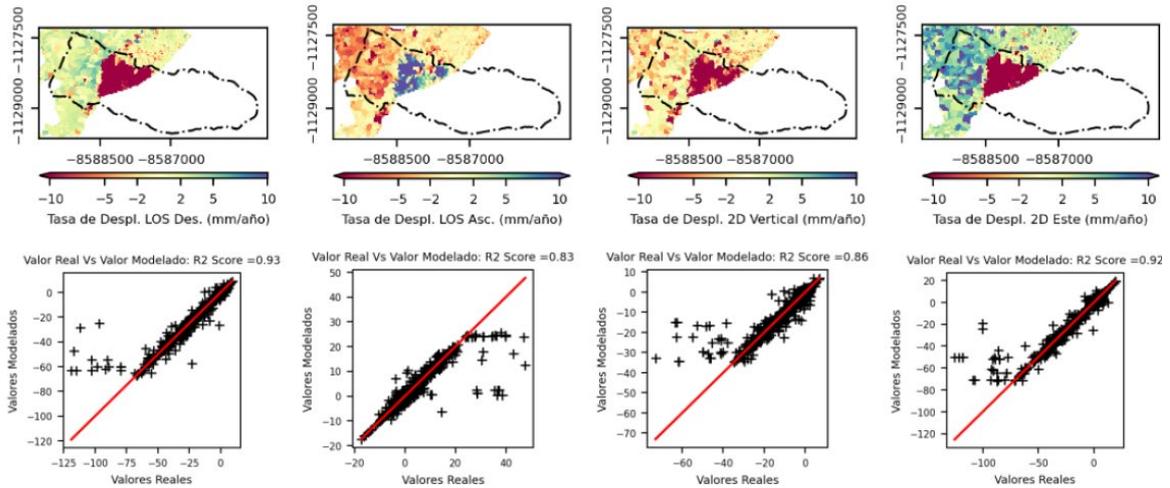
*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

Así mismo, se puede observar que en el gráfico de dispersión de las tasas de desplazamiento (figura 21) se agrupan o acumulan entre los umbrales reportados por bibliografía de  $\pm 2$  mm/año. Como paso siguiente, se han procesado los datos puntuales y se han interpolado en rasters mediante los métodos de vecino más cercano (figura 22) y kriging ordinario (figura 22), y se ha evaluado su score usando la métrica de R<sup>2</sup>.

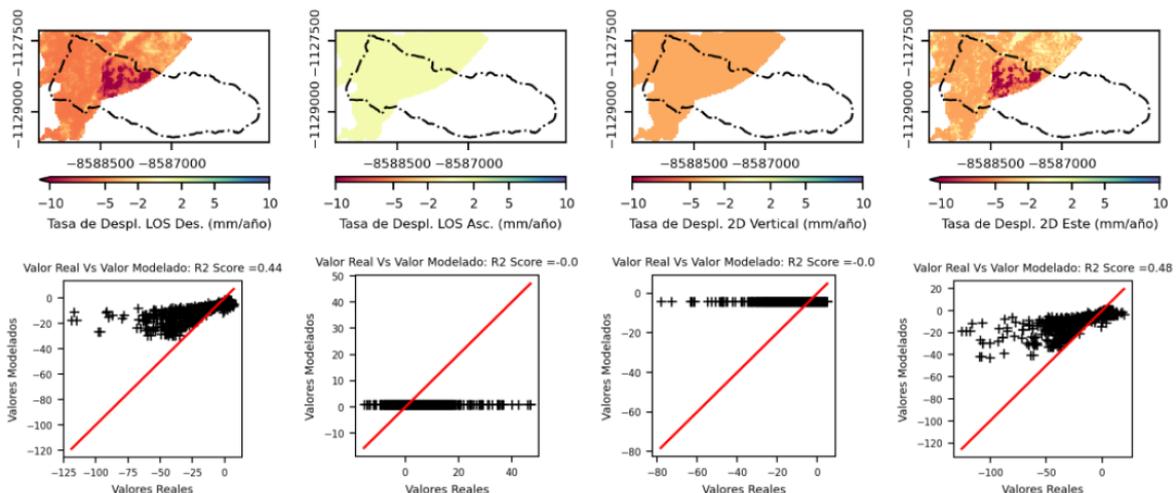
**Figura 21** Rasters obtenidos por el método de vecino más cercano a partir de las tasas de desplazamiento por año del dataset TSX Paz Para LOS Descendente, LOS Ascendente, 2D Vertical y 2D Este, muestran un Score mínimo de 0.83.



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.

LUCÍA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 92025

**Figura 22** Rasters obtenidos por el método de kriging ordinario a partir de las tasas de desplazamiento por año del dataset TSX Paz Para LOS Descendente, LOS Ascendente, 2D Vertical y 2D Este, los que muestran un Score máximo de 0.48.



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALEN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUZCO  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
R.L.M. N° 221856

De acuerdo con estos resultados, se ha elegido los rasters interpolados por vecino más próximo, ya que estos muestran en general un mejor score ( $R^2 > 8$ ) que los interpolados por kriging.

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

Finalmente, para evaluar y realizar el análisis de series temporales, se ha caracterizado la firma de un terreno aparentemente estable (ubicado fuera del sector de Aquia Cruz), para compararlo con el área de Aquia Cruz e identificar y caracterizar el movimiento de masas, así se han identificado 3 sectores:

**Cuadro 11** Resultados obtenidos por series temporales LOS Ascendente y descendente y “D, en vertical y este.

Sector inidentificado	Serie temporal en LOS Ascendente	Serie temporal en LOS Descendente,	e) Serie temporal en 2D Vertical,	Serie temporal en 2D Este
Aquia Cruz 1	El sector analizado se muestra con tendencia negativa de hasta ~40 mm y ~-5 mm en promedio	Se muestra estable con una ligera tendencia positiva	se muestra estable con una ligera tendencia a valores negativos de hasta ~ 20 mm y ~ 3 mm en promedio	El sector analizado con tendencia positiva de hasta ~30 mm y ~9mm en promedio.
Aquia Cruz 2	El sector analizado se muestra con tendencia negativa de hasta ~150 mm y ~-25 mm en promedio	Se muestra con tendencia positiva de hasta ~50 mm y ~4 mm en promedio	Serie temporal en 2D Vertical, se muestra estable con tendencia negativa de hasta ~-80 mm y ~-10 mm en promedio	El sector analizado con tendencia positiva de hasta ~150mm y ~20mm en promedio.
Aquia Cruz 3	El sector analizado se muestra con tendencia negativa de hasta ~40 mm y ~-10 mm en promedio	se muestra con tendencia positiva de hasta ~20 mm y ~4 mm en promedio.	se muestra estable con tendencia negativa de hasta ~-20mm y ~-4mm en promedio	, el sector analizado con tendencia positiva de hasta ~40mm y ~10mm en promedio.

Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

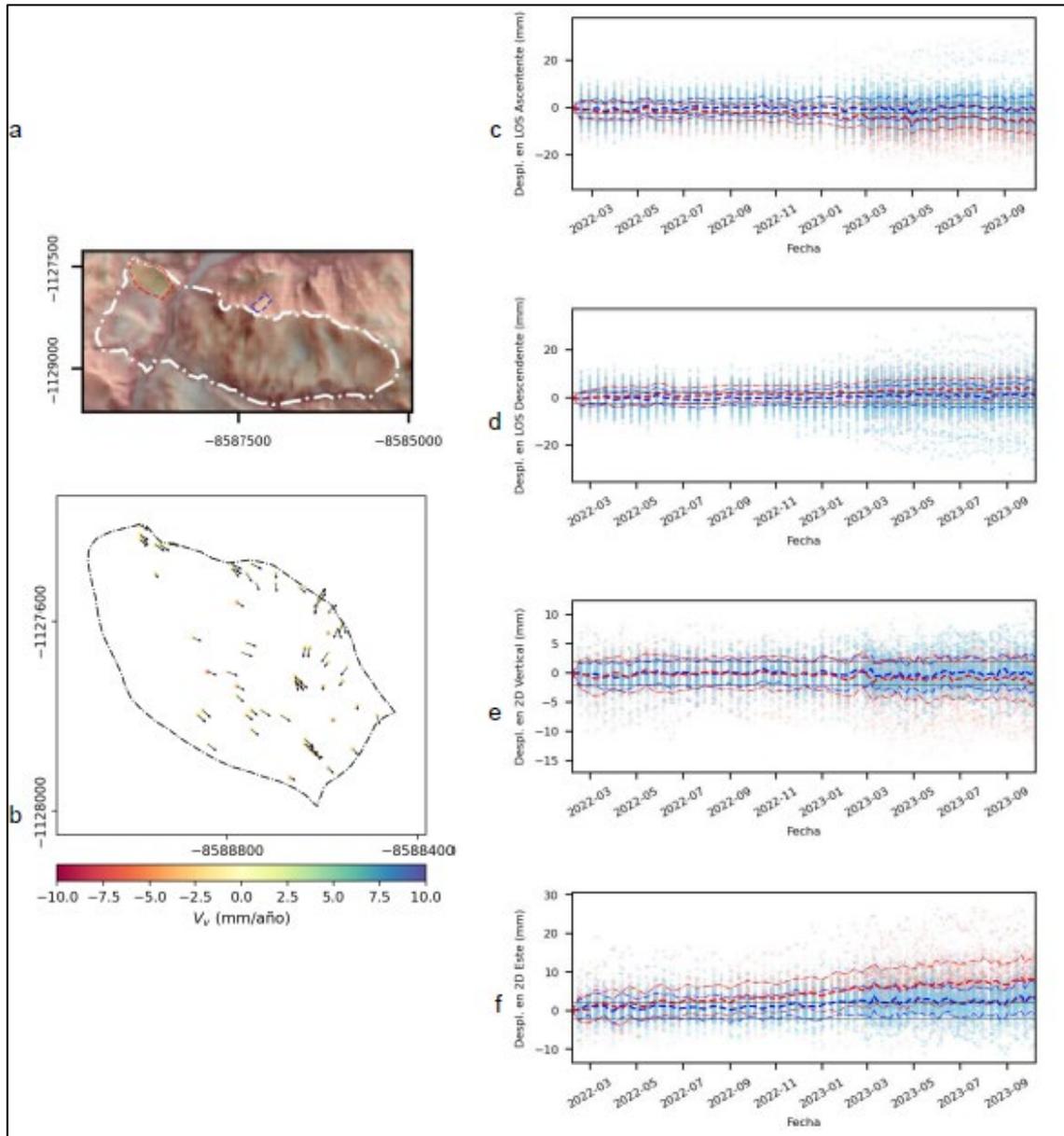


CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 22255



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2818-CE/NEPREDU

**Figura 23** Análisis de desplazamientos del sector Aquia Cruz 1



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.

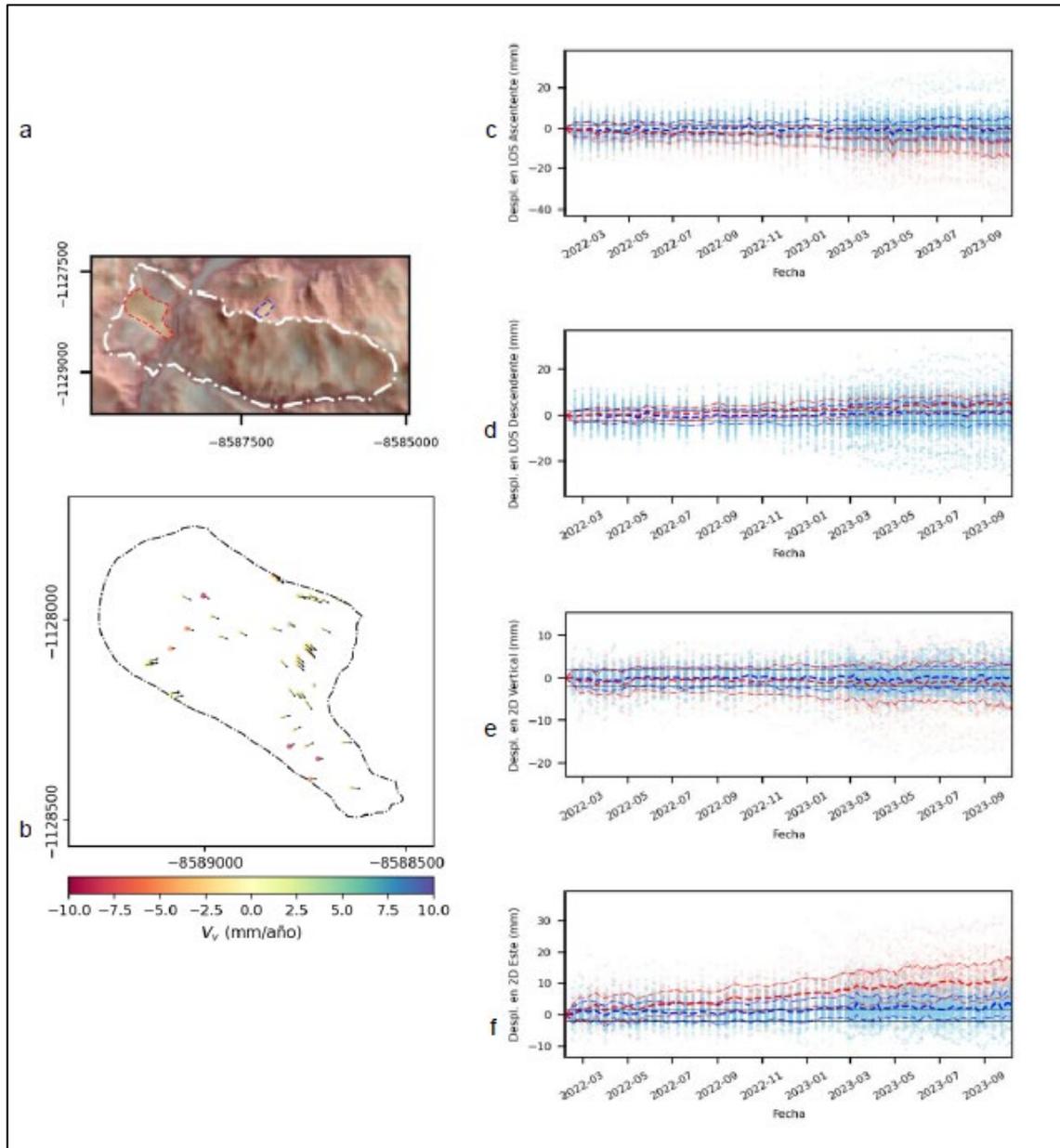
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 222856

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 222856

**Figura 24** Análisis de desplazamientos del sector Aquia Cruz 2



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.

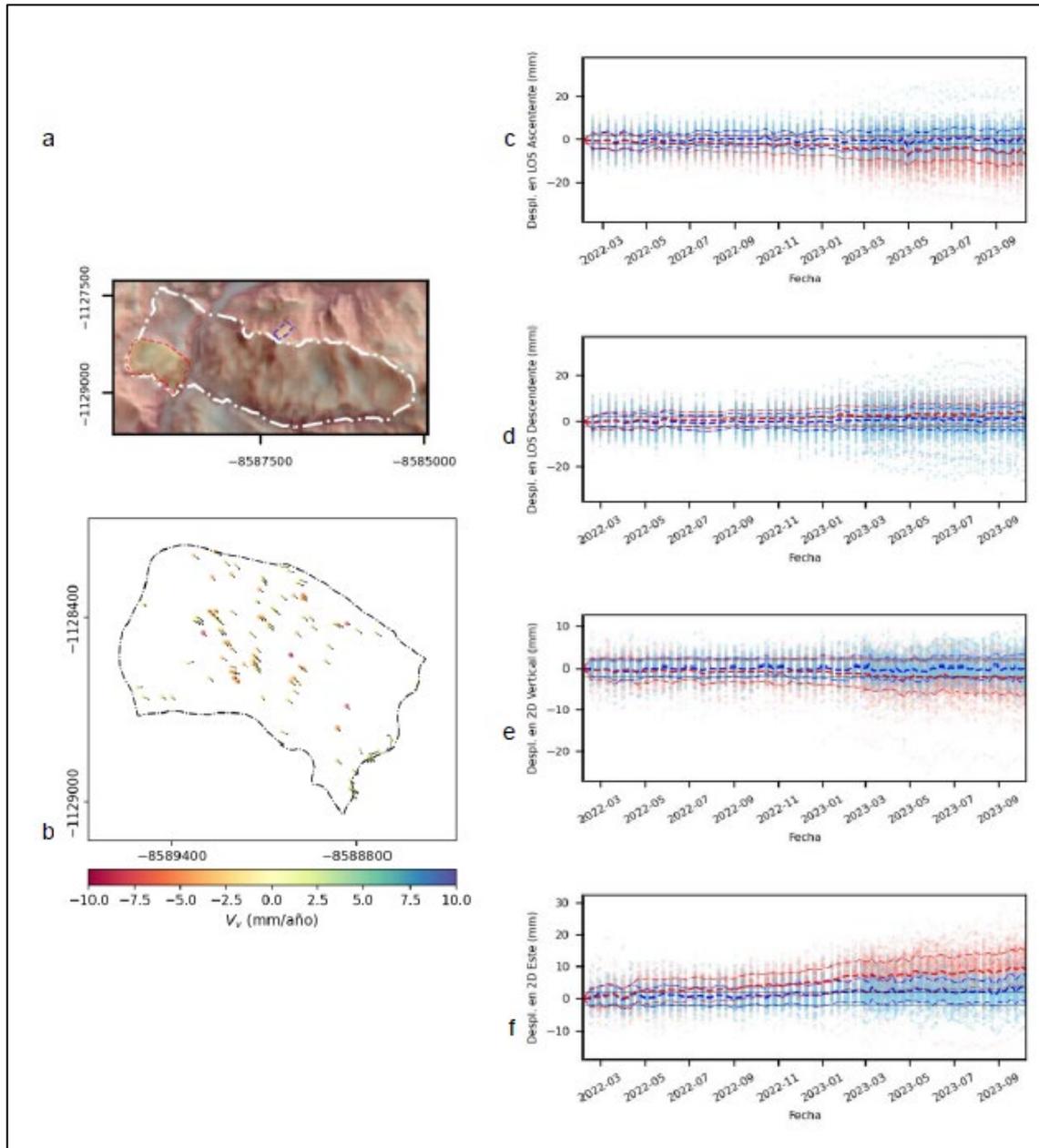
**LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Luis Abel Yana Galarza**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

**Figura 25** Análisis de desplazamientos del sector Aquia Cruz 3



Fuente: Análisis espacial y temporal de movimientos del terreno a partir de datos inSAR en las zonas de Pachapaqui, Suyán, Uranyacu, San Miguel y Aquia Cruz.

Cabe resaltar que el análisis de las medidas INSAR, sirvió de base para la determinación final del parámetro de evaluación.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

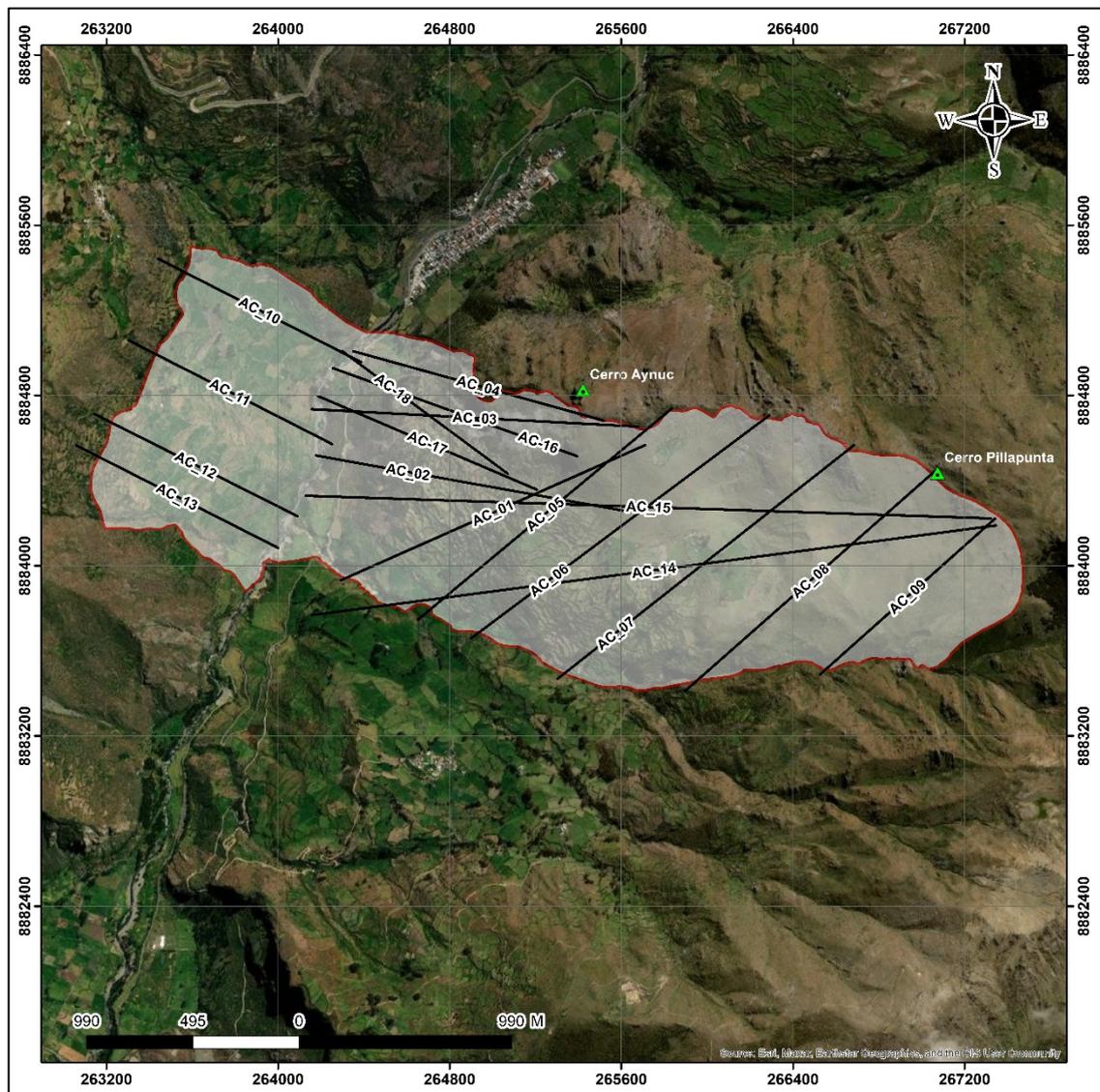
**ING. LUIS ALBERTO ALVAREZ BACC**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22155

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE-NEPREDU

▪ **Análisis de estabilidad de la ladera (FS) mediante SLIDE (Rock Science) en Aquia Cruz**

Finalmente, para la determinación del parámetro de evaluación se han realizado 18 perfiles con el objetivo de analizar el Factor de Seguridad (FS). El análisis del FS en el contexto de una ladera se utiliza para evaluar la estabilidad de la pendiente y predecir la probabilidad de deslizamientos o deslizamientos de tierra. El FS es una relación entre las fuerzas resistentes y las fuerzas impulsoras que actúan en una masa de suelo. Se expresa como la relación de la resistencia al corte disponible a la fuerza de corte requerida para provocar un deslizamiento. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los perfiles, ver Mapa 09; y en el anexo 2.4 de muestra los perfiles geotécnicos.

**Figura 26** Perfiles para análisis del Factor de Seguridad (FS) en el área de estudio



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

Dentro del análisis se consideraron los siguientes parámetros:

*[Firma]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Firma]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Firma]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

*[Firma]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

**Cuadro 12** Parámetros utilizados en el análisis de FS

Parámetros a analizar	Valores explicados
Propiedades del suelo o superficie	Cohesión y ángulo de fricción interna fueron tomados teóricamente dependiendo del material litológico (descrito en la geología del presente informe).
Geometría de la ladera	Se obtiene del perfil de elevaciones, que a su vez deriva del DEM, donde los parámetros representativos son: la inclinación de la pendiente y la altura de la ladera.
Geometría de la superficie de falla	Se considero CIRCULAR
Condiciones de agua	Posición del nivel freático en base a observaciones de campo.
Cargas aplicadas	No aplica cargas sobrepuestas para el modelo actual
Parámetros dinámicos	Se considero una aceleración sísmica de cero.
Condiciones de contorno	Se tomaron restricciones de borde dentro del área de estudio.
Análisis de sensibilidad	Se realizaron pruebas de sensibilidad para evaluar cómo varían los resultados con cambios en los parámetros.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 13** Parámetros utilizados en el análisis de FS

Cuadro 14	Material	Peso unitario KN/m <sup>3</sup>	Tipo de Fuerza (metódico)	Cohesión (KN/m <sup>2</sup> )	Angulo de cohesión (°)	Nivel freático
	Caliza	24	Mohr-Coulomb	1000	35	No
	Depósito coluvial	19	Mohr-Coulomb	40	35	Si
	Depósito coluvial 2	19	Mohr-Coulomb	0	32	Si
	Andesita	2.4	Mohr-Coulomb	500	30	No

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 15** Resultados del FS, posterior al análisis en SLIDE.

Perfil	FS
AC-01	1.34
AC-02	1.116
AC-03	0.941
AC-04	1.393
AC-05	1.6
AC-06	1.459
AC-07	1.806
AC-08	1.639
AC-09	1.933
AC-10	1.663
AC-11	1.792
AC-12	1.826
AC-13	1.479
AC-14	1.051
AC-15	1.082
AC-16	0.867
AC-17	0.843
AC-18	0.932

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

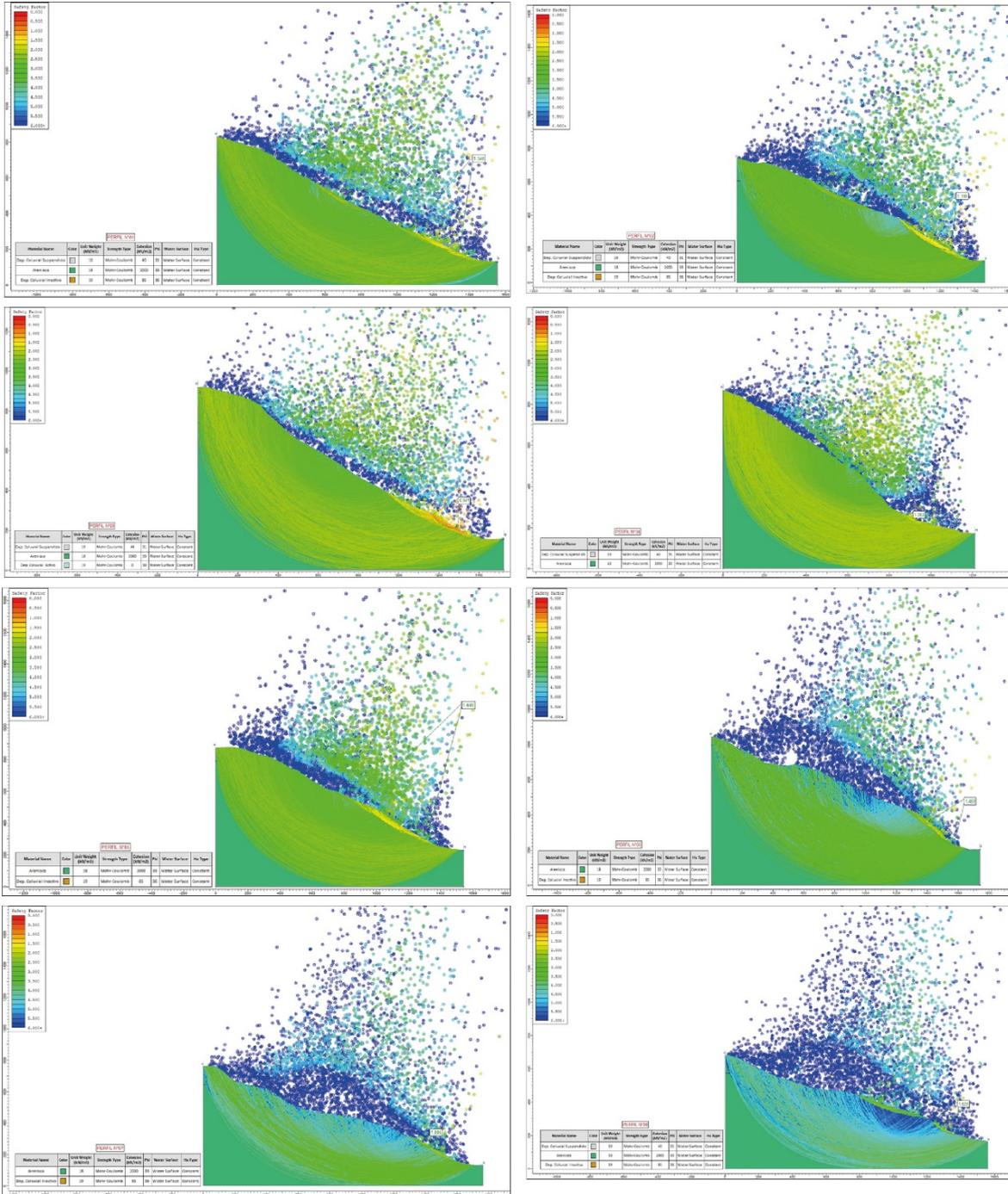
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUERO  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22255

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CE/NEPREDU

En las siguientes figuras (27 y 28) se muestran los resultados obtenidos del FS, perfiles. Ver anexo 2.4.

**Figura 27** Resultados gráficos del FS, posterior al análisis en SLIDE (perfiles 1 al 8).



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Ver anexo 2.4.

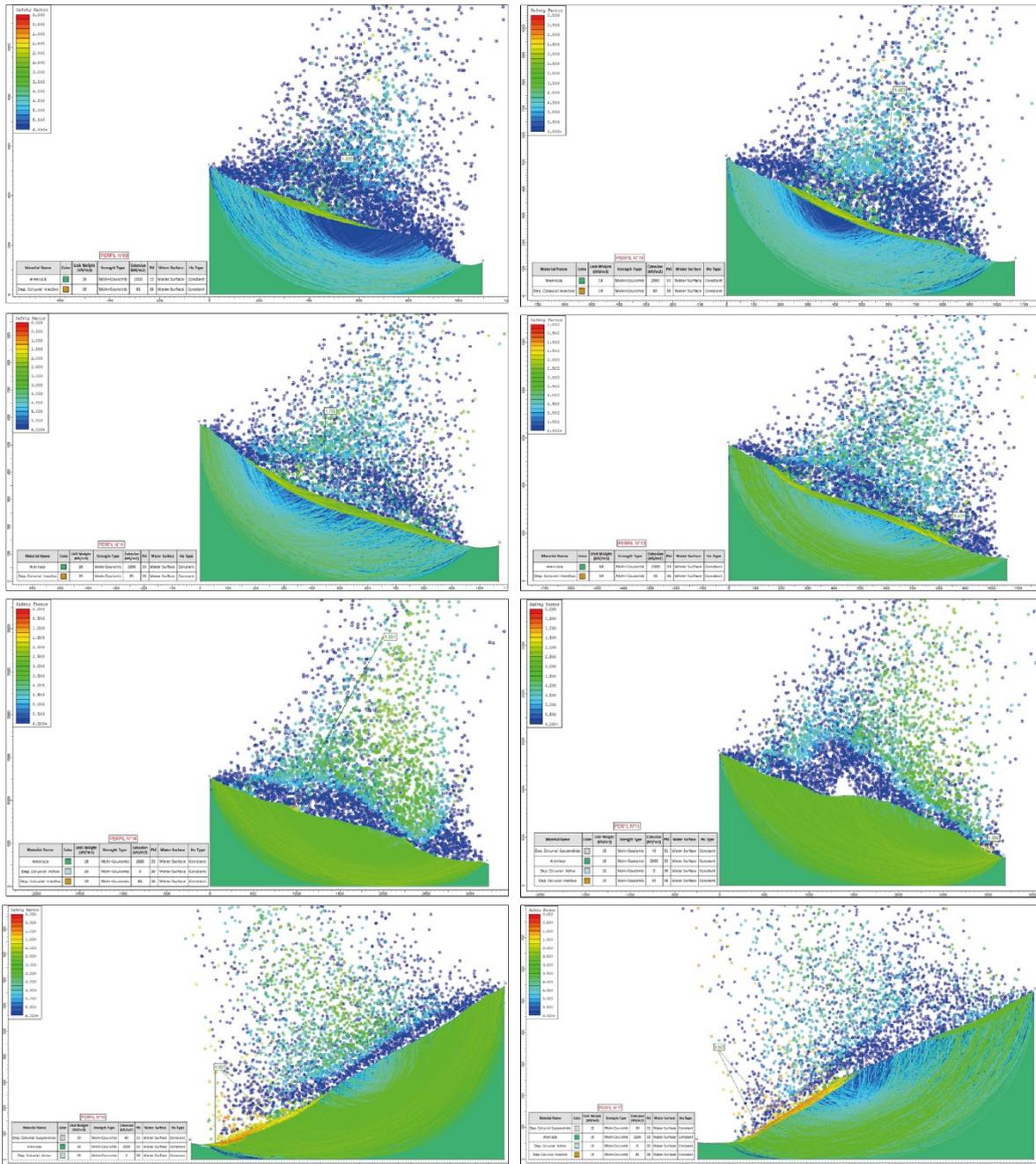
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

COLECCIÓN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUERO  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
R.L.M. N° 22186

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28118-CE/NEPRE/01

**Figura 28** Resultados gráficos del FS, posterior al análisis en SLIDE (perfiles 9 al 16).



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Ver anexo 2.4.

En la siguiente figura se muestra el mapa resultante del parámetro de evaluación en base al análisis del Factor de Seguridad (FS). Ver Mapa 10.

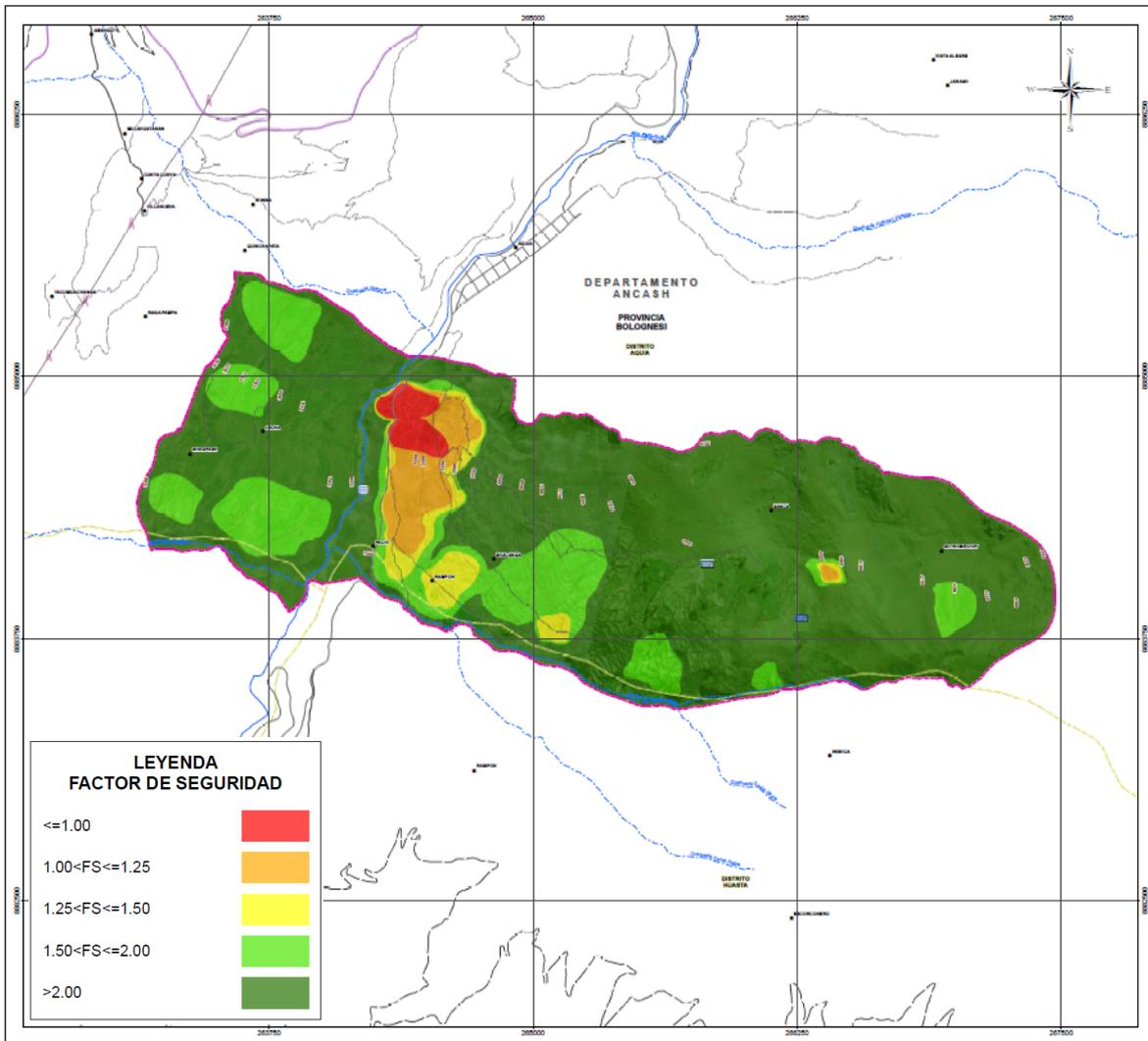
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88086

CALENDA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUZCO  
Ing. Luis Alberto Alvarez Bacca  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22155

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

**Figura 29** Mapa del parámetro de evaluación en base al análisis del FS, con correcciones de datos multitemporales INSAR.



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 16** 1 Factores de seguridad (FS) interpoladas para el área.

Parámetro (Factor de seguridad)	Descriptor
D1	$\leq 1$
D2	1 - 1.25
D3	1.25 - 1.5
D4	1.5 - 2
D5	$\geq 2$

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

**Cuadro 17** Matriz de comparación de pares del parámetro FS

Parámetro	FS ≤ 1	FS 1 - 1.25	FS 1.25 - 1-5	FS 1.5 -2	FS > 2
FS ≤ 1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
FS 1 - 1.25	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
FS 1.25 - 1-5	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
FS 1.5 -2	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
FS > 2	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

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 18** Matriz de normalización del parámetro de FS

Parámetro	FS ≤ 1	FS 1 - 1.25	FS 1.25 - 1-5	FS 1.5 -2	FS > 2	Vector Priorización
FS ≤ 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
FS 1 - 1.25	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
FS 1.25 - 1-5	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
FS 1.5 -2	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
FS > 2	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 19** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el FS

IC	0.061
RC	0.061

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN ING. EN INGENIERIA DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
R.J.M. N° 221556  
INGENIERO CIVIL  
CIP 217053

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.J.M. N° 221556 - CENEPREDU

**Cuadro 20** Parámetros generales y ponderación final

Parámetros Generales		Actividad del movimiento	Ponderación		Valor para geoprocesamiento
			Ponderación Multicriterio		
Descriptores	D1	Muy inestable	PP1	0.503	5
	D2	Inestable	PP2	0.260	4
	D3	Moderadamente Inestable	PP3	0.134	3
	D4	Potencialmente inestable	PP4	0.068	2
	D5	Moderadamente estable	PP5	0.035	1

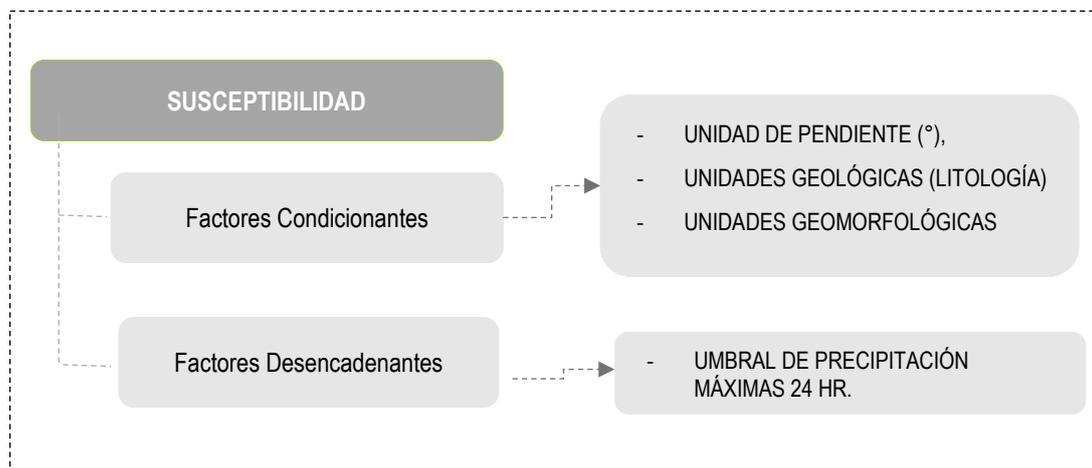
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.1.7 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE EL PELIGRO

La susceptibilidad suele entenderse como la fragilidad natural del espacio en análisis respecto al fenómeno de referencia, también referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda sobre un determinado ámbito geográfico el cual depende de los factores condicionantes y desencadenante del fenómeno en su respectivo ámbito geográfico.

En la zona de estudio para la determinación de la susceptibilidad geológica se evaluarán los aspectos de unidades geológicas (litología), unidades geomorfológicas, unidades de pendiente (°), que definirán el grado de susceptibilidad a deslizamiento rotacional, que son desencadenados por la precipitación intensa.

**Figura 30** Determinación de la susceptibilidad



Elaboración: Walsh Perú S.A. 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

Luis Alberto Alvarez Bacs  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
Reg. CIP N° 22856

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPREDU

### 3.1.7.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE

La precipitación juega un papel muy importante para la ocurrencia de los deslizamientos, estos se reactivan por saturación en períodos de lluvias intensas, infiltraciones naturales y/o inducidas por actividades de riego agrícola existente en el área (Zavala Carrión, 2007).

Las lluvias de gran intensidad y corta duración, o de moderada intensidad y larga duración; generalmente en los meses de invierno, o en presencia de El Niño; juega un papel muy importante para la ocurrencia de los deslizamientos (INGEMMET, 2021), (Zavala Carrión, 2007); estos se reactivan por saturación en períodos de lluvias intensas, infiltraciones naturales y/o inducidas por actividades de riego agrícola existente en el área (Zavala Carrión, 2007).

Cabe precisar que la actividad sísmica regional en la zona son factores desencadenantes, sin embargo, estos ocurren en periodos muy largos por lo cual no se consideró en este análisis.

Para el factor desencadenante, se consideró los umbrales de la precipitación en 24 horas, las cuales fueron determinadas a partir de las estaciones meteorológicas disponibles en el ámbito de estudio, para un periodo de retorno de 100 años. Ver ítem 2.3.4.4.

La información generada por SENAMHI indica que en el tiempo de retorno de 100 años las precipitaciones superan ampliamente los 24 mm, motivo por el cual se considera el valor "Extremo" para todos los casos.

**Cuadro 21** Umbrales de Precipitación - factor de intensidad de precipitación

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptores
Umbrales de precipitación	D1	5	Extremadamente lluvioso > 24.0 mm
	D2		Muy lluvioso 16.0 < PP ≤ 24.0
	D3		Lluvioso 12.3 < PP ≤ 16.0
	D4		Moderadamente lluvioso 8.3 < PP ≤ 12.3
	D5		Ligeramente lluvioso o poca lluvia < 8.3

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPRE/DJ

  
**LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2810-CE/NEPRE/DJ

• **Parámetro: Umbrales de Precipitación**

La precipitación en el área de estudio es uno de los factores muy importantes para la evaluación del peligro por deslizamiento, ya que, a intensidades mayores de precipitación, los deslizamientos podrían aumentar su velocidad y desplazamiento.

Para la obtención de los pesos ponderados de este parámetro, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. En los siguientes cuadros se muestran los resultados:

**Cuadro 22** Matriz de comparación de pares del parámetro desencadenante

Intensidad de precipitación	Extremadamente lluvioso (RR>24.0 mm)	Muy lluvioso (16.0 mm<RR=<24.0 mm)	Lluvioso (12.3 mm<RR=<16.0 mm)	Moderadamente lluvioso (8.3 mm<RR=<16.0 mm)	Poca lluvia (RR<8.3 mm)
Extremadamente lluvioso (RR>24.0 mm)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Muy lluvioso (16.0 mm<RR=<24.0 mm)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Lluvioso (12.3 mm<RR=<16.0 mm)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Moderadamente lluvioso (8.3 mm<RR=<16.0 mm)	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Poca lluvia (RR<8.3 mm)	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
<b>1/SUMA</b>	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

**Cuadro 23** Matriz de normalización del parámetro desencadenante

Descriptor	Extremadamente lluvioso > 24.0 mm	Muy lluvioso 16.0 <PP≤ 24.0	Lluvioso 12.3 < PP≤ 16.0	Moderadamente lluvioso 8.3<PP≤ 12.3	Ligeramente lluvioso <8.3	Vector Priorización
Extremadamente lluvioso > 24.0 mm	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Muy lluvioso 16.0 <PP≤ 24.0	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Lluvioso 12.3 < PP≤ 16.0	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Moderadamente lluvioso 8.3<PP≤ 12.3	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Ligeramente lluvioso <8.3	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

Luis Alberto Alvaréz Baccá  
INGENIERO DEL RIESGO DEL RIESGO ORIGINAL  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
R.L.M. N° 22.255

**Cuadro 24** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de umbrales de precipitación.

<b>IC</b>	0.017
<b>RC</b>	0.015

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

### 3.1.7.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Para la determinación de los factores condicionantes, se ha identificado tres parámetros de evaluación (pendiente del terreno, geología local, y geomorfología), a las cuales se le asignó valores de priorización según el método de jerarquías analíticas de SAATY, las cuales se muestran a continuación:

**Cuadro 25** Matriz de comparación de pares

Parámetro	Unid. Geológica (litología)	Pendiente del terreno	Unid. Geomorfológica
Unid. Geológica (litología)	1.00	2.00	3.00
Pendiente del terreno	0.50	1.00	2.00
Unid. Geomorfológica	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 26** Vector de priorización del factor condicionante

Parámetro	Unid. Geológica (litología)	Pendiente del terreno	Unid. Geomorfológica	Vector Priorización
Unid. Geológica (litología)	0.545	0.571	0.500	0.539
Pendiente del terreno	0.273	0.286	0.333	0.297
Unid. Geomorfológica	0.182	0.143	0.167	0.164

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 27** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de umbrales de precipitación.

IC	0.005
RC	0.009

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

- **Parámetro: Pendientes del terreno (°)**

Al evaluar el peligro por deslizamiento en el sector de Aquia Cruz, se considera que la pendiente es un factor condicionante importante, ya que, mientras mayor sea la pendiente mayor será la probabilidad de que ocurra un deslizamiento y a menor pendiente menor será la probabilidad de ocurrencia del mismo evento.

Para la determinación y análisis de este parámetro se ha identificado 05 descriptores, la cuales se detalla en el siguiente cuadro:

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CALEN  
Ing. Luis Abel Yana Galarza  
R.L.M. N° 22155

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CENEPREDU

**Cuadro 28** Descriptores de la pendiente del terreno.

Descriptores	Descripción	Vector priorización
45°>=	Pendiente muy escarpada	0.495
25°<=P<45°	Pendiente muy fuerte o escarpado	0.242
15°<=P<25°	Pendiente fuerte	0.139
5°<=P<15°	Pendiente moderada	0.083
<5°	Terrenos llanos	0.041

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 29** Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Descriptores	45>=	25<=P<45	15<=P<25	5<=P<15	<5
45>=	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
25<=P<45	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
15<=P<25	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
5<=P<15	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
<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

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 30** Matriz de normalización del parámetro pendiente

Descriptores	45<=	25<=P<45	15<=P<25	5<=P<15	<5	Vector Priorización
45<=	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
25<=P<45	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
15<=P<25	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5<=P<15	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
<5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 31** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CALEN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGISTRADO  
Ing. Luis Alberto Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22256

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

▪ **Parámetro: Unidades geológicas locales**

Este factor condicionante se considera tomando en cuenta la base del mapa geológico local, diferenciando la calidad de los materiales rocos y suelos en su disposición en el medio, siendo que a mayor calidad de roca menor será la probabilidad de ocurrencia del peligro deslizamiento y a menor consolidación del suelo la probabilidad de ocurrencia del mismo evento será mayor.

Para la determinación y análisis de este parámetro se ha identificado 11 descriptores, las cuales se han agrupado de acuerdo con las características físicas y génesis de cada uno, así como se denota en el siguiente cuadro:

**Cuadro 32** Descriptores de unidad geológica local

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptores
Unidades geológicas	D1	5	Depósito coluvio-deluvial 1
	D2		Depósito coluvio-deluvial 2
	D3		Depósito coluvio-deluvial 3
	D4		Depósito coluvio-deluvial 4, Depósito coluvial
	D5		Formación Chimú, Formación Santa, Batolito de la costa, Formación Carhuaz, Depósito proluvial, Depósito fluvial

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

**Cuadro 33** Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geológica

Descriptor	Depósito coluvio-deluvial 1	Depósito coluvio-deluvial 2	Depósito coluvio-deluvial 3	Depósito coluvio-deluvial 4, Depósito coluvial	Formación Chimú, Formación Santa, Batolito de la costa, Formación Carhuaz, Depósito proluvial, Depósito fluvial
Depósito coluvio-deluvial 1	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Depósito coluvio-deluvial 2	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Depósito coluvio-deluvial 3	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Depósito coluvio-deluvial 4, Depósito coluvial	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
Formación Chimú, Formación Santa, Batolito de la costa, Formación Carhuaz, Depósito proluvial, Depósito fluvial	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.88	4.92	7.75	13.33	22.00
<b>1/SUMA</b>	0.53	0.20	0.13	0.08	0.05

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CARLOS ALBERTO ALVARADO  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 221856

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/01

**Cuadro 34** Matriz de normalización del parámetro unidad geológica

Descriptor	Depósito coluvio-deluvial 1	Depósito coluvio-deluvial 2	Depósito coluvio-deluvial 3	Depósito coluvio-deluvial 4, Depósito coluvial	Formación Chimú, Formación Santa, Batolito de la costa, Formación Carhuaz, Depósito proluvial, Depósito fluvial	Vector Priorización
Depósito coluvio-deluvial 1	0.533	0.610	0.516	0.450	0.364	0.495
Depósito coluvio-deluvial 2	0.178	0.203	0.258	0.300	0.273	0.242
Depósito coluvio-deluvial 3	0.133	0.102	0.129	0.150	0.182	0.139
Depósito coluvio-deluvial 4, Depósito coluvial	0.089	0.051	0.065	0.075	0.136	0.083
Formación Chimú, Formación Santa, Batolito de la costa, Formación Carhuaz, Depósito proluvial, Depósito fluvial	0.067	0.034	0.032	0.025	0.045	0.041

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 35** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

IC	0.033
RC	0.030

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

▪ **Parámetro: Geomorfología**

Las unidades geomorfológicas están en función de la forma y origen del terreno por lo que se considera que las formas más pronunciadas serán zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento y las menos pronunciadas o llanas tendrán menos probabilidad de ocurrencia.

Para la determinación y análisis de este parámetro se ha identificado 09 descriptores, las cuales se han agrupado de acuerdo con el comportamiento y características de cada uno, así como se denota en el siguiente cuadro:

**Cuadro 36** Descriptores de geomorfología.

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptores (°)
Unidad geomorfológica	D1	5	Vertiente con depósito de deslizamiento, Laderas de socavamiento
	D2		Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado
	D3		Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo
	D4		Vertiente coluvial, vertiente coluvio deluvial
	D5		Abanico proluvial, cauce fluvial y proluvial, Montaña en roca intrusiva, Montaña en roca sedimentaria,

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALENDA INGENIERO DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL AQUITO  
Ing. Luis Alberto Alvarado Baccá  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 22155

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

**Cuadro 37** Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología

Descriptor	Vertiente con depósito de deslizamiento, Laderas de socavamiento	Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado	Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo	Vertiente coluvial, vertiente coluvio deluvial	Abanico proluvial, cauce fluvial y proluvial, Montaña en roca intrusiva, Montaña en roca sedimentaria,
Vertiente con depósito de deslizamiento, Laderas de socavamiento	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Vertiente coluvial, vertiente coluvio deluvial	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
Abanico proluvial, cauce fluvial y proluvial, Montaña en roca intrusiva, Montaña en roca sedimentaria,	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.88	4.92	7.75	13.33	22.00
<b>1/SUMA</b>	0.53	0.20	0.13	0.08	0.05

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 38** Matriz de normalización del parámetro geomorfología

Descriptor	Vertiente con depósito de deslizamiento, Laderas de socavamiento	Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado	Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo	Vertiente coluvial, vertiente coluvio deluvial	Abanico proluvial, cauce fluvial y proluvial, Montaña en roca intrusiva, Montaña en roca sedimentaria,	Vector Priorización
Vertiente con depósito de deslizamiento, Laderas de socavamiento	0.533	0.610	0.516	0.450	0.364	0.495
Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado	0.178	0.203	0.258	0.300	0.273	0.242
Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo	0.133	0.102	0.129	0.150	0.182	0.139
Vertiente coluvial, vertiente coluvio deluvial	0.089	0.051	0.065	0.075	0.136	0.083
Abanico proluvial, cauce fluvial y proluvial, Montaña en roca intrusiva, Montaña en roca sedimentaria,	0.067	0.034	0.032	0.025	0.045	0.041

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 39** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

<b>IC</b>	0.033
<b>RC</b>	0.030

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALEN INGENIERO DEL RIESGO  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUERO  
ING. LUIS ALBERTO ALVAREZ BACCÁ  
INGENIERO GEÓGRAFO  
Reg. CIP. N° 22255

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28110-CE/NEPRE/DJ

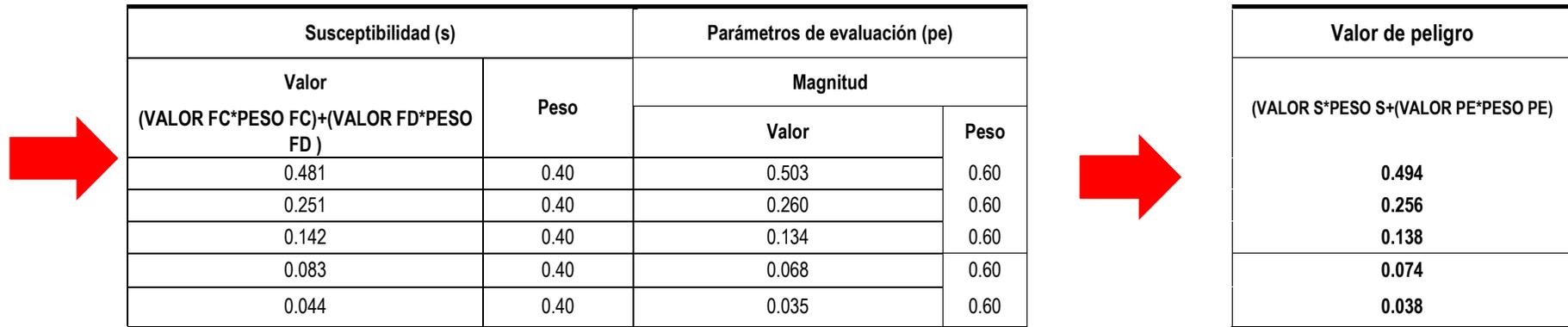
### 3.1.8 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD

**Cuadro 40** Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

Factores condicionantes (fc)								Factor desencadenante (FD)	
Und. Geológica		Unid. Geomorfológicas		Pendiente		Valor	peso	Precipitación	
Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar			Valor	Peso
0.495	0.539	0.495	0.164	0.503	0.297	0.497	0.8	0.416	0.2
0.242	0.539	0.242	0.164	0.260	0.297	0.248	0.8	0.262	0.2
0.139	0.539	0.139	0.164	0.134	0.297	0.138	0.8	0.161	0.2
0.083	0.539	0.083	0.164	0.068	0.297	0.079	0.8	0.099	0.2
0.041	0.539	0.041	0.164	0.035	0.297	0.039	0.8	0.062	0.2

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 89066



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. N° 2010-CENEPREDU

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. N° 2010-CENEPREDU

### 3.1.9 DEFINICIÓN DE ESCENARIO

Se utilizó el análisis de precipitaciones máximas en 24 horas, con un periodo de retorno de 100 años, de las estaciones meteorológicas Milpo, Chavín y Chiquián, en el periodo 1964 a 2023. Mediante el método de Isoyetas para el área de estudio se ha estimado un evento de precipitación máxima diaria entre 50 mm y 60 mm, este evento corresponde a la categoría de extremadamente lluvioso con umbrales de precipitación mayor a 24.0 mm con percentil RR/día>99p.

Ante estos niveles de precipitación, sobre los depósitos coluviales de características sueltas y pendientes fuertes, adosadas a montañas sedimentarias, intrusivas y volcánicas con pendientes mayores a 25°, generaría posibilidades de deslizamientos, ocasionando severos daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental en el sector Aquia Cruz.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

### 3.1.10 NIVELES DE PELIGRO

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

  
FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 41** Nivel de peligrosidad

Nivel	Rango				
Muy alto	0.256	≤	R	≤	0.494
Alto	0.138	≤	R	<	0.256
Medio	0.074	≤	R	<	0.138
Bajo	0.038	≤	R	<	0.074

  
LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CENEPREDU  
CIP 222858

Elaboración: Walsh Perú S.A. 2023

  
LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CENEPREDU

### 3.1.11 ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

En el siguiente cuadro se describe la zonificación del peligro por deslizamiento.

**Cuadro 42** Zonificación del nivel de peligrosidad

Niveles de peligro	Descripción	Rango
<b>Peligro muy alto</b>	Depósitos coluvio-deluviales 1, no consolidados con clastos subredondeados a angulosos con matriz arenosa y limosa y rocas fracturadas de la Formación Chimú que se emplazan en zonas de ladera media y baja en la margen izquierda del río Pativilca cercanos a la carretera de acceso, geomorfológicamente esta zona corresponde a vertientes con depósitos de deslizamientos recientes evidenciados por saltos de escarpes, terraceos y desgarros en la vegetación de la ladera, este depósito esta adosado a montañas de roca sedimentaria, con pendientes moderadas a muy escarpadas, ( $25^{\circ} \rightarrow 45^{\circ}$ ); donde los deslizamientos se pueden desencadenar por umbrales de precipitación mayores a 24 mm, en un tiempo de retorno de 100 años, Bajo estas condiciones se generaría desplazamientos del material coluvio-deluvial con indicios ya de movimientos lentos.	$0.256 < P \leq 0.494$
<b>Peligro alto</b>	Se presenta en depósitos coluvio-deluviales 2, y rocas fracturadas de las formaciones Chimú (pequeñas zonas de afloramientos); geomorfológicamente esta zona corresponde a vertiente con depósito de deslizamiento reactivado y montañas de roca sedimentaria; con pendientes fuertes o escarpados, ( $25^{\circ} \leq P < 45^{\circ}$ ); En la margen izquierda se evidencian en zonas de reactivación de deslizamientos, sin evidencias claras de actividad reciente y en la margen derecha circundantes a deslizamientos activos, interpretando que las masas de peligro muy Alto son la reactivación de una reactivación previa (ahora sin dinámica aparente) catalogada como zona de peligro Alto, también se observan en ambas márgenes del río Pativilca donde la dinámica fluvial ha generado laderas de socavamiento, así todas estas áreas pueden desencadenar en deslizamientos por precipitaciones pluviales >24 mm, denominado extremadamente lluvioso, con periodo de retorno de 100 años generando movimientos de tipo rotacional, condicionados por cambios antrópicos en el terreno procesos de erosión y deforestación.	$0.138 < P \leq 0.256$
<b>Peligro Medio</b>	Se presentan en depósitos coluvio-deluviales 3, coluviales, afloramientos de rocas calizas, areniscas y lutitas de las Formaciones Santa, Carhuaz y Chimú geomorfológicamente estas zonas corresponden a las partes altas, medias y bajas de montañas en roca sedimentaria, con pendientes moderadas a fuertes ( $15^{\circ} \leq P < 45^{\circ}$ ); poco propensa a deslizamiento, zonas de caída de rocas, vertiente con depósito de deslizamientos antiguos con evidencias geomorfológicas erosionadas, y áreas de vertiente coluvio-deluvial con predominio de procesos erosionales antes que geodinámicos, en estas áreas los deslizamientos pueden ser desencadenados por precipitaciones pluviales >24 mm, denominado extremadamente lluvioso, con periodo de retorno de 100 años.	$0.074 < P \leq 0.138$
<b>Peligro Bajo</b>	Corresponden a sectores limitados en el área este del Aquia Cruz donde existen afloramientos de calizas de la Formación Carhuaz, con pendientes bajas, en el cauce del río Pativilca, y áreas de abanico proluvial también de pendientes bajas, en estas áreas la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos desencadenados por umbrales de precipitación >24 mm, con tiempos de retorno de 100 años en poco probable pero por su cercanía a áreas de peligros medio, alto y bajo podrían ser afectados de manera colateral.	$0.038 \leq P \leq 0.074$

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

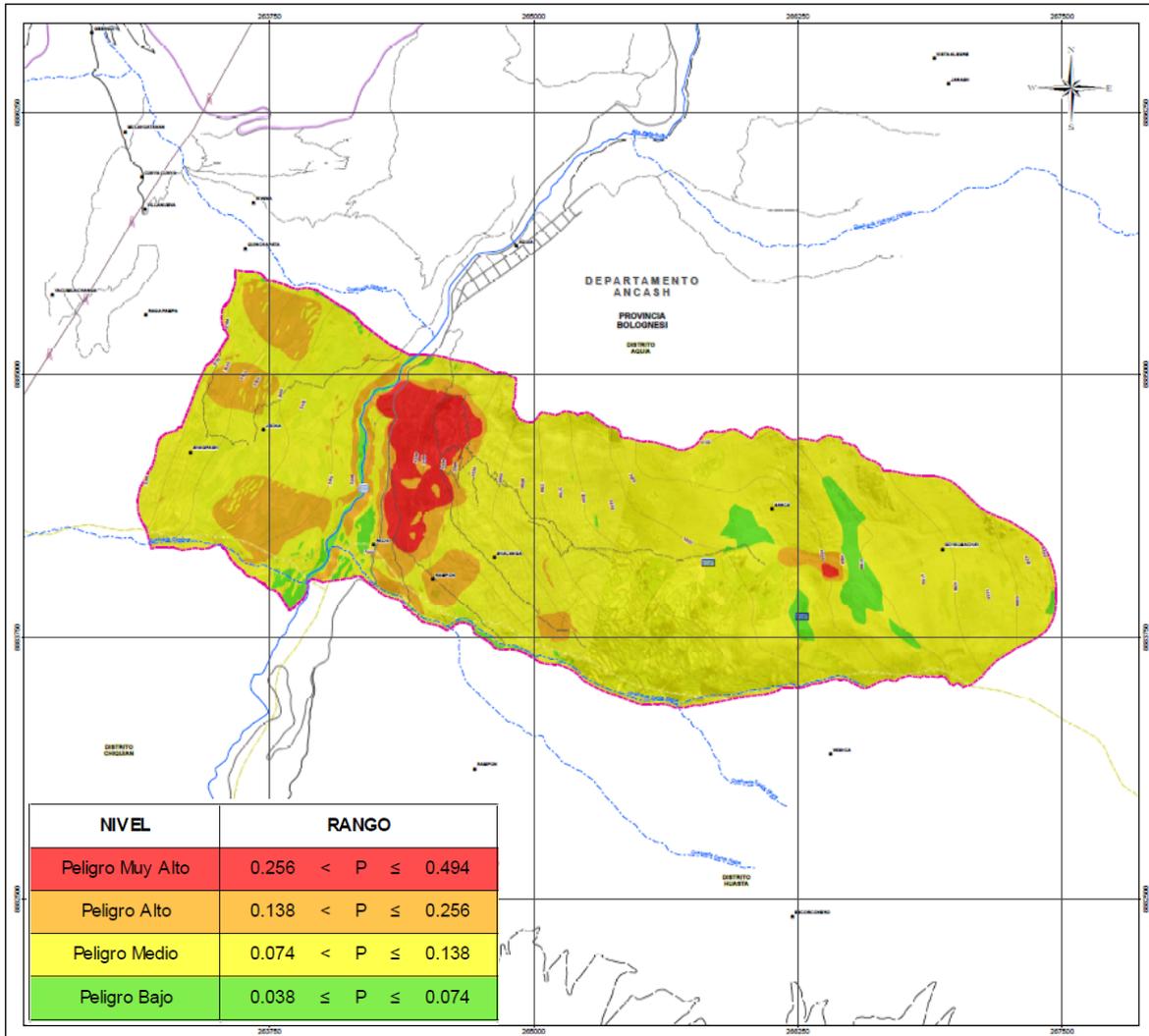
  
COLECCIÓN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO NACIONAL CIENTÍFICO  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J. N° 28718-CENEPREDU  
CIP 222858

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J. N° 28718-CENEPREDU  
CIP 222858

### 3.1.12 MAPA DEL NIVEL DE PELIGRO

En la siguiente figura se presenta el mapa de niveles de peligro por deslizamiento en el área estudio. Ver detalle en el Mapa 11.

**Figura 31** Mapa de niveles de peligro



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Firma]*  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 97025

*[Firma]*  
**FLOR YARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Firma]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R. JUN. N° 28710-CENEPREDU

### 3.1.13 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ÁREAS SUSCEPTIBLES

Los elementos expuestos en el área de estudio son aquellos que son susceptibles, en el sector de Aquia Cruz se tienen población en las viviendas dispersas que conforman las estancias, reservorios de agua, canales de riego, vías, áreas agrícolas - pecuarias y otras infraestructuras, que de encontrarse en la zona de impacto potencial al peligro por deslizamiento podrían verse afectados. En tal sentido, a continuación, se analizan los elementos expuestos en la dimensión social y económica.

#### 3.1.13.1 DIMENSIÓN SOCIAL

En el sector Aquia Cruz, está conformada principalmente viviendas dispersas que forman parte de las estancias o manadas (ver ítem 2.3.1.2). Respecto al análisis de exposición por nivel de peligro alto y muy alto, no se identificaron viviendas que podrían verse afectadas.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

#### 3.1.13.2 DIMENSIÓN ECONÓMICA

Los elementos expuestos del área de estudio en la dimensión económica están comprendidos por 3 tipos de infraestructuras: i) asociadas a las actividades agrícolas pecuarias; ii) infraestructura de la Central Hidroeléctrica Hidrandina; e iii) infraestructura vial. Estos elementos podrían verse afectados de forma directa frente a una probable ocurrencia del peligro por deslizamiento.

  
FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

#### Áreas agrícolas, forestales, corrales y canales de riego

Dentro del sector Aquia Cruz se estima que podrían verse afectadas 52.60 ha de áreas agrícolas y 0.67 km de canales de regadío, por estar expuestas a un nivel de peligro alto y muy alto.

  
LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. N° 28710-CENEPREDU

**Cuadro 43** Áreas agrícolas, áreas forestales y corrales expuestas por nivel de peligro

Sector / Localidad	Tipo de Uso	Área expuesta por nivel de peligro			
		Peligro Muy Alto		Peligro Alto	
		Áreas (ha)	(%)	Áreas (ha)	(%)
Aquia Cruz	Área agrícola	11.13	4.85%	41.47	18.06%

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 44** Canal de riego expuestas por nivel de peligro

Sector / Localidad	Infraestructura	Longitud expuesta por nivel de peligro			
		Muy Alto		Alto	
		Longitud (km)	(%)	Longitud (km)	(%)
Sector Aquia Cruz	Canal de riego	0.42	17.24%	0.25	10.37%

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### Infraestructuras asociadas a las vías de comunicación

Dentro del sector Aquia Cruz se identifican varias infraestructuras de vías de comunicación que podrían verse afectadas frente a un peligro alto y muy alto, esto incluye aproximadamente 3.44 km de camino de herradura y 0.63 km de vía asfaltada. Además, se estima que 0.64 km de cunetas podrían resultar afectados.

**Cuadro 45** Red vial expuesta por nivel de peligro

Sector / Localidad	Infraestructura	Ruta	Longitud expuesta por nivel de peligro (km)	
			Muy Alto	Alto
Sector Aquia Cruz	Camino de Herradura	Dentro del Sector Aquia Cruz	1.69	1.75
	Vía asfaltada	Ruta Nacional. Dentro del sector Aquia Cruz entre la ruta PE-3N y PE-3NE	0.31	0.32

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 46** Cunetas expuestas por nivel de peligro

Sector / Localidad	Infraestructura	Material	Longitud expuesta por nivel de peligro (km)	
			Muy Alto	Alto
Sector Aquia Cruz	Cuneta	Concreto	0.18	0.46

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### Infraestructuras asociadas a la Central hidroeléctrica Hidrandina

Dentro del sector Aquia Cruz, en relación con las infraestructuras asociadas a la Central Hidroeléctrica Hidrandina, se estima que 0.15 km del canal de abastecimiento de dicha central podrían verse afectados por un nivel de peligro alto.

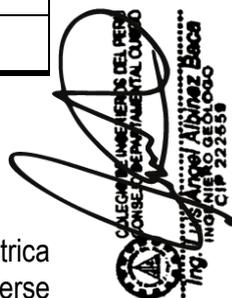
**Cuadro 47** Componentes de la Central Hidroeléctrica Hidrandina en zonas de riesgo por peligro de deslizamiento

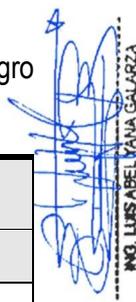
Sector / Localidad	Infraestructura	Material	Longitud expuesta por nivel de peligro (Km)	
			Muy alto	Alto
Sector Aquia Cruz	Canal de abastecimiento C.H. Hidrandina	Concreto	-	0.15

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

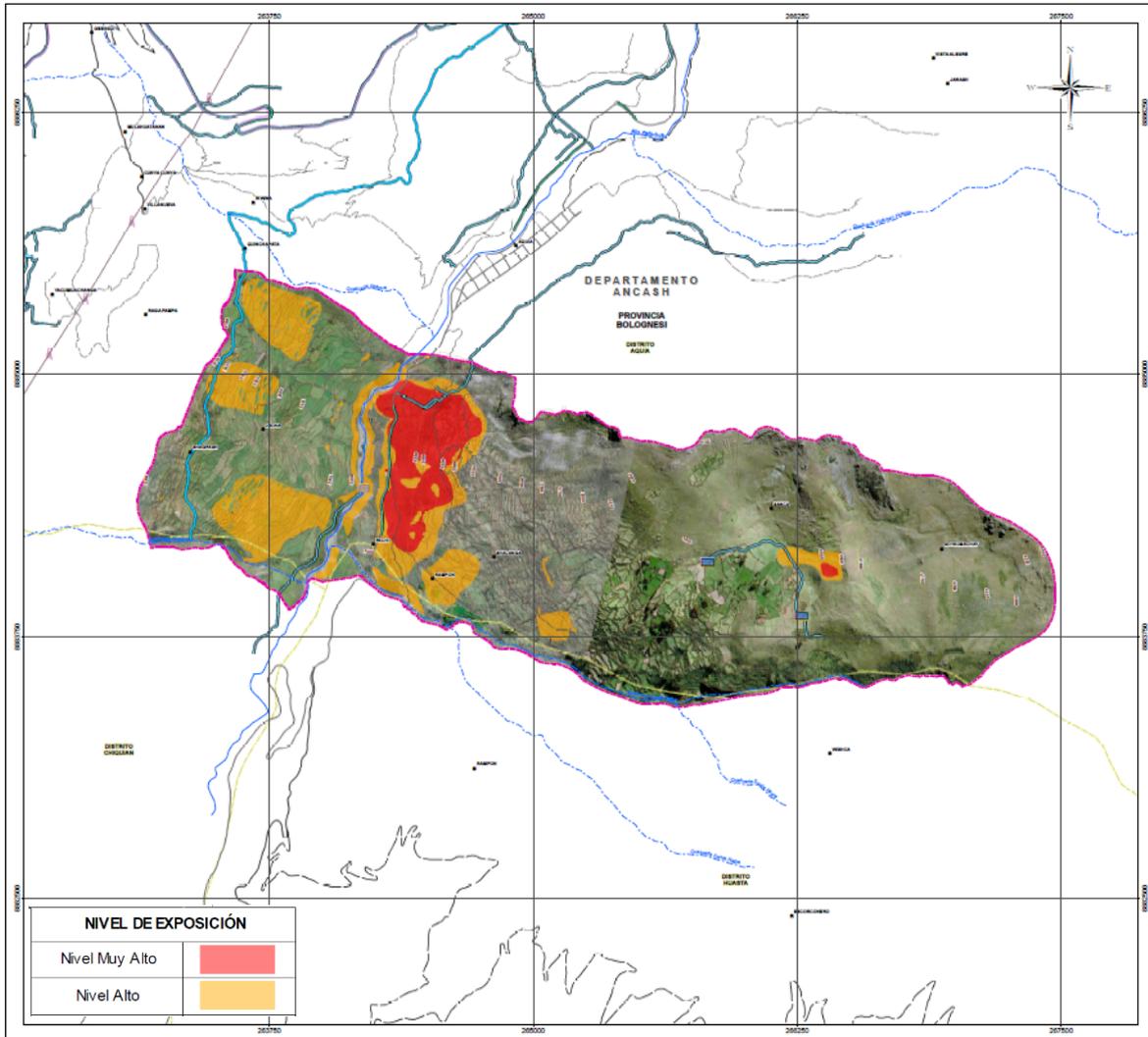
  
FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

  
CARLOS HUMBERTO DEL REAL  
CONSEJERO GENERAL DEL CIP  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. N° 28710-CENEPREDU

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. N° 28710-CENEPREDU

En la siguiente figura se presenta el mapa de los elementos expuestos en el área de estudio del sector Aquia Cruz donde se distingue el nivel de exposición frente al peligro por deslizamiento. Ver Mapa 12.

**Figura 32** Mapa de elementos expuestos en el área de estudio



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR VARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
**Ing. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.N. N° 28710-CENEPREDU  
 CIP 222858

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.N. N° 28710-CENEPREDU  
 CIP 222858

### 3.2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

La Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, definen a la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, de la estructura física o de las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. En ese contexto, analizar la vulnerabilidad de la población del Sector Aquia Cruz, en base a los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, coadyuva a establecer medidas y/o mecanismos para reducir su vulnerabilidad frente al peligro por deslizamiento.

En el anexo 3 se presenta las fichas de campo y el registro fotográfico de la evaluación de la vulnerabilidad en campo. Asimismo, la evaluación socioeconómica del sector Aquia Cruz se describe en los ítems 2.3.1 y 2.3.2.

*[Signature]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

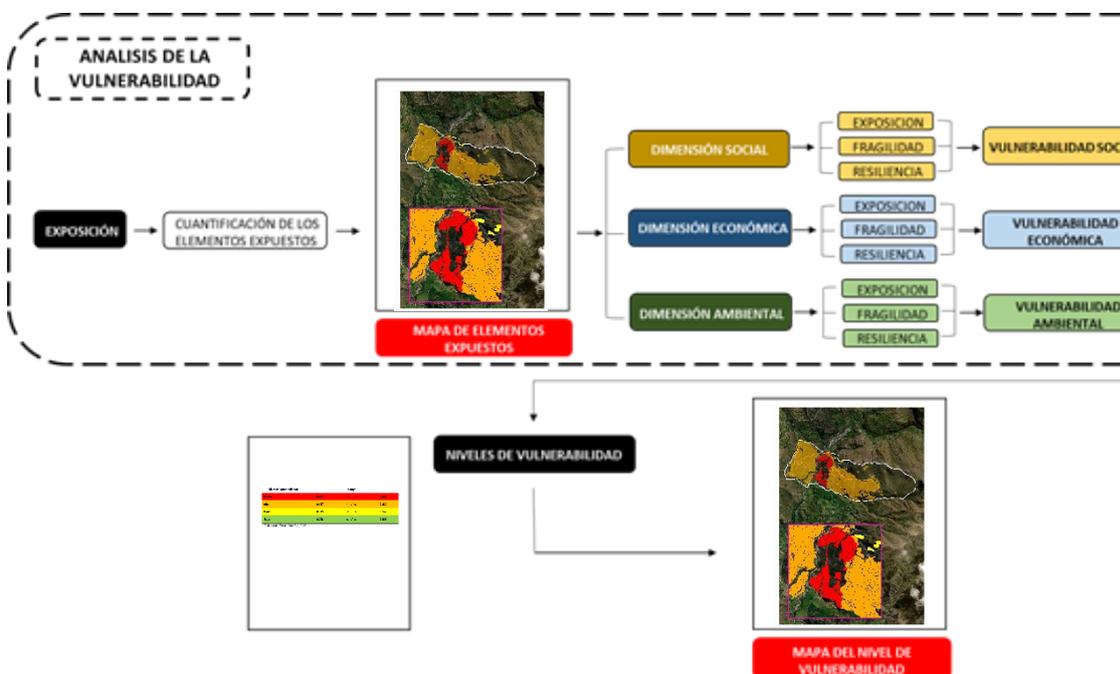
#### 3.2.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para realizar el análisis de vulnerabilidad en el sector Aquia Cruz se ha considerado las dimensiones social, económica y ambiental, empleando para ello la metodología definida en el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 versión” elaborada por el CENEPRED, 2014.

*[Signature]*  
FLOR VARIANA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

En la siguiente figura se esquematiza la metodología para el análisis de la vulnerabilidad.

**Figura 33** Metodología para análisis de vulnerabilidad del Sector Aquia Cruz



*[Signature]*  
CALEX... INGENIEROS DEL RIESGO...  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28710-CENEPREDU  
CIP 222858

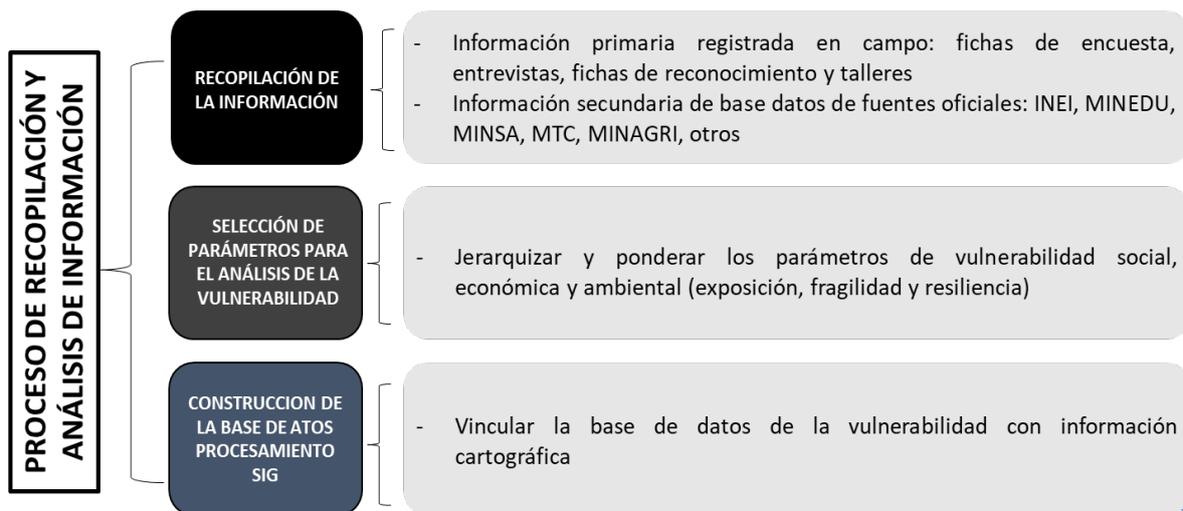
Fuente: CENEPRED. Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 versión.

En relación con el proceso de recopilación y análisis de la información, se utilizó la información primaria proviene del trabajo de campo (registrada en campo debidamente sistematizada), realizado en el pueblo de Aquia ubicado 150 metros al norte del sector Aquia Cruz, cabe señalar que en la zona de estudios no existen núcleos poblacionales, pero si estancias o viviendas dispersas. Así mismo se analizó la información secundaria contenida en las bases de datos de fuentes oficiales, principalmente del Instituto Nacional de Estadística e Informática, Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, Ministerio de Transporte y Comunicación, Ministerio de Agricultura, Autoridad Nacional del Agua, también se utilizó información secundaria como el Plan de Desarrollo Concertado del distrito de Aquia al 2021, Plan de Prevención y Reducción de Desastres del Distrito de Aquia 2023-2026, entre otros documentos.

El análisis de la información comprendió la selección de los parámetros de la vulnerabilidad y la construcción de la base de datos para su vinculación y procesamiento mediante el sistema de información geográfica.

En la figura siguiente se presenta el flujograma general del proceso de análisis de información de la vulnerabilidad de los elementos expuestos de las dimensiones social, económica y ambiental.

**Figura 34** Flujograma general del proceso de análisis de información de la vulnerabilidad



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

En el presente análisis de la vulnerabilidad se analizarán las 3 dimensiones social, económico y ambiental.

### 3.2.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

La vulnerabilidad social consiste en la incapacidad de una población para adaptarse a los efectos de un determinado cambio extremo, repentino o gradual en su medio físico. Ejemplo población, salud, escolaridad, etc. (CENEPRED, 2014).

No se ha podido determinar la cantidad de pobladores que se asientan dentro del sector, sin embargo, si nos guiamos por el número de las viviendas dispersas identificadas en las estancias, por medio de las imágenes satelitales. Por otro lado, los habitantes de este sector podrían ser pobladores que

*[Signature]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
FLOR VARIANA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
CALEXIA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL AMBIENTAL CUERO  
Ing. LUIS ABEL GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CENEPREDU  
CIP 222858

*[Signature]*  
ING. LUIS ABEL GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CENEPREDU

residen en el pueblo de Aquia o pobladores de la comunidad de Aquia, en este contexto el análisis de la vulnerabilidad social de las viviendas e infraestructuras del sector Aquia Cruz se analizan los 3 factores, la exposición, la fragilidad y la resiliencia.

Para el factor de exposición se analiza el número de habitantes por vivienda, para este caso las viviendas que se encuentran dispersas en el sector de Aquia Cruz; en fragilidad se analiza acceso a servicios básicos los cuales en este sector son precarios por encontrarse de forma dispersa y las laderas de montaña. En la resiliencia se analiza su conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, puesto que cuan más información tenga sobre el peligro podrán enfrentar de una forma más asertiva cuando este suceda.

**Cuadro 48** Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Habitante por vivienda	- Abastecimiento de agua - Servicio de alcantarillado - Tipo de energía eléctrica	- Conocimiento en GRD

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

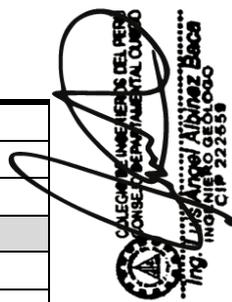
  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 49** Matriz de comparación de pares

Dimensión social	Fragilidad	Exposición	Resiliencia
Fragilidad	1.00	2.00	3.00
Exposición	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

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
CARLOS INES DE LA CRUZ  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACION  
Reg. CIP N° 222856

**Cuadro 50** Matriz de normalización

Dimensión social	Fragilidad	Exposición	Resiliencia	Vector Priorización
Fragilidad	0.545	0.571	0.500	0.539
Exposición	0.273	0.286	0.333	0.297
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.164

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28710-CEMEREPU

**Cuadro 51** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) en la Dimensión Social

IC	0,005
RC	0,009

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.2.2.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DE EXPOSICIÓN

El factor de exposición analiza las prácticas y las decisiones de las personas de ubicarse y construir sus viviendas en las zonas donde impacta el peligro en este caso el de deslizamiento y a las personas por grupo etario que podrían verse expuestas.

- **Habitante por vivienda.**

El número de habitantes se infiere en base al número aproximado de habitantes por vivienda que se ha podido identificar a través de las imágenes satelitales y en base al promedio de habitantes que residen en el pueblo de Aquia (centro poblado ubicado a 150m del área de estudio).

**Cuadro 52** Matriz de comparación de pares del parámetro habitante por vivienda

Habitante por vivienda	Mayor a 4 hab. por vivienda	4 hab. por vivienda	3 hab. por vivienda	1 y 2 hab. por vivienda	Sin habitantes
Mayor a 4 hab. por vivienda	1.00	2.00	5.00	6.00	7.00
4 hab. por vivienda	0.50	1.00	2.00	5.00	6.00
3 hab. por vivienda	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
1 y 2 hab. por vivienda	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
Sin habitantes	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.01	3.87	8.70	14.50	21.00
<b>1/SUMA</b>	0.50	0.26	0.11	0.07	0.05

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 53** Matriz de normalización del parámetro habitante por vivienda

Habitante por vivienda	Mayor a 4 hab. por vivienda	4 hab. por vivienda	3 hab. por vivienda	1 y 2 hab. por vivienda	Sin habitantes	Vector Priorización
Mayor a 4 hab. por vivienda	0.498	0.517	0.575	0.414	0.333	0.467
4 hab. por vivienda	0.249	0.259	0.230	0.345	0.286	0.274
3 hab. por vivienda	0.100	0.129	0.115	0.138	0.238	0.144
1 y 2 hab. por vivienda	0.083	0.052	0.057	0.069	0.095	0.071
Sin habitantes	0.071	0.043	0.023	0.034	0.048	0.044

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 54** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro habitante por vivienda.

<b>IC</b>	0.035
<b>RC</b>	0.031

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28710-CENEPREDU

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28710-CENEPREDU

### 3.2.2.2 ANÁLISIS DEL FACTOR DE FRAGILIDAD

La fragilidad de los elementos expuestos considerados en el centro poblado está vinculada a las condiciones de desventaja o debilidad de los elementos frente al peligro de deslizamiento.

- **Abastecimiento de agua**

Se infiere que, debido a la ubicación dispersa de las viviendas en las estancias, estas podrían abastecerse de agua de los manantiales.

**Cuadro 55** Matriz de comparación de pares del parámetro abastecimiento de agua

Abastecimiento de agua	Fuente de Agua Natural sin Tratamiento	Fuente de Agua Natural con Tratamiento	Pilón de uso público	Red pública fuera de la vivienda	Red pública dentro de la vivienda
Fuente de Agua Natural sin Tratamiento	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Fuente de Agua Natural con Tratamiento	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Pilón de uso público	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Red pública fuera de la vivienda	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Red pública dentro de la vivienda	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.09	3.95	7.75	12.50	19.00
<b>1/SUMA</b>	0.48	0.25	0.13	0.08	0.05

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. N° 28710-CENEPREDU

**Cuadro 56** Matriz de normalización del parámetro abastecimiento de agua

Abastecimiento de agua	Fuente de Agua Natural sin Tratamiento	Fuente de Agua Natural con Tratamiento	Pilón de uso público	Red pública fuera de la vivienda	Red pública dentro de la vivienda	Vector Priorización	Vector de Priorización
Fuente de Agua Natural sin Tratamiento	0.478	0.506	0.516	0.400	0.368	0.454	0.454
Fuente de Agua Natural con Tratamiento	0.239	0.253	0.258	0.320	0.263	0.267	0.267
Pilón de uso público	0.119	0.127	0.129	0.160	0.211	0.149	0.149
Red pública fuera de la vivienda	0.096	0.063	0.065	0.080	0.105	0.082	0.082
Red pública dentro de la vivienda	0.068	0.051	0.032	0.040	0.053	0.049	0.049

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. N° 28710-CENEPREDU

**Cuadro 57** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro abastecimiento de agua.

IC	0.018
RC	0.017

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

• **Servicio de alcantarillado**

En las viviendas dispersas que se encuentran en el sector Aquia Cruz no se cuenta con servicio de alcantarillado. La población usa pozos sépticos o a campo abierto.

**Cuadro 58** Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de alcantarillado

Servicio de alcantarillado	Campo abierto	Pozo ciego o negro	Pozo séptico	Silo/Letrina	Red pública de desagüe dentro de la vivienda
Campo abierto	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Pozo ciego o negro	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Pozo séptico	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Silo/Letrina	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.09	3.95	7.75	12.50	19.00
<b>1/SUMA</b>	0.48	0.25	0.13	0.08	0.05

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 59** Matriz de normalización del parámetro servicio de alcantarillado

Servicio de alcantarillado	Campo abierto	Pozo ciego o negro	Pozo séptico	Silo/Letrina	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Vector Priorización
Campo abierto	0.478	0.506	0.516	0.400	0.368	0.454
Pozo ciego o negro	0.239	0.253	0.258	0.320	0.263	0.267
Pozo séptico	0.119	0.127	0.129	0.160	0.211	0.149
Silo/Letrina	0.096	0.063	0.065	0.080	0.105	0.082
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.068	0.051	0.032	0.040	0.053	0.049

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
CARLOS ENRIQUE DELGADO  
CONSEJERO AMBIENTAL CUERO  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. N° 28710-CENEPREDU

**Cuadro 60** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro servicio de alcantarillado.

IC	0.018
RC	0.017

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. N° 28710-CENEPREDU

• **Energía eléctrica**

Las fuentes de energía probables en las viviendas dispersas serían los mecheros, lamparines y velas.

**Cuadro 61** Matriz de comparación de pares del parámetro energía eléctrica

Energía eléctrica	Vela	Mechero/lamparín	Generador Eléctrico	Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública por horas	Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública permanente
Vela	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Mechero/lamparín	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Generador Eléctrico	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública por horas	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública permanente	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.09	3.95	7.75	12.50	19.00
<b>1/SUMA</b>	0.48	0.25	0.13	0.08	0.05

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 62** Matriz de normalización del parámetro energía eléctrica

Energía eléctrica	Vela	Mechero /lamparín	Generador Eléctrico	Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública por horas	Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública permanente	Vector Priorización
Vela	0.478	0.506	0.516	0.400	0.368	0.454
Mechero/lamparín	0.239	0.253	0.258	0.320	0.263	0.267
Generador Eléctrico	0.119	0.127	0.129	0.160	0.211	0.149
Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública por horas	0.096	0.063	0.065	0.080	0.105	0.082
Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública permanente	0.068	0.051	0.032	0.040	0.053	0.049

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CEMEREPU

**Cuadro 63** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro energía eléctrica

<b>IC</b>	0.018
<b>RC</b>	0.017

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.2.2.3 ANÁLISIS DEL FACTOR DE RESILIENCIA

El análisis del componente de resiliencia se vincula al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia del peligro de deslizamiento.

- **Conocimiento en Gestión de Riesgos de Desastres (GRD)**

El centro poblado Aquia, manifiesta que ha escuchado hablar pero que no tiene conocimiento respecto a la gestión de riesgos, por lo que se infiere que la población del sector Aquia cruz tenga un conocimiento similar del tema.

**Cuadro 64** Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de la gestión de riesgos

Conocimiento en GRD	No tiene conocimiento	Ha escuchado	Ha escuchado, pero no ha recibido capacitación	Si conoce y recibe capacitaciones esporádicamente	Si conoce y recibe capacitaciones constantemente
No tiene conocimiento	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Ha escuchado	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Ha escuchado, pero no ha recibido capacitación	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Si conoce y recibe capacitaciones esporádicamente	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Si conoce y recibe capacitaciones constantemente	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	4.08	6.83	11.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.24	0.15	0.09	0.06

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. N° 28710-CENEPREDU

**Cuadro 65** Matriz de normalización del parámetro conocimiento de la gestión de riesgos

Conocimiento en GRD	No tiene conocimiento	Ha escuchado	Ha escuchado, pero no ha recibido capacitación	Si conoce y recibe capacitaciones esporádicamente	Si conoce y recibe capacitaciones constantemente	Vector Priorización
No tiene conocimiento	0.460	0.490	0.439	0.435	0.412	0.447
Ha escuchado	0.230	0.245	0.293	0.261	0.235	0.253
Ha escuchado, pero no ha recibido capacitación	0.153	0.122	0.146	0.174	0.176	0.154
Si conoce y recibe capacitaciones esporádicamente	0.092	0.082	0.073	0.087	0.118	0.090
Si conoce y recibe capacitaciones constantemente	0.066	0.061	0.049	0.043	0.059	0.056

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. N° 28710-CENEPREDU

**Cuadro 66** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro conocimiento de la gestión de riesgos

IC	0.009
RC	0.008

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.2.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

En esta dimensión se analizan todas aquellas actividades económicas que generen un bien o un servicio, asimismo todas las infraestructuras como vías y canales, que podrían verse expuestos o influenciados por el deslizamiento. Posteriormente se incorpora el análisis de la fragilidad donde se analiza el tipo de material con el cual fueron construidas las estancias, viviendas dispersas u otras infraestructuras. Respecto a la resiliencia se considera la actividad laboral.

Estos parámetros son un indicador para saber el grado de recuperación frente a una afectación por un peligro.

**Cuadro 67** Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Ubicación de la estancia o vivienda dispersa respecto a la zona de deslizamiento.	- Material predominante en paredes. - Material predominante en techos.	- Actividad laboral

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 68** Matriz de comparación de pares

Dimensión social	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

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

CALCEY INES HEREDIA DEL REAL  
INGENIERA EN INGENIERIA AMBIENTAL  
CUI: 222858

**Cuadro 69** Matriz de normalización

Dimensión social	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

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2810-CENEPREDU

**Cuadro 70** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) en la Dimensión Social

IC	0.005
RC	0.009

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.2.3.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DE EXPOSICIÓN

- Ubicación de la estancia, vivienda dispersa o infraestructura respecto a la zona de deslizamiento

**Cuadro 71** Matriz de comparación de pares del parámetro ubicación de la infraestructura respecto a la zona de peligro

Ubicación del predio respecto a la zona de deslizamiento	Dentro de la zona de deslizamiento	De la zona de peligro a 30 m de la zona de deslizamiento	Entre 30 a 60m de la zona de deslizamiento	Entre 60 a 100m de la zona de deslizamiento	Mayor a 100 m. de la zona de deslizamiento
Dentro de la zona de deslizamiento	1.00	2.00	3.00	6.00	7.00
De la zona de peligro a 30 m de la zona de deslizamiento	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Entre 30 a 60m de la zona de deslizamiento	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Entre 60 a 100m de la zona de deslizamiento	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Mayor a 100 m. de la zona de deslizamiento	0.14	0.17	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.14	4.00	6.83	12.50	19.00
<b>1/SUMA</b>	0.47	0.25	0.15	0.08	0.05

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 72** Matriz de normalización del parámetro ubicación de la infraestructura respecto a la zona de peligro

Ubicación del predio respecto a la zona de deslizamiento	Dentro de la zona de deslizamiento	De la zona de peligro a 30 m de la zona de deslizamiento	Entre 30 a 60m de la zona de deslizamiento	Entre 60 a 100m de la zona de deslizamiento	Mayor a 100 m. de la zona de deslizamiento	Vector Priorización
Dentro de la zona de deslizamiento	0.467	0.500	0.439	0.480	0.368	0.451
De la zona de peligro a 30 m de la zona de deslizamiento	0.233	0.250	0.293	0.240	0.316	0.266
Entre 30 a 60m de la zona de deslizamiento	0.156	0.125	0.146	0.160	0.158	0.149
Entre 60 a 100m de la zona de deslizamiento	0.078	0.083	0.073	0.080	0.105	0.084
Mayor a 100 m. de la zona de deslizamiento	0.067	0.042	0.049	0.040	0.053	0.050

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 2818-CENEPREDU

**Cuadro 73** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro ubicación de la infraestructura respecto a la zona de peligro

IC	0.009
RC	0.008

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.2.3.2 ANÁLISIS DEL FACTOR DE FRAGILIDAD

#### VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA EN ÁREA

- Material predominante en paredes

**Cuadro 74** Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes

Material predominante en paredes	Madera	Quincha /caña con barro)	Adobe o tapia	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento
Madera	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Quincha /caña con barro)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Adobe o tapia	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Piedra o sillar con cal o cemento	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.09	4.08	7.83	11.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.48	0.24	0.13	0.09	0.06

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

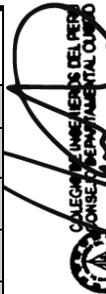
  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 75** Matriz de normalización del parámetro material predominante en paredes

Material predominante en paredes	Madera	Quincha /caña con barro)	Adobe o tapia	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Vector Priorización
Madera	0.478	0.490	0.511	0.435	0.412	0.465
Quincha /caña con barro)	0.239	0.245	0.255	0.261	0.235	0.247
Adobe o tapia	0.119	0.122	0.128	0.174	0.176	0.144
Piedra o sillar con cal o cemento	0.096	0.082	0.064	0.087	0.118	0.089
Ladrillo o bloque de cemento	0.068	0.061	0.043	0.043	0.059	0.055

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. N° 28710-CENEPREDU

**Cuadro 76** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el material predominante en paredes

IC	0.012
RC	0.011

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. N° 28710-CENEPREDU

• **Material predominante en techos**

**Cuadro 77** Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en techos

Material predominante en techos	Caña o estera con torta de barro o cemento	Tejas	Madera	Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	Concreto armado
Caña o estera con torta de barro o cemento	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Tejas	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Madera	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Concreto armado	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.09	4.08	7.83	11.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.48	0.24	0.13	0.09	0.06

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 78** Matriz de normalización del parámetro material predominante en techos

Material predominante en techos	Caña o estera con torta de barro o cemento	Tejas	Madera	Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	Concreto armado	Vector Priorización
Caña o estera con torta de barro o cemento	0.478	0.490	0.511	0.435	0.412	0.465
Tejas	0.239	0.245	0.255	0.261	0.235	0.247
Madera	0.119	0.122	0.128	0.174	0.176	0.144
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	0.096	0.082	0.064	0.087	0.118	0.089
Concreto armado	0.068	0.061	0.043	0.043	0.059	0.055

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

CARLOS ALBERTO INGA  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIONES  
Reg. CIP N° 222858

**Cuadro 79** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el material predominante en techos

IC	0,012
RC	0,011

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28710-CENEPREDU

### 3.2.3.3 ANÁLISIS DEL FACTOR DE RESILIENCIA

El análisis del componente de resiliencia se vincula al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia del peligro de deslizamiento.

- **Actividad laboral**

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el sector Aquia Cruz son la agricultura y la ganadería. Respecto al uso del suelo más del 48% del área de estudio está destinado a áreas agrícolas. Ver Mapa 03, cobertura vegetal y uso actual del suelo.

**Cuadro 80** Matriz de comparación de pares del parámetro actividad laboral

Actividad económica	Agricultura	Pecuario	Servicios	Comercio	Actividades extractivas
Agricultura	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Pecuario	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Servicios	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Comercio	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Actividades extractivas	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	4.08	6.83	11.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.24	0.15	0.09	0.06

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 81** Matriz de normalización del parámetro actividad laboral

Actividad laboral	Agricultura	Pecuario	Servicios	Comercio	Actividades extractivas	Vector priorización
Agricultura	0.460	0.490	0.439	0.435	0.412	0.447
Pecuario	0.230	0.245	0.293	0.261	0.235	0.253
Servicios	0.153	0.122	0.146	0.174	0.176	0.154
Comercio	0.092	0.082	0.073	0.087	0.118	0.090
Actividades extractivas	0.066	0.061	0.049	0.043	0.059	0.056

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 82** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro actividad laboral

<b>IC</b>	0.009
<b>RC</b>	0.008

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

CALENDA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL CUBO  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. 108-2818-CENEPREDU

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. 108-2818-CENEPREDU

### 3.2.4 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

El análisis de la vulnerabilidad ambiental se define como el grado de resistencia del área de estudio, ante un determinado peligro o fuente contaminante. A continuación, se presentan los parámetros empleados, en cada factor.

- Factor de exposición, no se considera el análisis de este factor, debido a que el área de estudio no se ve expuesta a una contaminación cercana por un botadero o un relleno sanitario.
- Factor de fragilidad, se considera la cobertura vegetal considerando a las especies de flora y fauna por área geográfica que podrían perderse ante el peligro por deslizamiento o por un peligro antrópico.
- Factor de resiliencia, se considera al riego, el cual ayuda a la población a no depender de la temporalidad de las épocas de lluvia para la siembra de sus productos y les permite tener más ciclos sembrados en el año y así poder mejorar su economía.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

**Cuadro 83** Parámetros para utilizar en los factores fragilidad y resiliencia en la dimensión ambiental

Dimensión Ambiental	
Fragilidad	Resiliencia
- Cobertura vegetal	- Tipo de riego

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. N° 2810-CEMEREPUJ  
CIP 222856

#### 3.2.4.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DE FRAGILIDAD

- Cobertura vegetal

Este parámetro se trabajó en base a la información del Ministerio del Medio Ambiente - MINAM y el ajuste para el área de estudio se realizó en base a la interpretación de las imágenes de satélite, y algunos detalles más que se tomaron del mapa de Ecosistemas (2018). Ver Mapa 03.

**Cuadro 84** Matriz de comparación de pares del parámetro cobertura vegetal

Cobertura vegetal	Matorral arbustivo	Pajonal andino	Área altoandina con escasa y sin vegetación	Agricultura andina	Área Urbana
Matorral arbustivo	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Pajonal andino	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Área altoandina con escasa y sin vegetación	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Agricultura andina	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Área Urbana	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. N° 2810-CEMEREPUJ  
CIP 222856

**Cuadro 85** Matriz de normalización del parámetro cobertura vegetal

Cobertura vegetal	Matorral arbustivo	Pajonal andino	Área altoandina con escasa y sin vegetación	Agricultura andina	Área Urbana	Vector Priorización
Matorral arbustivo	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Pajonal andino	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Área altoandina con escasa y sin vegetación	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Agricultura andina	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Área Urbana	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

**Cuadro 86** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro cobertura vegetal

IC	0.017
RC	0.015

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

FLOR VARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 88066

### 3.2.4.2 ANÁLISIS DEL FACTOR DE RESILIENCIA

- Tipo de riego

En el área de estudio, principalmente se tiene riego por gravedad y el riego al seco el cual depende de las épocas de lluvia para la siembra de productos.

**Cuadro 87** Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de riego

Tipo de riego	Riego al seco	Riego por gravedad	Riego por aspersión	Riego por goteo	Riego por inundación
Riego al seco	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Riego por gravedad	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Riego por aspersión	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Riego por goteo	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Riego por inundación	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	4.08	6.83	11.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.24	0.15	0.09	0.06

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

CALENDE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL CUANDO  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28710-CEMEREPU

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 28710-CEMEREPU

**Cuadro 88** Matriz de normalización del parámetro tipo de riego

Tipo de riego	Riego al seco	Riego por gravedad	Riego por aspersión	Riego por goteo	Riego por inundación	Vector Priorización
Riego al seco	0.460	0.490	0.439	0.435	0.412	0.447
Riego por gravedad	0.230	0.245	0.293	0.261	0.235	0.253
Riego por aspersión	0.153	0.122	0.146	0.174	0.176	0.154
Riego por goteo	0.092	0.082	0.073	0.087	0.118	0.090
Riego por inundación	0.066	0.061	0.049	0.043	0.059	0.056

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
**LUCIA VERÓNICA**  
**PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**Cuadro 89** Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro tipo de riego

IC	0.009
RC	0.008

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
**FLOR VARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 CALIFICACIONES INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS DEL PERU  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.N. N° 2810-CENEPREDU  
 CIP 222858

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.N. N° 2810-CENEPREDU

### 3.2.5 MATRIZ DE PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD

**Cuadro 90** Ponderación de los parámetros exposición y fragilidad de la Dimensión Social

Exposición		Valor exposición social	Peso exposición social	Fragilidad						Valor fragilidad social	Peso Fragilidad Social
Habitante por vivienda				Abastecimiento de agua		Servicio de alcantarillado		Energía eléctrica			
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
1.000	0.467	0.467	0.539	0.539	0.454	0.297	0.454	0.164	0.454	0.454	0.297
1.000	0.274	0.274	0.539	0.539	0.267	0.297	0.267	0.164	0.267	0.267	0.297
1.000	0.144	0.144	0.539	0.539	0.149	0.297	0.149	0.164	0.149	0.149	0.297
1.000	0.071	0.071	0.539	0.539	0.082	0.297	0.082	0.164	0.082	0.082	0.297
1.000	0.044	0.044	0.539	0.539	0.049	0.297	0.049	0.164	0.049	0.049	0.297

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

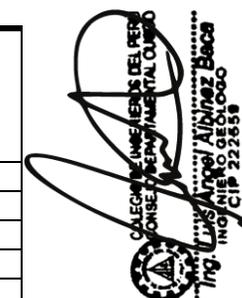
**Cuadro 91** Ponderación de los parámetros resiliencia de la Dimensión Social

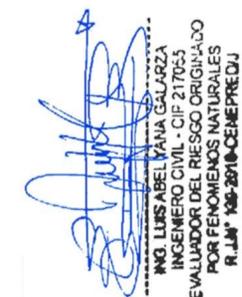
Resiliencia		Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social	Valor dimensión social	Peso dimensión social
Conocimiento en GRD					
Ppar	Pdesc				
1.000	0.447	0.447	0.164	0.460	0.539
1.000	0.253	0.253	0.164	0.268	0.539
1.000	0.154	0.154	0.164	0.147	0.539
1.000	0.090	0.090	0.164	0.077	0.539
1.000	0.056	0.056	0.164	0.047	0.539

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
GALEOTTI  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y URBANO  
ING. LUIS GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. JUN 186-2010-CENEPREDU

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. JUN 186-2010-CENEPREDU

**Cuadro 92** Ponderación de los parámetros exposición y fragilidad de la Dimensión Económica

Exposición		Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	Fragilidad				Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica
Ubicación del predio respecto a la zona de deslizamiento				Material predominante en paredes		Material predominante en techos			
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
1.000	0.451	0.451	0.539	0.500	0.465	0.500	0.465	0.465	0.297
1.000	0.266	0.266	0.539	0.500	0.247	0.500	0.247	0.247	0.297
1.000	0.149	0.149	0.539	0.500	0.144	0.500	0.144	0.144	0.297
1.000	0.084	0.084	0.539	0.500	0.089	0.500	0.089	0.089	0.297
1.000	0.050	0.050	0.539	0.500	0.055	0.500	0.055	0.055	0.297

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 93** Ponderación de los parámetros resiliencia de la Dimensión Económica

Resiliencia		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica
Actividad laboral					
Ppar	Pdesc				
1.000	0.447	0.447	0.164	0.454	0.297
1.000	0.253	0.253	0.164	0.258	0.297
1.000	0.154	0.154	0.164	0.148	0.297
1.000	0.090	0.090	0.164	0.087	0.297
1.000	0.056	0.056	0.164	0.052	0.297

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

ALECHIR INVERNIZ BACCA  
INGENIERO CIVIL  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
Reg. CIP 222658

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN 186-2010-CENEPREDU

**Cuadro 94** Ponderación de los parámetros exposición y fragilidad de la Dimensión Ambiental

Fragilidad		Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental	Resiliencia		Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental	Valor Dimensión Ambiental	Peso Dimensión Ambiental	Valor de la Vulnerabilidad (Vds*Pds) + (Vde*Pde) + (Vda*Pda)
Cobertura vegetal				Tipo de riego						
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc					
1.000	0.416	0.416	0.400	1.000	0.447	0.447	0.600	0.435	0.164	0.454
1.000	0.262	0.262	0.400	1.000	0.253	0.253	0.600	0.256	0.164	0.263
1.000	0.161	0.161	0.400	1.000	0.154	0.154	0.600	0.157	0.164	0.149
1.000	0.099	0.099	0.400	1.000	0.090	0.090	0.600	0.094	0.164	0.083
1.000	0.062	0.062	0.400	1.000	0.056	0.056	0.600	0.058	0.164	0.051

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
**LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
**CALECHEROS INGENIEROS DEL PERÚ**  
**CONSEJO DEPARTAMENTAL OCHO**  
**ING. LUIS ALBERTO GALARZA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222658

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R. JUN 186-2010-CENEPREDU

### 3.2.6 NIVELES DE VULNERABILIDAD

Corresponde a distinguir los niveles de vulnerabilidad: baja, media, alta y muy alta respecto a los rangos obtenidos en el proceso de análisis jerárquico. Conforme el análisis realizado, los niveles de vulnerabilidad se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 95** Niveles de Vulnerabilidad

Nivel de Vulnerabilidad	Rango		
Muy Alto	0.263	$< V \leq$	0.454
Alto	0.149	$< V \leq$	0.263
Medio	0.083	$< V \leq$	0.149
Bajo	0.051	$\leq V \leq$	0.083

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

### 3.2.7 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Se estratifica o zonifica la vulnerabilidad en 4 niveles: baja, media, alta y muy alta, según rangos obtenidos en el proceso de análisis jerárquico. Se desarrolla en el siguiente cuadro con interpretación del significado de cada nivel.

**Cuadro 96** Estratificación de la vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Estratificación	Rangos
Muy alto	El número de habitantes por vivienda es mayor a 4. El servicio de abastecimiento de agua es por fuente de agua natural sin tratamiento. No tiene servicio de alcantarillado/campo abierto y su fuente de alumbrado es mediante velas. No tiene conocimientos en temas de Gestión de Riesgo de Desastres. El predio se ubica dentro de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de madera. La actividad laboral se basa en la agricultura. El tipo de cobertura vegetal expuesta Matorral arbustivo. El tipo de riego es por seco.	$0.263 < V \leq 0.454$
Alto	El número de habitantes por vivienda es 4. El servicio de abastecimiento de agua es por medio de una fuente natural con tratamiento. El servicio de alcantarillado es por pozo ciego o negro y su fuente de alumbrado es a través de un mechero o lamparín. Ha escuchado sobre temas de Gestión de Riesgo de Desastres. El predio se ubica a 30 m de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de quincha/caña con barro. El material predominante en pisos es de madera. El material predominante en techos es Tejas. La actividad laboral se basa en la actividad pecuaria. El tipo de cobertura vegetal es Pajonal andino. El tipo de riego es por gravedad.	$0.149 < V \leq 0.263$
Medio	El número de habitantes por vivienda es 3. El servicio de abastecimiento de agua es por medio de un pilón de uso público. La red de alcantarillado se conecta a un pozo séptico y su fuente de alumbrado es a través de un generador eléctrico. Ha escuchado, pero no ha recibido capacitación en temas de Gestión de Riesgo de Desastres. El predio se ubica entre 30 a 60 m de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de adobe o tapia. El material predominante en techos es Madera. La actividad laboral es servicios. El tipo de cobertura vegetal es el área altoandina con	$0.083 < V \leq 0.149$

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

  
 CALLES ALVARADO DEL PERU  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22299

  
 ING. LUIS ABEL VIANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. I. N. N. 108-2010-CE-REPRELJ

Nivel de vulnerabilidad	Estratificación	Rangos
	escasa y sin vegetación. El tipo de riego es por aspersión.	
<b>Bajo</b>	El número de habitantes por vivienda es entre 2 a 1 habitante o sin habitantes. El servicio de abastecimiento de agua es por red pública dentro o fuera de la vivienda. El servicio de alcantarillado es por letrina/silo o por red pública dentro de la vivienda, y su fuente de alumbrado eléctrico es por red pública por horas o permanente. Si conoce y recibe capacitaciones esporádica o continuamente. El predio se ubica entre 60m a 100m o mayor a los 100m de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de piedra, sillar con cemento, ladrillo o bloque de cemento. El material predominante en techos es Planchas de calamina, fibra de cemento - similares o concreto armado. La actividad laboral es el comercio o actividades extractivas. El tipo de cobertura vegetal es agricultura andina o área urbana. El tipo de riego es por goteo o inundación.	<b><math>0.051 \leq V \leq 0.083</math></b>

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.2.8 MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE LA VULNERABILIDAD

En la siguiente figura se presenta la zonificación de la vulnerabilidad. Ver Mapa 13.

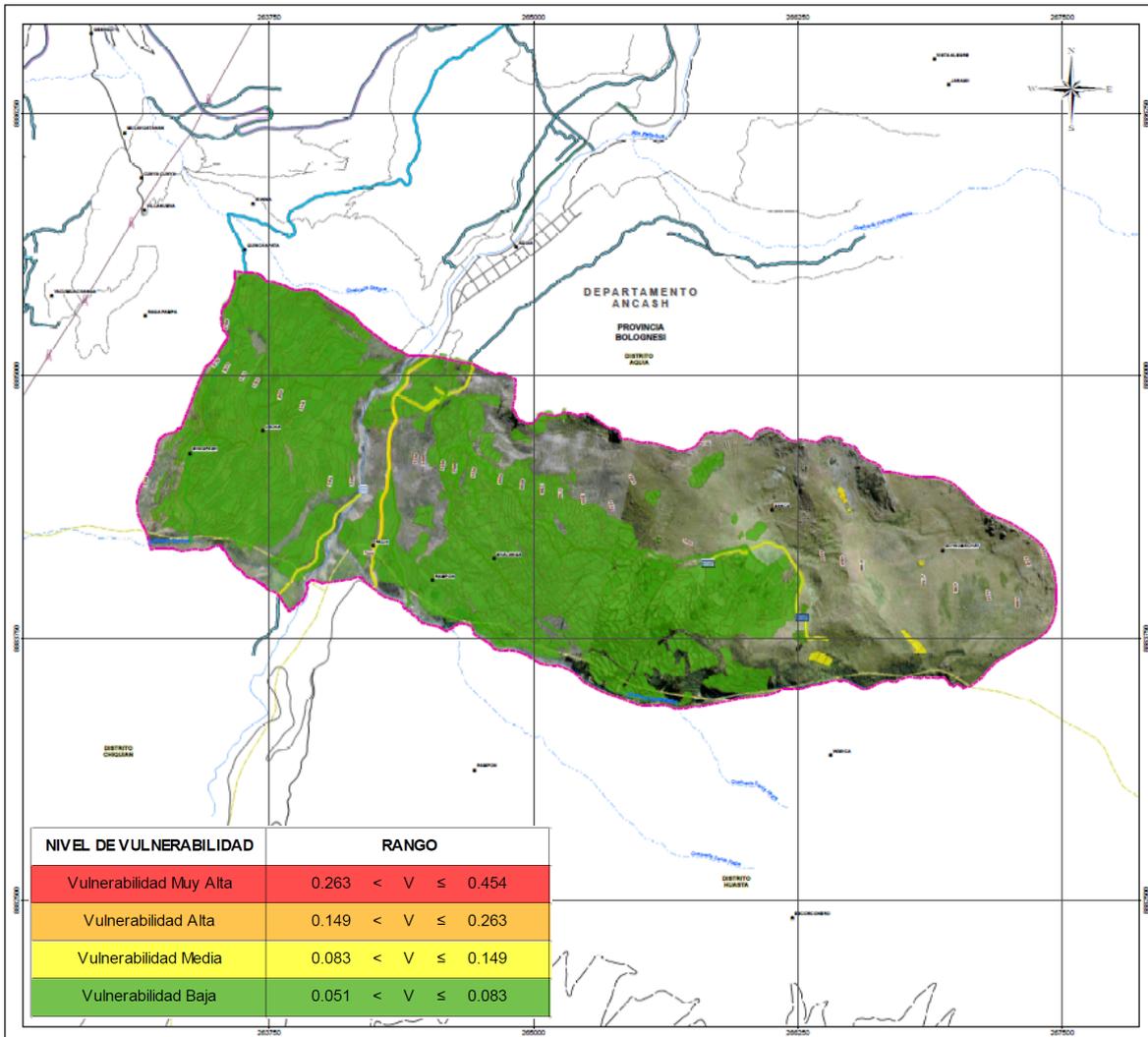
  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

  
**ING. Angel Alvaroz Becerra**  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 Reg. CIP N° 222658

  
**ING. LUISABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.N° 108-2010-CE-REPRELJ

Figura 35 Mapa de niveles de vulnerabilidad



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

**Luis Angel Alvarez Becerra**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 22258

**INGRID YANA GALZARZA**  
 INGENIERA CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 108-2010-CE/REPRELJ

### 3.3. CÁLCULO DEL RIESGO

#### 3.3.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO

Primero se identifica el peligro al que está expuesto el área de estudio, y su nivel de susceptibilidad frente a los fenómenos hidrometeorológicos, se analiza los parámetros condicionantes y desencadenantes del peligro por deslizamiento del suelo. Con este resultado se identifican los elementos expuestos al peligro, se analiza la vulnerabilidad del área de estudio en sus dimensiones social, económico y ambiental y en sus 3 componentes exposición, fragilidad y resiliencia. Posteriormente el resultado se cruza con el peligro y se calcula el nivel de riesgo del área de estudio.

El riesgo es la probabilidad de que la población y sus medios de vida, sufran daños o pérdidas debido al impacto de un peligro y a sus condiciones de vulnerabilidad.

$$R = f (P_i, V_e)$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

P<sub>i</sub> =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V<sub>e</sub> = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

#### 3.3.2 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DEL RIESGO

##### 3.3.2.1 MATRIZ DE RIESGO

La matriz de riesgos originado por deslizamiento obtenido para la zona de estudio es el siguiente:

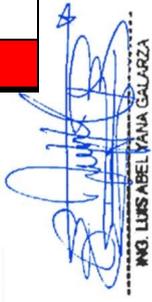
**Cuadro 97** Matriz de riesgo

MATRIZ DE RIESGO					
PMA	0.494	0.041	0.074	0.130	0.224
PA	0.256	0.021	0.038	0.067	0.116
PM	0.138	0.011	0.021	0.036	0.063
PB	0.074	0.006	0.011	0.019	0.034
		0.083	0.149	0.263	0.454
		VB	VM	VA	VMA

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
COLEGIO INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO REPRESENTATIVO  
ING. Luis Angel Alvarado Becerra  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
Reg. CIP N° 222658

  
ING. LISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 108-2010-CE/REPREDU

### 3.3.2.2 NIVELES DE RIESGO

Los niveles de riesgo por deslizamiento resultantes para el área de estudio se detallan a continuación:

**Cuadro 98** Niveles de Riesgo

Nivel de Riesgo	Rango		
Muy Alto	0.067	$< R \leq$	0.224
Alto	0.021	$< R \leq$	0.067
Medio	0.006	$< R \leq$	0.021
Bajo	0.002	$\leq R \leq$	0.006

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### 3.3.2.3 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

En el siguiente cuadro se muestran los niveles de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos siguiendo el proceso de análisis jerárquico.

**Cuadro 99** Estratificación del riesgo

Nivel de Riesgo	Estratificación	Rangos
<b>Riesgo Muy Alto</b>	<p>Depósitos coluvio-deluviales 1, no consolidados con clastos subredondeados a angulosos con matriz arenosa y limosa y rocas fracturadas de la Formación Chimú que se emplazan en zonas de ladera media y baja en la margen izquierda del río Pativilca cercanos a la carretera de acceso, geomorfológicamente esta zona corresponde a vertientes con depósitos de deslizamientos recientes evidenciados por saltos de escarpes, terracedos y desgarros en la vegetación de la ladera, este depósito esta adosado a montañas de roca sedimentaria, con pendientes moderadas a muy escarpadas, (<math>25^{\circ} \rightarrow 45^{\circ}</math>); donde los deslizamientos se pueden desencadenar por umbrales de precipitación mayores a 24 mm, en un tiempo de retorno de 100 años, Bajo estas condiciones se generaría desplazamientos del material coluvio-deluvial con indicios ya de movimientos lentos.</p> <p>El número de habitantes por vivienda es mayor a 4. El servicio de abastecimiento de agua es por fuente de agua natural sin tratamiento. No tiene servicio de alcantarillado/ campo abierto y su fuente de alumbrado es mediante velas. No tiene conocimientos en temas de Gestión de Riesgo de Desastres. El predio se ubica dentro de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de madera. La actividad laboral se basa en la agricultura. El tipo de cobertura vegetal expuesta Matorral arbustivo. El tipo de riego es por secoano.</p>	$0.067 < R \leq 0.224$
<b>Riesgo Alto</b>	<p>Se presenta en depósitos coluvio-deluviales 2, y rocas fracturadas de las formaciones Chimú (pequeñas zonas de afloramientos); geomorfológicamente esta zona corresponde a vertiente con depósito de deslizamiento reactivado y montañas de roca sedimentaria; con pendientes fuertes o escarpadas, (<math>25^{\circ} \leq P &lt; 45^{\circ}</math>); En la margen izquierda se evidencian en zonas de reactivación de deslizamientos, sin evidencias claras de actividad reciente y en la margen derecha circundantes a deslizamientos activos, interpretando que las masas de peligro muy Alto son la reactivación de una reactivación previa (ahora sin dinámica aparente) catalogada como zona de peligro Alto, también se observan en ambas márgenes del río Pativilca donde la dinámica fluvial ha generado laderas de socavamiento, así todas estas áreas pueden desencadenar en deslizamientos por precipitaciones pluviales <math>&gt; 24</math> mm, denominado extremadamente lluvioso, con periodo de retorno de 100 años generando movimientos de tipo rotacional, condicionados por cambios antrópicos en el terreno procesos de erosión y deforestación.</p>	$0.021 < R \leq 0.067$

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
Luis Angel Alvarado Becerra  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 100-2010CEHEPREDU

  
ING. LUISABEL VIANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 100-2010CEHEPREDU

Nivel de Riesgo	Estratificación	Rangos
	<p>El número de habitantes por vivienda es 4. El servicio de abastecimiento de agua es por medio de una fuente natural con tratamiento. El servicio de alcantarillado es por pozo ciego o negro y su fuente de alumbrado es a través de un mechero o lamparín. Ha escuchado sobre temas de Gestión de Riesgo de Desastres. El predio se ubica a 30 m de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de quincha/caña con barro. El material predominante en pisos es de madera. El material predominante en techos es Tejas. La actividad laboral se basa en la actividad pecuaria. El tipo de cobertura vegetal es Pajonal andino. El tipo de riego es por gravedad.</p>	
<b>Riesgo Medio</b>	<p>Se presentan en depósitos coluvio-deluviales 3, coluviales, afloramientos de rocas calizas, areniscas y lutitas de las Formaciones Santa, Carhuaz y Chimú geomorfológicamente estas zonas corresponden a las partes altas, medias y bajas de montañas en roca sedimentaria, con pendientes moderadas a fuertes (<math>15^{\circ} \leq P &lt; 45^{\circ}</math>); poco propensa a deslizamiento, zonas de caída de rocas, vertiente con depósito de deslizamientos antiguos con evidencias geomorfológicas erosionadas, y áreas de vertiente coluvio-deluvial con predominio de procesos erosionales antes que geodinámicos, en estas áreas los deslizamientos pueden ser desencadenados por precipitaciones pluviales <math>&gt; 24</math> mm, denominado extremadamente lluvioso, con periodo de retorno de 100 años.</p> <p>El número de habitantes por vivienda es 3. El servicio de abastecimiento de agua es por medio de un pilón de uso público. La red de alcantarillado se conecta a un pozo séptico y su fuente de alumbrado es a través de un generador eléctrico. Ha escuchado, pero no ha recibido capacitación en temas de Gestión de Riesgo de Desastres. El predio se ubica entre 30 a 60 m de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de adobe o tapia. El material predominante en techos es Madera. La actividad laboral es servicios. El tipo de cobertura vegetal es el área altoandina con escasa y sin vegetación. El tipo de riego es por aspersión.</p>	$0.006 < R \leq 0.021$
<b>Riesgo Bajo</b>	<p>Corresponden a sectores limitados en el área este del Aquia Cruz donde existen afloramientos de calizas de la Formación Carhuaz, con pendientes bajas, en el cauce del río Pativilca, y áreas de abanico proluvial también de pendientes bajas, en estas áreas la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos desencadenados por umbrales de precipitación <math>&gt; 24</math> mm, con tiempos de retorno de 100 años en poco probable pero por su cercanía a áreas de peligros medio, alto y bajo podrían ser afectados de manera colateral.</p> <p>El número de habitantes por vivienda es entre 2 a 1 habitante o sin habitantes. El servicio de abastecimiento de agua es por red pública dentro o fuera de la vivienda. El servicio de alcantarillado es por letrina/silo o por red pública dentro de la vivienda, y su fuente de alumbrado eléctrico es por red pública por horas o permanente. Si conoce y recibe capacitaciones esporádica o continuamente. El predio se ubica entre 60m a 100m o mayor a los 100m de la zona de deslizamiento. El material predominante en paredes es de piedra, sillar con cal cemento, ladrillo o bloque de cemento. El material predominante en techos es Planchas de calamina, fibra de cemento - similares o concreto armado. La actividad laboral es el comercio o actividades extractivas. El tipo de cobertura vegetal es agricultura andina o área urbana. El tipo de riego es por goteo o inundación.</p>	$0.002 < R \leq 0.006$

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



CALENIA INGENIEROS DEL PERU  
ONGE - ORGANISMO NACIONAL QUISO  
ING. LUIS ANGEL ALVAREZ BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N. N. 108-2010-CE-NE-PREDU



ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N. N. 108-2010-CE-NE-PREDU

### 3.3.2.4 SÍNTESIS DEL RIESGO

Para el sector Aquia Cruz no se identificaron viviendas ni en infraestructuras como colegios, centros de salud u otros en un riesgo alto o muy alto.

#### Áreas agrícolas, forestales y corrales e infraestructuras asociadas a las actividades agrícolas

Se estima que 4.41 ha de áreas agrícolas y 0.45 km de canal de riego podrían verse afectados por encontrarse en un nivel de riesgo alto frente al peligro por deslizamiento.

**Cuadro 100** Áreas agrícolas en zonas de riesgo por peligro de deslizamiento

Sector / Localidad	Infraestructura	Nivel de Riesgo	Área aproximada del terreno (Ha)
Sector Aquia Cruz	Área agrícola	Alto	4.41

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 101** Canal de riego en zonas de riesgo por peligro de deslizamiento

Infraestructura	Nivel de Riesgo	Longitud total aproximada (km)
Canal	Alto	0.45

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

#### Infraestructuras asociadas a las vías de comunicación

Dentro de las infraestructuras asociadas a las vías de comunicación se tiene 0.31 km de vía asfaltada y 0.64 km de cunetas, que podrían verse afectadas por un riesgo alto por deslizamiento.

**Cuadro 102** Red vial en zonas de riesgo por peligro de deslizamiento

Sector / Localidad	Red vial	Código de ruta	Nivel de Riesgo	Longitud aproximada
				km
Sector Aquia Cruz	Asfaltado	Ruta Nacional. Dentro del sector Aquia Cruz entre la ruta PE-3N y PE-3NE	Alto	0.31

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Cuadro 103** Cunetas en zonas de riesgo por peligro por deslizamiento

Localidad	Infraestructura	Longitud expuesta a riesgo (Km)	
		Muy Alto	Alto
Sector Aquia Cruz	Cuneta	0.16	0.48

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

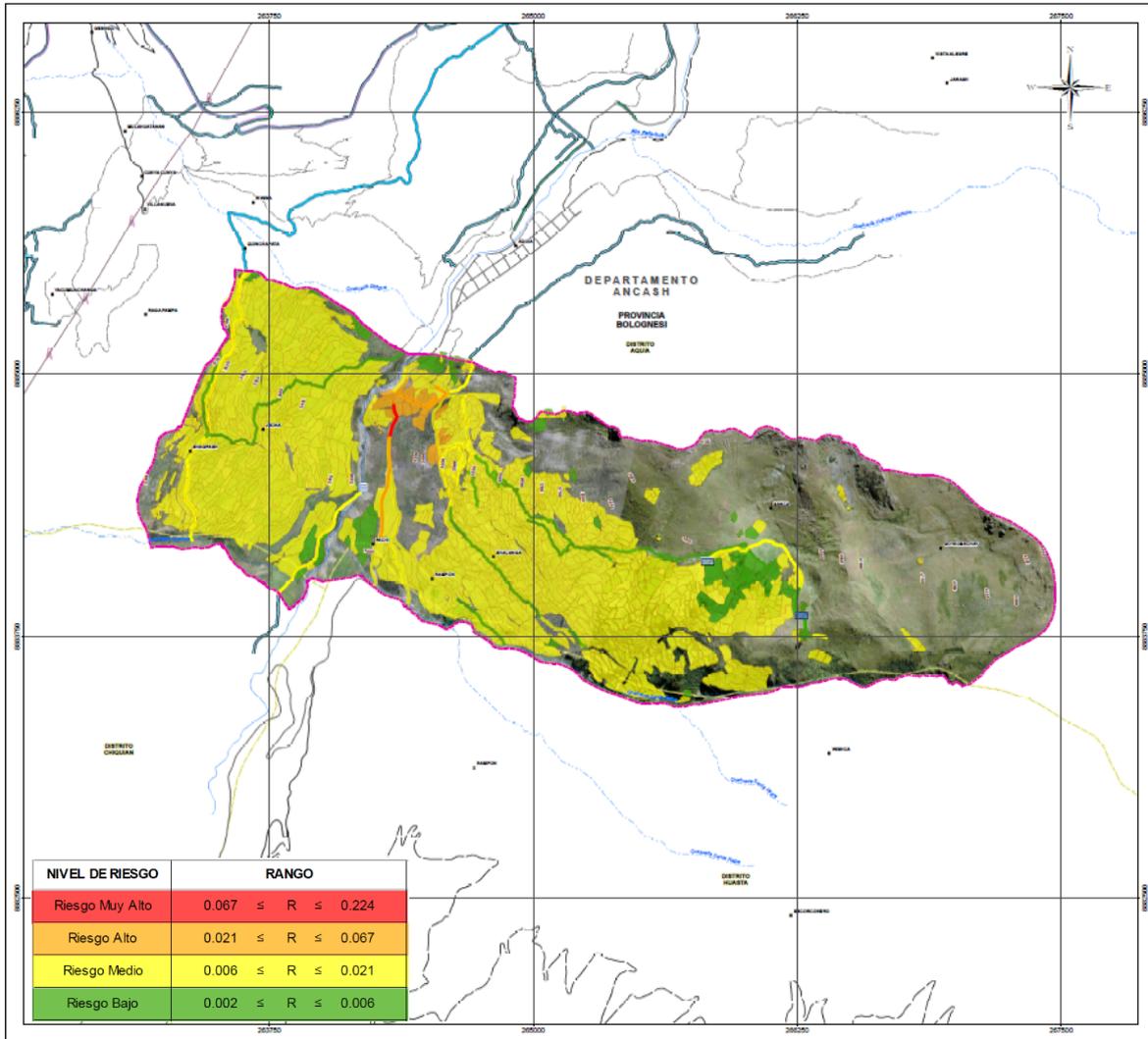
  
 CALEGORIAS INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO REGISTRACIONAL QUINCE  
 Ing. Luis Angel Alvarado Becerra  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 22299

  
 ING. LUISABEL VANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J. N° 108-2010-CE-REPRELU

### 3.3.2.5 MAPA DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO

En la siguiente figura se presenta el mapa de niveles de riesgo por el peligro de deslizamiento para el área de estudio. Ver detalle en el Mapa 14.

**Figura 36** Mapa de niveles de riesgo por peligro de deslizamiento



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR MARINA SUELTO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

**Luis Angel Alvarado Becerra**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 222858

**INGRID YANA GALZARZA**  
 INGENIERA CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. U. N.° 108-2010-CE-REPREL/DJ

### 3.3.3 CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVA Y CUANTITATIVA)

Los efectos probables pueden incluir desde la pérdida de vidas y el deterioro de la salud humana hasta la pérdida de medios de vida, así como la destrucción total o parcial de activos físicos. También podrían verse afectados o paralizados los servicios vitales, experimentarse cambios temporales o permanentes en los flujos económicos, la pérdida de patrimonio cultural, el daño al hábitat y la pérdida de servicios ecosistémicos, entre otros. Además, pueden surgir gastos considerables para atender las emergencias, así como para la rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas.

Para los cálculos económicos se consideró principalmente los conceptos y metodología de estimación de efectos probables en la dimensión social, económica y ambiental indicados en la “Guía para la Evaluación de los Efectos Probables frente al Impacto del Peligro originado por Fenómenos Naturales” y en el “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión”, publicado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Los cálculos de los costos se basaron principalmente en los precios unitarios de edificación que el brinda Ministerio de Vivienda, costos de proyectos de inversión pública e información secundaria de costos de zonas similares al área de estudio.

Es importante mencionar que el presente acápite se ha elaborado tomando en cuenta la información contenida en los siguientes capítulos: Descripción del Medio Físico, Biológico y Socioeconómico; Inventario de Elementos Expuestos; Evaluación del Riesgo; y Evaluación de Impactos. Finalmente, es necesario tener en cuenta que las estimaciones realizadas de los valores monetarios, que podrían resultar de esta evaluación, no representan una compensación. Más bien, constituyen una proyección sobre los posibles impactos sociales, económicos y ambientales que podrían ocurrir ante efectos de inundaciones y deslizamientos naturales.

#### 3.3.3.1 MARCO CONCEPTUAL

Para la aplicación de la metodología de las estimaciones económicas de los daños y pérdidas probables de infraestructura, se deben considerar las siguientes definiciones descritas por el CENEPRED:

**Efectos Probables:** estimación de daños y pérdidas, costos adicionales atribuibles a la atención de la respuesta, costos de rehabilitación, y los costos de reconstrucción que ocasionaría el impacto del peligro en una determinada zona de riesgo (Guía para la evaluación de los efectos probables frente al impacto del peligro originado por fenómenos naturales –CENEPRED).

**Pérdida Probable** Se refiere a la valorización de la pérdida de ingresos que se dejarían de percibir debido a la paralización en la producción de bienes y prestación de servicios que ocasionaría el impacto del peligro.

**Daño Probable** Se refiere a la destrucción total o parcial de las edificaciones e infraestructuras, equipamiento, maquinaria y existencias, que ocasionaría el impacto del peligro. El valor del daño se expresa en términos de costos de reposición, costos de reparación y/o costos de reemplazo con las mismas características actuales.

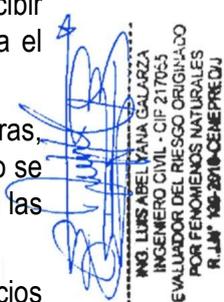
**Costos Adicionales Probable:** Se refiere a la valoración de las adquisiciones de bienes y servicios para la atención de la emergencia que ocasionaría el impacto del peligro.

**Costos de Rehabilitación Probable:** Se refiere a la valorización de los costos de restablecimiento de los servicios públicos, e infraestructura pública, costos para la continuidad de servicios, y los atribuibles a la normalización progresiva de los medios de vida, que ocasionaría el impacto del peligro.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

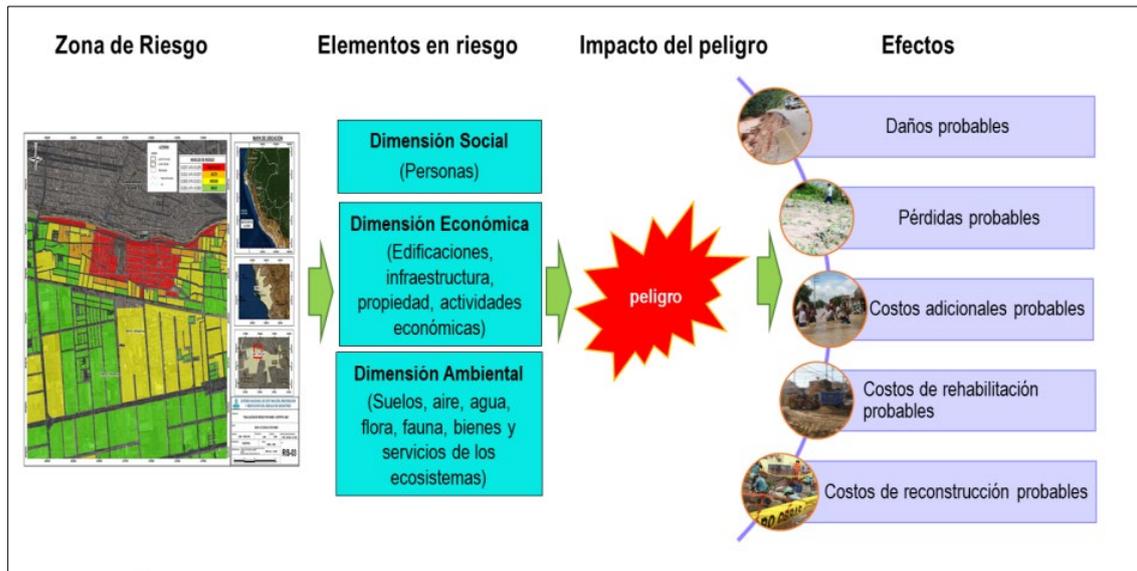
  
CALENDA INGENIEROS DEL PERU  
INGENIERIA CIVIL  
ING. LUIS ANGEL ALVARADO BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 222998

  
ING. INGRID YANA GALARZA  
INGENIERA CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 108-2010-CENEPRED/J

**Costos de Reconstrucción Probable:** Se refiere a la valorización de los costos de reconstrucción de las edificaciones e infraestructuras que ocasionaría el impacto del peligro, incorporando otras características a estas nuevas construcciones para garantizar la resistencia ante eventos futuros.

**Daño Ambiental:** todo menoscabo material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes, que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales (Ley N° 28611, Ley General del Ambiente).

**Figura 37** Efecto que ocasionaría el impacto del peligro



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Lucro Cesante:** es la ganancia neta que deja de percibir el afectado por efecto del daño. Con relación al daño ambiental, este daño patrimonial consiste en la pérdida de una ganancia legítima o de utilidad —económica o no— que se deja de obtener por la afectación al medio ambiente generada por el daño.

**Ecosistema:** Es el complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (Artículo 2° del Convenio sobre la Diversidad Biológica)

**Servicios ecosistémicos:** son definidos como los beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, tales como la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros (Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos). Los servicios ecosistémicos se clasifican en cuatro categorías según el tipo de servicio que proveen, esta clasificación se muestra en el siguiente cuadro.

*[Firma]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Firma]*  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

*[Firma]*  
CALEGOS INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO NACIONAL QUE  
ING. Luis Angel Alvarez Becerra  
INGENIERO CIVIL - CIP 222658  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. 108-2010-CE-NEPRELU

*[Firma]*  
ING. LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. 108-2010-CE-NEPRELU

**Cuadro 104** Clasificación de los servicios ecosistémicos según tipo de valor

Tipo de Servicio Ecosistémicos	Ejemplos de Servicios ecosistémicos	Valores comprendidos en el Valor Económico Total (VET)
<b>Servicios de provisión:</b> Son los beneficios que las personas obtienen directamente de los bienes y servicios de los ecosistemas, tales como alimentos, agua fresca, materias primas, recursos genéticos, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimento</li> <li>- Fibra</li> <li>- Recursos genéticos</li> <li>- Combustibles</li> <li>- Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos</li> <li>- Agua</li> </ul>	- Valor de Uso (directo)
<b>Servicios de regulación:</b> Son los beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas, tales como regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la erosión, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulación de la calidad del aire</li> <li>- Regulación del clima</li> <li>- Regulación del agua</li> <li>- Regulación de la erosión</li> <li>- Purificación del agua y tratamiento de aguas de desecho</li> <li>- Regulación de enfermedades</li> <li>- Regulación de plagas</li> <li>- Polinización</li> <li>- Regulación de riesgos naturales</li> </ul>	- Valor de Uso (Indirecto)
<b>Servicios culturales:</b> Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como la belleza escénica, recreación y turismo, la inspiración para la cultura, el arte y el diseño, experiencia espiritual y la información para el desarrollo del conocimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valores espirituales y religiosos</li> <li>- Valores estéticos</li> <li>- Recreación y ecoturismo</li> </ul>	- Valor de Uso (indirecto) y de No Uso
<b>Servicios de soporte:</b> Agrupa los servicios necesarios para producir otros servicios ecosistémicos, tales como el ciclo de nutrientes, formación de suelos y producción primaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ciclo de los nutrientes</li> <li>- Formación del suelo</li> <li>- Producción primaria</li> </ul>	- Valor de Uso (indirecto)

Fuente: MINAM. Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural, Ministerio del Ambiente 2014.  
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 88066

### 3.3.3.2 CÁLCULO DE LOS EFECTOS PROBABLES

El impacto de un peligro puede ocasionar efectos significativos en los sectores social, económico y ambiental de un área geográfica específica. Estos efectos incluyen, por ejemplo, daños a la población y sus medios de vida, la destrucción total o parcial de activos físicos, la afectación y/o paralización de servicios vitales, y cambios temporales en los flujos económicos. También se deben considerar los gastos necesarios para la atención de emergencias, así como las necesidades relacionadas con la rehabilitación y reconstrucción posteriores al evento.

  
ING. Angel Alvaroz Becerra  
INGENIERO GEOLÓGICO  
Reg. CIP 222858

### 3.3.3.3 EFECTOS PROBABLES EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

El impacto de un desastre natural puede tener efectos significativos en la dimensión social de un territorio. Entre estos efectos se incluyen daños a la población, que podrían implicar la pérdida de vidas humanas y/o un aumento en el número de personas afectadas. Sin embargo, es importante mencionar que en el sector Aquia Cruz no se ha identificado población residencial en zonas de alto o muy alto riesgo. Esto se aplica tanto a las viviendas como a sus habitantes.

  
ING. LUISBEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. IAN 100-2010-CE-REPRE-DJ

Además, usualmente se esperarían cambios temporales en los flujos económicos, incluyendo la paralización de ingresos de la Población Económicamente Activa (PEA) y pérdidas en los negocios locales. No obstante, dado que no hay población en el área de estudio que pueda verse afectada,

estos cambios probablemente no ocurrirán. Esta sección se enfoca en desarrollar un análisis sobre los daños probables y la población que podría verse afectada, así como en evaluar las posibles pérdidas de ingresos, en el contexto de un posible deslizamiento natural en la zona evaluada.

## A. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS Y PÉRDIDAS PROBABLES EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

### A.1 DAÑOS PROBABLES

En el área evaluada, que incluye el sector Aquia Cruz, se han identificado zonas expuestas al riesgo natural de deslizamiento. La caracterización socioeconómica del sector revela que no hay un registro exacto de la cantidad de hogares o viviendas existentes. Sin embargo, un análisis geoespacial ha permitido identificar varias viviendas dispersas, aunque su estado de ocupación actual es desconocido.

Para estimar la población potencialmente afectada, incluyendo el número probable de pérdidas de vidas y damnificados, se ha evaluado si existen viviendas de uso permanente en áreas de alto o muy alto riesgo. Además, se ha examinado la presencia de otras infraestructuras, tanto públicas como privadas, donde se brinden o reciban servicios, ya que sus ocupantes también serían considerados parte de la población en riesgo.

Los resultados del análisis geoespacial indican que, de las 13 viviendas identificadas en el sector Aquia Cruz de manera dispersa conformando las estancias, ninguna se encuentra en áreas de riesgo. Asimismo, no se han detectado infraestructuras de tipo público, privado o comunal en zonas de alto o muy alto riesgo.

Por lo tanto, al no haber viviendas ni infraestructuras en zonas de riesgo, se estima que el número de personas afectadas, incluyendo la posibilidad de pérdida de vidas, es cercano a cero

### A.2 PÉRDIDAS PROBABLES

Las pérdidas económicas probables que enfrentaría una población afectada se deberían a la interrupción o cancelación de sus actividades económicas, como consecuencia del impacto de un peligro. Para estimar estas pérdidas, generalmente se considera la siguiente metodología basada en la población con alta probabilidad de sufrir daños:

- i) Número de Población Económicamente Activa Ocupada (PEA): Se identificará el número de personas de la PEA involucrada Ingresos promedios mensuales según tipo de actividad, y
- ii) Ingresos Promedios Mensuales por tipo de Actividad: Se calcularán los ingresos promedio mensuales de la PEA. Esto incluye también a los ingresos promedios mensuales de los negocios locales.
- iii) Periodo Estimado de Paralización de la Actividad: Se estimará el tiempo durante el cual las actividades económicas estarían detenidas.

Estos factores son fundamentales para evaluar de manera integral las pérdidas económicas potenciales. Sin embargo, en el sector Aquia Cruz, no se ha identificado población en condición de riesgo alto o muy alto ante deslizamientos naturales. Por lo tanto, se puede anticipar que los costos asociados a la reposición de ingresos económicos serían mínimos o inexistentes.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



CALENDA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGULADOR NACIONAL  
ING. LUIS ÁNGEL ALVARADO BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 222658



ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. UN. 108-2010-CE/REPREL/DJ

### 3.3.3.4 EFECTOS PROBABLES EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

El impacto de un peligro puede generar una variedad de efectos en la zona de riesgo, afectando tanto a la población como a la economía local. En este apartado, se enfoca en cuantificar los posibles eventos de riesgo asociados con la dimensión económica. Esto incluye la identificación de las potenciales pérdidas y daños materiales tanto en activos privados como públicos, así como la posible interrupción o cese de servicios básicos. Estas cuantificaciones son cruciales para estimar las interrupciones en las actividades económicas, los cambios temporales en los flujos económicos y los gastos necesarios para la atención de emergencias. Además, estos datos son fundamentales para planificar las acciones de rehabilitación, reconstrucción y reposición tras el evento.

## A. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS Y PÉRDIDAS PROBABLES EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

### A.1 DAÑO PROBABLE

El siguiente procedimiento técnico está diseñado para calcular de manera aproximada el valor económico del daño probable a edificaciones, infraestructuras, equipamiento, maquinaria y existencias identificadas dentro de las zonas de riesgo ante un desplazamiento natural en el sector Aquia Cruz. Es importante destacar que los costos calculados son estimaciones que brindan una perspectiva monetaria sobre el costo de reemplazo de los daños ocasionados. Sin embargo, estos cálculos no deben interpretarse como una compensación económica exacta o el costo real de reparación de los daños.

### EDIFICACIONES

Para calcular el valor probable del daño a las edificaciones, se estima el costo de reposición y reparación para aquellas con probabilidad de sufrir daños, ya sean de destrucción total, parcial o daños menores, como resultado del impacto del peligro. Esto incluye viviendas, edificios públicos, instituciones educativas, establecimientos de salud, edificaciones culturales, establecimientos públicos, así como edificaciones privadas de comercios, servicios, manufacturas, turismo, agricultura, agroindustria, entre otros.

Para realizar la estimación del costo de reposición probable de la edificación, resulta del producto del metraje total de área construida de la edificación, por el costo promedio por metro cuadrado con las mismas características actuales (tipo, estado de conservación, material de construcción, antigüedad de construcción), por el factor de pérdida, y por el número de edificaciones con probabilidad de daño. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de reposición probable total} = (A * B * C) * D$$

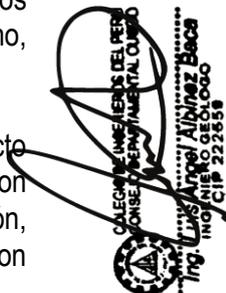
Donde:

- A: Área aproximada construida (m<sup>2</sup>)
- B: Costos promedio de construcción por metro cuadrado
- C: Factor de pérdida
- D: Número de edificaciones con probabilidad de daño

Considerando que no se han identificado viviendas, ni edificaciones públicas o comunales en zonas de alto y muy alto riesgo, se puede estimar que los costos de reposición para estas estructuras serían cercanos a cero.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
CALECEROS INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGULADOR NACIONAL  
ING. LUIS ANGEL ALVAROZ BECERRA  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
Reg. CIP N° 222998

  
ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N. N. 108-2010-CE-REPRELJ

## INFRAESTRUCTURA

El valor del daño probable de infraestructura consiste en estimar el costo de reposición y reparación de la infraestructura física con probabilidad de sufrir daño de destrucción total o parcial, o daños menores a consecuencia del impacto de peligro, tales como infraestructura de transporte, energía, saneamiento, así como la infraestructura agrícola, y pecuaria, espacios públicos. El costo de reposición y reparación de la infraestructura física se estima con las mismas características que prevalecen actualmente, se usa las mismas normas de construcción que estaban vigentes al momento de la construcción de la edificación. En el cuadro siguiente se presenta los diferentes espacios públicos y comunales con posibilidad de daño dentro del sector Aquia Cruz, para una mejor cuantificación y visualización de los costos que se han separado en diferentes tipos de infraestructura.

Para realizar la estimación del costo de reposición probable de la edificación, resulta del producto del metraje total de área construida de la edificación por el costo promedio por metro cuadrado con las mismas características actuales (tipo, estado de conservación, material de construcción, antigüedad de construcción), por el factor de pérdida, y por el número de edificaciones con probabilidad de daño, se utiliza la siguiente fórmula:

Costo de reposición probable total = (A\*B \*C) \* D

Donde:

- A: Área aproximada construida (m2)
- B: Costos promedio de construcción por metro cuadrado
- C: Factor de pérdida
- D: Número de edificaciones con probabilidad de daño

Para el área de construcción de cada infraestructura se considerarán las características actuales de las edificaciones identificadas en la visita de campo efectuadas, mediante reporte fotográfico y ortofotos trabajados. Mientras para el costo promedio por metro cuadrado, se tomaran en cuenta las características y valores determinados en la normativa de edificaciones; como los "Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva", vigentes para el Ejercicio Fiscal 2023, con Resolución Ministerial N° 309-2022-VIVIENDA del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2022), costos unitarios de proyectos de inversión pública registrados en el banco del Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), los costos promedio se obtuvieron del informe del proyecto "Construcción de reservorio, captación de agua, línea de conducción y conexiones domiciliarias de agua potable; en el(la) sistema de saneamiento básico del caserío de Chuyo, distrito de San Marcos, provincia Huari, departamento Áncash-2023" - Ministerio de Economía y Finanzas; y costos locales recogidos en el trabajo de campo.

### Infraestructura de transporte

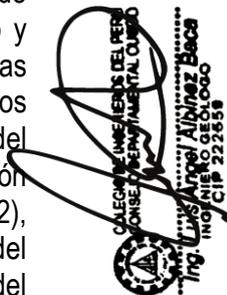
Dentro del sector Aquia Cruz, se han identificado vías asfaltadas en condición de riesgo alto ante un potencial desplazamiento natural. La vía es parte del empalme de la Longitudinal de la Sierra Norte (PE-3NE variante), que sigue la ruta Emp. PE-3N (Dv. Aquia)-Mojón- Emp. PE-3N, interconectando Chiquián, Aquia, Pacarenca y Racrachaca. Esta vía forma parte de los ramales de la Red Vial Nacional, fue inaugurada en el año 1960 y actualmente cuenta con asfaltado básico y un solo carril.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



CALEGOS INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL CALGOS  
Ing. Luis Angel Alvarado Becerra  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
REG. N° 222858



ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N. N° 148-2010-CE-REPRELU

Su área expuesta es de 2,073.42 m<sup>2</sup>, con un ancho de 6.6 metros y una longitud de 314.15 metros lineales. Tomando en cuenta el valor referencial de los precios promedio por metro cuadrado de estas infraestructuras viales, que es de S/.175.34 soles<sup>4</sup>, y considerando que el porcentaje de la pérdida de las infraestructuras de riesgo alto asciende a 60%, se estima que el costo total probable de reposición de la vía ascendería a S/.218,131.70 soles.

**Cuadro 105** Costo de reposición probable de infraestructura de transporte (Nivel de riesgo alto)

Sector / Localidad	Infraestructura	Ancho	Longitud (m)	Área expuesta (m <sup>2</sup> )	Costo promedio (m <sup>2</sup> ) (*)	Factor de pérdida	Costo total (Soles)
Aquia Cruz	Asfaltado	6.6	314.15	2,073.42	S/.175.34	0.60	S/.218,131.70
<b>TOTAL</b>							<b>S/.218,131.70</b>

(\*) Los costos promedio fueron obtenidos de los "Valores unitarios a costo directo de algunas obras complementarias e instalaciones fijas y permanentes para la sierra al 31 de octubre de 2022" - Resolución Ministerial N° 309-2022-Vivienda.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### Infraestructura hídrica

Se han identificado infraestructuras hídricas ubicadas al sur del Pueblo de Aquia que están en condición de riesgo alto ante un desplazamiento natural. Estas infraestructuras están situadas principalmente en torno al segmento de la carretera que interconecta Chiquián, Aquia, Pacarenca y Racrachaca (Emp PE-3N), que pasa por el sector Aquia Cruz.

Las infraestructuras hídricas en riesgo alto incluyen canales de riego, predominantemente hechos de zanja de tierra, con un área expuesta total de 452.37 m<sup>2</sup>; y cunetas de concreto, cuya área expuesta suma 478.11 m<sup>2</sup>.

Con base en los valores referenciales por metro cuadrado de S/.1,683.97 soles<sup>5</sup> y considerando que el factor de pérdida para las infraestructuras en condición de riesgo alto es del 60%, se estima que el costo total probable de reposición de estas infraestructuras viales ascendería aproximadamente a S/. 940,136.95 soles, tal como se presenta en el siguiente cuadro:

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
CESAR ALVAREZ BECA  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
REG. CIP 22299

  
INGRID YANA GALARZA  
INGENIERA CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 188-2018-CE-NEPREL/D

<sup>4</sup> Se estimó un valor referencial por metro cuadrado para los materiales de la vía basándose en el informe (\*) Los costos promedio fueron obtenidos de los "Valores unitarios a costo directo de algunas obras complementarias e instalaciones fijas y permanentes para la sierra al 31 de octubre de 2022" - Resolución Ministerial N° 309-2022-Vivienda.

<sup>5</sup> Se estimó un valor referencial por metro cuadrado para los materiales predominantes de las infraestructuras en cuestión, basándose en el informe: "Construcción de canal de riego, obras de arte y sistema de drenaje; en el(la) sistema de riego del valle San Rafael distrito de Casma, provincia Casma, departamento Áncash-2022" - Ministerio de Economía y Finanzas.

**Cuadro 106** Costo de reposición probable de infraestructuras hídrica (Nivel de riesgo alto)

Sector / Localidad	Infraestructura	Material predominante	Área expuesta (m)	Costo promedio (m) (*) (**)	Factor de pérdida	Costo total (Soles)
Aquia Cruz	Canal de riego	Zanja de tierra	452.37	S/.1,683.97	0.60	S/.457,062.85
	Cuneta	Concreto	478.11	S/.1,683.97	0.60	S/.483,074.09
<b>TOTAL</b>						<b>S/.940,136.95</b>

(\*) Los costos promedio del canal se obtuvieron del informe del proyecto "Construcción de canal de riego, obras de arte y sistema de drenaje; en el(la) sistema de riego del valle San Rafael distrito de Casma, provincia Casma, departamento Áncash-2022" - Ministerio de Economía y Finanzas.

(\*\*) Para actualizar los precios al 2023 se consideró el IPC de la región de 7.26%.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023. 2023

Además, se han identificado que en el sector Aquia Cruz existen infraestructuras hídricas que enfrentan un riesgo muy alto ante un desplazamiento natural. Estas estructuras son cunetas de concreto con un área expuesta de 161.29 m<sup>2</sup>, situadas de manera paralela al segmento de la carretera Chiquián-Aquia-Pacarenca-Racrachaca, que pasa por el sector.

Siguiendo los criterios previamente establecidos para la estimación de costos, se proyecta que el costo probable de reposición para estas infraestructuras hídricas en condición de riesgo muy alto sería aproximadamente de S/.217,289.76 soles. Los detalles específicos de esta estimación se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 107** Costo de reposición probable de infraestructura hídrica (Nivel de riesgo muy alto)

Sector / Localidad	Infraestructura	Material predominante	Área expuesta (M)	Costo promedio (M) (*) (**)	Factor de pérdida	Costo total (Soles)
Aquia Cruz	Cuneta	Concreto	161.29	S/.1,683.97	0.80	S/.217,289.76
<b>TOTAL</b>						<b>S/.217,289.76</b>

(\*) Los costos promedio de la antena y torre se obtuvieron del informe del proyecto "Construcción de canal de riego, obras de arte y sistema de drenaje; en el(la) sistema de riego del valle San Rafael distrito de Casma, provincia Casma, departamento Áncash-2022" - Ministerio de Economía y Finanzas.

(\*\*) Para actualizar los precios al 2023 se consideró el IPC de la región de 7.26%.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023. 2023

**PROPIEDAD**

Mobiliario, Equipamiento, y Maquinaria

Normalmente, se calculan los costos de reposición probable para el mobiliario, equipamiento y maquinaria ubicados dentro de infraestructuras públicas o comunitarias, tales como instituciones educativas, iglesias y locales comunales. Sin embargo, de acuerdo con el análisis geoespacial realizado, ninguna de estas infraestructuras del área de estudio se encuentra en una condición de riesgo alto o muy alto ante un posible impacto por desplazamiento natural. Por lo tanto, no se identifican mobiliarios o equipos que requieran una cuantificación monetaria para su reposición.

*[Firma]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Firma]*  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

*[Firma]*  
ALEXANDER DEL PER  
INGENIERO CIVIL  
ING. LUIS ANGELO ALVAREZ BECA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22299

*[Firma]*  
ING. LUIS BEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.N. 100-2010-CE-REPREL-DJ

## EXISTENCIAS

Para estimar los daños a los productos cosechados que ocasionaría el impacto del peligro, se utiliza el siguiente procedimiento:

$$\text{Costo de reposición de productos cosechados} = (A*B) * C$$

Donde:

A = Número de productos que podrían verse afectados (Kg o unidad /hectárea), según tipo

B = Cantidad de bienes, según tipo

## Agropecuario

Se han identificado que en el sector Aquia Cruz existen zonas agrícolas en alto riesgo ante un posible desplazamiento natural. Estas áreas abarcan aproximadamente 4.41 ha. Para estimar un costo aproximado de la reposición de estas zonas, es necesario considerar la información sobre la actividad agrícola en el Pueblo de Aquia, donde residen quienes hacen actividad agropecuaria en Aquia Cruz.

En el Pueblo de Aquia, la agricultura es la principal actividad económica, representando al 37.5% de la PEA. Del total de la superficie de las parcelas, el 19.4% se dedica a cultivos de campaña y el 24.9% a cultivos permanentes, sumando 44.3% la superficie destinada a la agricultura. De las parcelas analizadas, 55.9% utilizan riego por aspersión, 32.4% se riegan por inundación, y 14.7% por gravedad, siendo estos los sistemas de riego predominantes. Además, la papa es el producto más sembrado en la localidad por número de familias productoras, aunque en relación con la superficie sembrada, el cultivo de alfalfa para ganado es el principal, representando el 50.5% de la superficie sembrada, mientras que la papa es el segundo, cubriendo 31.4% de la superficie sembrada.

Para la estimación de la reposición de las 4.41 ha en alto riesgo, se han considerado diversas variables basadas en las características mencionadas de la actividad agrícola en el Pueblo de Aquia. Por ejemplo, se tomó la papa como cultivo de referencia y se eligió el riego por gravedad como el sistema de riego de la superficie afectada. El rendimiento de la papa es de aproximadamente 13,300 kg/ha. Se consideró que el precio promedio de la papa, según la LBS, es de S/.2.31 soles por kilo. Además, se ha tenido en cuenta que el factor de pérdida para existencias en condición de alto riesgo es del 60%.

Basándose en esta información, se proyecta que el costo total aproximado para la reposición de las 4.41 ha en condición de alto riesgo, ante un eventual desplazamiento natural, sería de S/.81,380.07 soles.

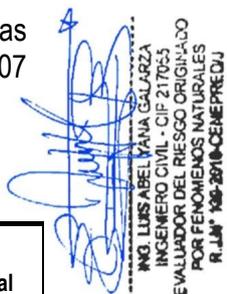
**Cuadro 108** Costos de reposición agropecuaria (Nivel de riesgo alto)

Sector / Localidad	Tipo de área	Especie	Tipo de riego	Área del terreno (Ha)	Factor de pérdida	Rendimiento x Ha (Kg.) (*)	Precio promedio (Soles/Kg) (**)	Costo total (Soles)
Aquia Cruz	Área agrícola	Papa	Riego por gravedad	4.41	0.60	13,300.00	2.31	S/.81,380.07

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
Luis Angel Alvarez Becerra  
INGENIERO EN SISTEMAS DE RIESGO  
Reg. CIP N° 22299

  
Luis Abel Yana Galarza  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
Reg. N.º 108-2010-CE/REPRELU

<b>TOTAL</b>	<b>S/81,380.07</b>
--------------	--------------------

(\*) El rendimiento de la papa se obtuvieron de la "Ficha técnica: papa" - Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

(\*\*) El precio promedio se obtuvo de la caracterización de la Línea Base Social del Pueblo de Aquia.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

### Costos adicionales

Finalmente, en este tipo de estudios se consideran costos adicionales probables por los siguientes conceptos, basados en el número de hogares y población damnificada:

- Costos de Adquisición de Carpas Temporales: Estos costos están destinados a proporcionar refugio inmediato y temporal a las familias damnificadas.
- Costo de la Adquisición de Módulos de Vivienda: Estos módulos incluyen los costos asociados con la provisión de servicios básicos como agua, letrinas y energía eléctrica.
- Gastos de Atención de Emergencia: Esto incluye todo tipo de asistencia necesaria para los hogares damnificados durante el tiempo que dure la emergencia.

La cantidad de bienes y servicios que se otorgarían en caso de un desplazamiento se estima en base a la cantidad de personas y viviendas expuestas, es decir, aquellas que se encuentran en condición de riesgo alto o muy alto.

En el caso del sector Aquia Cruz, sin embargo, no se ha identificado núcleo poblacional asentado, por lo que es probable que no se generen costos adicionales.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
CALENTE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGULADOR NACIONAL  
ING. Luis Ángel Alvaréz Becerra  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
Reg. CIP 222658

  
ING. INGRID YANA GALZARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 108-2010CE/REPREDU

### 3.3.3.5 EFECTOS PROBABLES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Los elementos en riesgo de la dimensión ambiental lo conforman los acervos del capital natural tales como: Suelo, agua, aire, flora y fauna silvestre, así como los bienes y servicios que proporcionan estos acervos ubicados en los ecosistemas. Los ecosistemas más grandes y extensos son los agrícolas, los forestales y los costeros, las praderas y las pasturas, las sábanas, los montes y los matorrales. Cada uno de estos espacios medioambientales comprende, a su vez, diferentes ecosistemas menores.

#### A. ESTIMACIÓN DE LOS DAÑOS EN LOS SUELOS

El principal daño en la dimensión ambiental, asociado a las zonas de peligro de nivel alto y muy alto, está vinculado al suelo, debido a la pérdida de cobertura vegetal y erosión de suelos. Como se analizó previamente, estas zonas están asociadas con áreas de actividad productiva agrícola. Por lo tanto, siendo conservadores y para evitar una doble contabilidad, se tomarán en cuenta las cuantificaciones previas relacionadas con la actividad agrícola como parte del daño en la dimensión ambiental.

Normalmente, a estos cálculos se sumaría la erosión del suelo en espacios públicos y suelos asociados con vías de tránsito no asfaltadas que sufran degradación. Sin embargo, en el sector de Aquia Cruz no se han identificado suelos con estas características en condición de riesgo alto o muy alto. Por consiguiente, se estima que los gastos por la limpieza o reposición de suelos se reducirían a cero.

#### 3.3.3.6 PÉRDIDA PROBABLES TOTALES

Tras un análisis que incluyó un estudio de campo, la recolección de información muestral y la revisión de datos secundarios, el equipo técnico ha llegado a una conclusión respecto a las pérdidas probables en el sector de Aquia Cruz.

Considerando las tres dimensiones críticas de impacto- social, económico y ambiental-se ha proyectado que los costos totales de las pérdidas probables ascienden a aproximadamente S/.1,456,938.48 soles. tal como se presenta a continuación:

**Cuadro 109** Total de pérdidas probables

Sector	División		Nivel de riesgo	Costo (S/)
Sector económico	Infraestructura	Transporte	Alto	S/.218,131.70
		Riego	Alto	S/.940,136.95
			Muy Alto	S/.217,289.76
	Agroforestal	Agropecuario	Alto	S/.81,380.07
<b>TOTAL</b>				<b>S/.1,456,938.48</b>

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
Luis Abel Alvarado Becerra  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22299

  
Luisabel Yana Galarza  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. 1111 108-2010CE/NEPRE/21

## CAPÍTULO IV DEL CONTROL DE RIESGOS

Las medidas preventivas no aseguran fiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse en su totalidad. Su valor por mínimo que sea nunca será nulo; en consecuencia, siempre existirá un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas. Esto significa que pueden presentarse eventos extraordinarios que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

### 4.1 ACEPTABILIDAD / TOLERABILIDAD

#### 4.1.1 VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

De acuerdo con el siguiente cuadro, frente a un evento de precipitación extraordinaria o anómalo y por influencias indirectas de saturación del suelo debido a la falta de revestimiento o mantenimiento de los canales, podrían activar y agravar el riesgo por deslizamiento, para atender este tipo de ocurrencias se debe gestionar con apoyos externos, ya que el sector Aquia Cruz no cuenta con recursos logísticos para atención de emergencias, le correspondería un Nivel 3 – Alta.

**Cuadro 110** Valoración de consecuencias

Niveles de consecuencias		
Valor	Niveles	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de la activación y ocurrencia de deslizamientos de suelos son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de la activación y ocurrencia de deslizamientos de suelos, pueden ser gestionadas con apoyo externo <sup>6</sup> .
2	Media	Las consecuencias debido al impacto de la activación y ocurrencia de deslizamientos de suelos, pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de la activación y ocurrencia de deslizamientos de suelos, pueden ser gestionadas sin dificultad.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: CENEPRED, 2014.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 88066

  
ALEXANDER DEL PERU  
CONSEJO REGIONAL  
ING. LUIS ANGEL ALVAREZ BECERRA  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
Reg. CIP Nº 22288

  
ING. LISABEL YANA GALGARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
Reg. CIP Nº 28106/CENEPRED J

<sup>6</sup> De acuerdo con el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Distrito de Aquia 2023 – 2026 (Movimientos en masa, Inundación), se tiene como referencia que el Sector Aquia Cruz no cuentan con recursos logísticos para atención a emergencias, por lo que deben recurrir al Gobierno Provincial y Regional, o a empresas privadas.

### 4.1.2 VALORACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RECURRENCIA

De acuerdo el siguiente cuadro, los deslizamientos de suelos se pueden activar y podrían ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias, entonces le correspondería el Nivel 2 – Media.

**Cuadro 111** Valoración de frecuencia de recurrencia

Nivel de frecuencia de recurrencia		
Nivel	Probabilidad	Descripción
4	Muy Alta	Los deslizamientos de suelos se pueden activar y podrían ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Los deslizamientos de suelos se pueden activar y podrían ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias, de acuerdo con la temporada de precipitaciones pluviales.
2	Media	Los deslizamientos de suelos se pueden activar y podrían ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Los deslizamientos de suelos se pueden activar y podrían ocurrir en circunstancias excepcionales.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: CENEPRED, 2014.

LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP Nº 92025

FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP Nº 88066

### 4.1.3 NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ)

Del análisis de la consecuencia y frecuencia de los eventos por el peligro de deslizamiento de los suelos, se obtiene que el nivel de consecuencia y daño en el área de estudio es el Nivel 3- Alta.

**Cuadro 112** Nivel de consecuencia y daño

Consecuencias	Valor	Zona de consecuencias y daños			
		Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Alta	Alta	Alta	Muy Alta
Medio	2	Medio	Medio	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Medio	Medio	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Medio	Alta	Muy Alta

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: CENEPRED, 2014.

Luis Angel Alvarez Becerra  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP Nº 222658

Luisabel Yana Galarza  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. L. Nº 108-2010-CENEPRED/J

#### 4.1.4 MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIAS Y DAÑO

De acuerdo con el análisis de consecuencias y daño, los eventos de deslizamiento deberán ser gestionados con apoyo externo como el apoyo del gobierno provincial o regional dependiendo de la gravedad del evento y la frecuencia de estos eventos se originarían en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias y estos podrían originar lesiones en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y servicios entre otros.

**Cuadro 113** Medidas cualitativas de consecuencia y daño

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	De acuerdo con las consecuencias y daño por deslizamiento de suelos serán catastróficos y la frecuencia de estos eventos se originarán en la mayoría de las circunstancias originan la muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieras importantes.
3	Alta	De acuerdo con las consecuencias y daño por deslizamiento de suelos podrán ser gestionado con apoyo externo y la frecuencia de estos eventos se originarían en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias y todo ello originara lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes.
2	Media	De acuerdo con las consecuencias y daño por deslizamiento de suelos serán gestionados con recursos propios y la frecuencia de estos eventos se originarían en periodos de tiempo largos según las circunstancias originan tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altos.
1	Baja	De acuerdo con las consecuencias y daño por deslizamiento de suelos serán gestionados sin dificultad y la frecuencia de estos eventos se originarían en tiempos excepcionales y originan acciones de tratamiento de primeros auxilios en las personas, pérdida de bienes y financieras altos.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: CENEPRED, 2014.

Del análisis de las medidas cualitativas de consecuencias y daños por el peligro por deslizamiento de suelos, para el área de estudio correspondería el Nivel 3 – Alto.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 88066

  
CALECER INGENIEROS DEL PERU  
INGENIERO CIVIL  
ING. Angel Alvaroz Becerra  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 222658

  
ING. LUISBEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N.º 108-2010-CENE/PRED/J

### 4.1.5 ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

Para el análisis de la aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo por deslizamiento, en la zona de estudio se deben desarrollar actividades para el manejo del riesgo por deslizamiento en las zonas de laderas, zonas agropecuarias, entre otras infraestructuras, su Nivel de aceptabilidad es Nivel 2 – Tolerable.

**Cuadro 114** Aceptabilidad y/o tolerancia

Valor	Nivel	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos por deslizamiento de suelos en las viviendas y peligros por deslizamientos de suelos en laderas.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgo por deslizamiento de suelos en las áreas de viviendas, áreas agropecuarias y en zonas de laderas.
2	Tolerable	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos por deslizamiento de suelos en las áreas de viviendas, áreas agropecuarias y en zonas de laderas.
1	Tolerable	El riesgo por deslizamiento de suelos en las viviendas y peligros por deslizamientos de suelos en laderas no es significativo.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: CENEPRED, 2014.

*[Signature]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

### 4.1.6 MATRIZ DE ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

**Cuadro 115** Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo			
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: CENEPRED, 2014.

*[Signature]*  
CALEXIA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGISTRADO NACIONAL DE INGENIEROS  
ING. LUIS ANTONIO ALVAREZ BACA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 22299

Del análisis de la matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se precisa que el Riesgo es Inaceptable, en las zonas agropecuarias y las infraestructuras circunscritas en el área de riesgo potencial del área de estudio.

*[Signature]*  
ING. LUIS BEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
Reg. CIP 217055

#### 4.1.7 PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

**Cuadro 116** Prioridad de intervención

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

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.  
Fuente: CENEPRED, 2014.

En base a la matriz de aceptabilidad y tolerancia donde nos refiere que el riesgo es Inaceptable, necesitaría un nivel de priorización e intervención II, en el ítem 4.2 se darán algunos alcances para tener en cuenta para intervención en la zona de riesgos.

### 4.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)

#### 4.2.1 MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL

Las medidas estructurales de prevención y reducción de riesgos de desastres causados por el deslizamiento de laderas o taludes se centran en acciones para evitar o minimizar la posibilidad de la ocurrencia de dichos deslizamientos y reducir su impacto. Algunas de estas medidas son:

- **Control de la erosión:** Implementar medidas para prevenir la erosión del suelo, con técnicas de bioingeniería como la revegetación de taludes de suelo con especies vegetales adecuadas a las condiciones climáticas y ambientales de la zona. Del mismo modo el empleo defensas ribereñas para mitigar la erosión fluvial tales como muros de gaviones, geobolsas, rip-rap que permitan prevenir o mitigar la erosión lateral de los márgenes del río Pativilca.
- **Estabilización de taludes:** Utilizar técnicas de estabilización que reducir el riesgo de deslizamientos. Estas técnicas pueden incluir la reconfiguración de taludes (banqueteo), construcción de muros de contención, anclajes, pilotes, sistemas de drenaje profundo, entre otros.
- **Control de la escorrentía:** Proyectar obras de drenaje, tanto superficial como subsuperficial, que reduzcan la acumulación de agua en los taludes y laderas reduciendo la probabilidad de deslizamientos. Esta medida puede implicar la construcción de estructuras de drenaje tales como canales o zanjas de coronación, subdrenes, rápidas o torrenteras, estructuras de disipación y de entrega, entre otras. Se incluye, además, la implementación de programas de mantenimiento o limpieza.
- **Monitoreo continuo:** Establecer sistemas de monitoreo para supervisar de forma regular el estado de los taludes y detectar cualquier signo de movimiento o inestabilidad. Esto puede implicar el uso de instrumentos geotécnicos, como inclinómetros, piezómetros y extensómetros, así como sistemas de detección remota, como radares o cámaras.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 88066

  
Luis Angel Alvarez Becerra  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 222898

  
ING. LUIS ABEL VIANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N.º 108-2010-CENEPR/DJ

De acuerdo con el escenario de riesgo obtenido en el presente estudio y con base en el análisis de la información, se plantean las medidas estructurales ante el riesgo futuro, el propósito de estas medidas se centra en estabilizar el terreno y las áreas donde se ha identificado el riesgo de deslizamiento, reduciendo los factores que favorecen su desprendimiento.

## A. CONTROL DE LA EROSIÓN

Los efectos de la erosión en taludes de suelo o roca intemperizada están asociados como factor causal o desencadenante la erosión fluvial en las márgenes del río Pativilca, en consecuencia, el control o la mitigación de este fenómeno se traduce en la disminución y mitigación del riesgo respecto a la ocurrencia del tipo de erosión mencionado, por lo cual se plantea las siguientes alternativas de solución:

### ▪ Vegetación

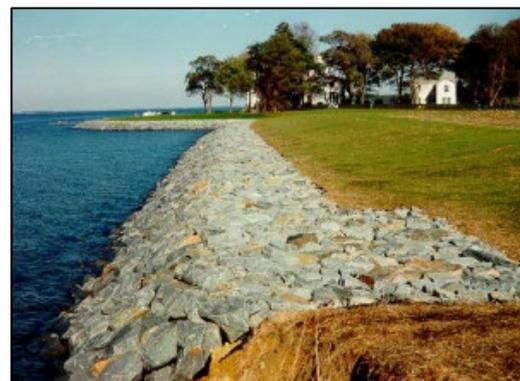
Se propone un control de erosión de taludes utilizando vegetación con el fin de mitigar su progresión propiciando la inestabilidad del talud y afectación de infraestructura. La vegetación de raíz intermedia y profunda aportan resistencia a los mantos de suelo más superficiales y facilitan el drenaje subterráneo, reduciendo la probabilidad de deslizamientos. El tipo de vegetación a emplear debe estar adecuado para las condiciones climáticas y ambientales de la zona. Deberá ser definido por especialistas en agronomía o actividad forestal.

Logrando una densa vegetación de cubierta se puede disminuir la erosión de los taludes de suelo registrados en la zona de estudio. Sin embargo, se debe considerar que dado las características de esta técnica de estabilización no se podrán emplear para taludes clasificados con riesgo alto a muy alto debido a sus pendientes pronunciadas. El método es uno de los más importantes en las medidas de prevención, y normalmente no es caro.

### ▪ Obras de control fluvial o defensas ribereñas

Este tipo de obras tiene por finalidad la reducción o eliminación de la erosión fluvial de cualquier tipo. Para el caso de una erosión fluvial lateral, consisten principalmente en aislar el margen erosionado mediante un revestimiento, protección con un material o estructura. Las posibles obras para este tipo de control son el revestimiento con rip-rap, muros de gaviones o de geocontenedores. El diseño de estas estructuras debe considerar las condiciones específicas del sitio y las solicitudes tanto hidráulicas como geotécnicas que garanticen su correcto funcionamiento.

**Figura 38** Imágenes referenciales de defensas ribereñas.



Fuente: TDM .S.A. (izquierda), NOAA (derecha).

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP Nº 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP Nº 88066

  
CALEC (COMITÉ DE REGISTRO)  
INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO NACIONAL QUE  
ING. LUIS ANGEL ALVAREZ BECERRA  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
Reg. CIP Nº 222658

  
ING. LUIS BEL VIANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. I. N.º 108-2010-CE/REPREL/DJ

## B. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

### ▪ Terrazas escalonadas o banquetas

La estabilización de taludes mediante banquetas es una técnica comúnmente utilizada en laderas empinadas para mejorar su estabilidad y reducir los riesgos de deslizamientos y erosión. Esta técnica consiste en la creación de plataformas o escalones horizontales en el talud, formando una serie de terrazas o "banquetas" a lo largo de la pendiente. Cada banqueta es una plataforma plana con una pendiente suave que permite contener el suelo y el agua, reduciendo la presión hidrostática y mejorando la resistencia del talud.

#### Proceso de estabilización de taludes mediante banquetas:

- i. Preparación y Evaluación: Antes de comenzar el proceso de estabilización, se realiza una evaluación detallada de la ladera para determinar la geometría del talud, la naturaleza del suelo, el grado de pendiente y los posibles factores de riesgo, como la erosión y deslizamientos.
- ii. Diseño del Sistema de Banquetas: Con base en la evaluación, se diseña el sistema de banquetas adecuado para la ladera. Se establece la altura y el ancho de cada banqueta, así como la distancia entre ellas, teniendo en cuenta la estabilidad del suelo y la capacidad de drenaje del agua.
- iii. Excavación y Construcción: Se inicia la construcción excavando el talud para crear la primera banqueta. Se eliminan las capas de suelo inestables y se nivelan las superficies para formar la plataforma. Se continúa repitiendo este proceso para crear las banquetas adicionales, escalonando la ladera.
- iv. Drenaje y Protección: Durante el proceso de construcción, se instalan sistemas de drenaje para evitar la acumulación de agua en cada banqueta. También se pueden implementar medidas adicionales de protección, como el uso de geotextiles o mallas para fortalecer las superficies y prevenir la erosión.
- v. Revegetación: Después de la construcción de las banquetas, se realiza la revegetación del talud con plantas adecuadas. La vegetación ayuda a estabilizar el suelo, reducir la erosión y mejorar la estética del área.

#### Beneficios de la estabilización de taludes mediante banquetas:

- Mejora la estabilidad del talud al disminuir el volumen del suelo desestabilizante (sobre el plano de falla), reduce la presión hidrostática y el riesgo de deslizamientos.
- Controla la erosión y la escorrentía superficial.
- Proporciona una plataforma segura para el acceso y actividades en áreas empinadas.
- Favorece la revegetación, mejorando la biodiversidad y la protección del medio ambiente.
- Permite el desarrollo seguro de infraestructuras, como carreteras o edificaciones, en zonas con pendientes pronunciadas.

En la etapa de estudios definitivos, se recomienda la evaluación de la estabilidad con base en una caracterización geotécnica detallada de los depósitos, utilizando parámetros drenados, no drenados y residuales, y en función a la ubicación de los probables planos de falla proyectar la ubicación y dimensiones de las banquetas en el terreno, esto permitirá reducir la masa desestabilizante que podría desencadenar la falla de los taludes.



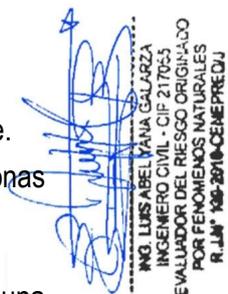
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



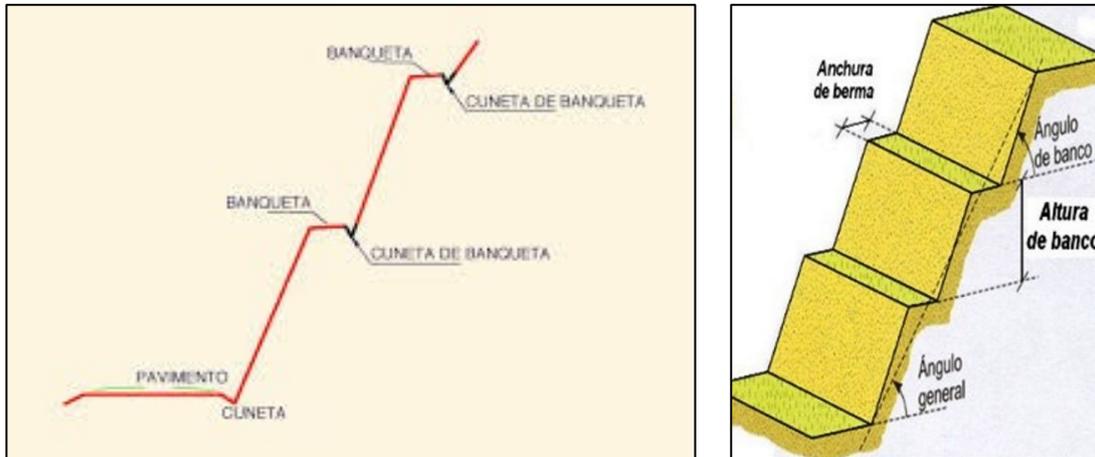
CALEGIA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL QUISCO  
Ing. Angel Alvarado Becerra  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 22299



ING. LUISBEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 100-2010CEPREL/DJ

En la siguiente figura se muestra un esquema de la excavación de banquetas para mejorar la estabilidad de un talud, este sistema debe considerar la excavación de pequeñas cunetas al pie de cada banqueta, de modo que recolecte las escorrentías superficiales y las evacúe hacia las cunetas de drenaje.

**Figura 39** Esquema de banquetas en talud natural.



Fuente: Elaboración propia.

Esta medida puede complementarse mediante la revegetación de los taludes, con especies de mayor longitud radicular y las cunetas de drenaje.

▪ **Estructuras de contención**

La elección de las estructuras de contención en la prevención de deslizamientos es crucial para garantizar la seguridad en zonas vulnerables que presenten condiciones topográficas donde no sea posible aplicar una medida de control de la erosión. Los muros de contención o de suelo reforzado son opciones factibles. La selección de la estructura de contención dependerá de la cantidad de material a controlar. Los muros proveen un soporte firme para contener grandes volúmenes, sin embargo, requieren una cantidad de espacio considerable y dependen del tamaño de material articulado que van a retener.

**Figura 40** Imagen referencial de un muro de suelo reforzado.



Fuente: ACE Geosynthetics.

*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

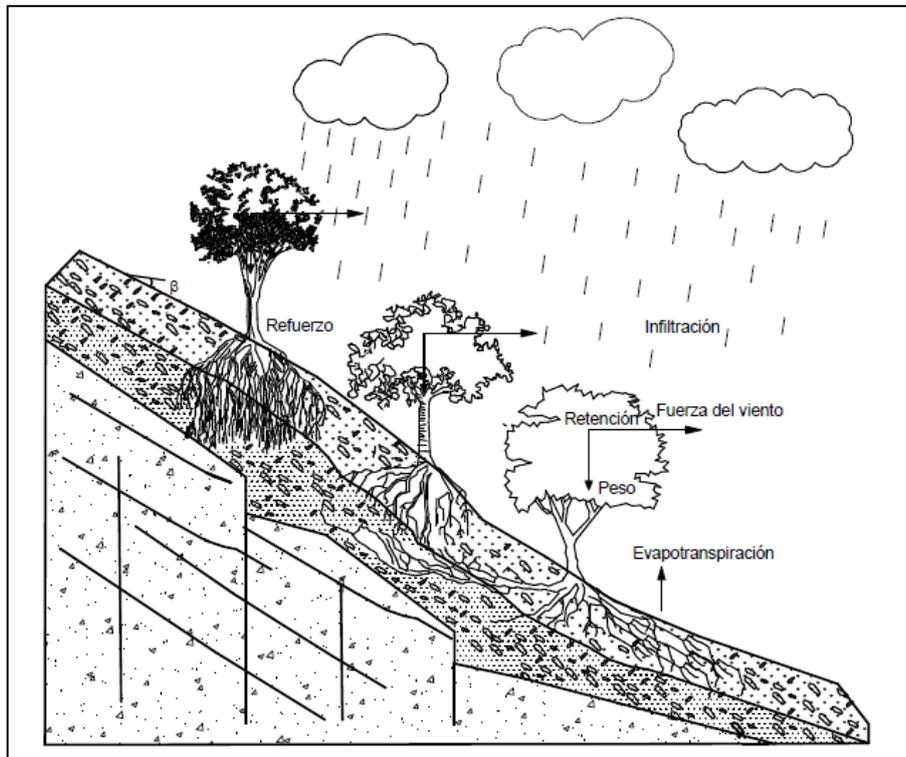
*[Signature]*  
**ING. LUIS ANGELO ALVAREZ BACA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 222658

*[Signature]*  
**ING. LUISABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 108-2010-CE/REPREL/DJ

▪ **Vegetación**

Se propone la estabilización de taludes utilizando vegetación con el fin de evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales, en zonas del cuerpo de deslizamiento donde se evidencien deslizamientos localizados poco profundos. Los árboles y arbustos de raíz profunda aportan resistencia a los mantos de suelo más superficiales y facilitan el drenaje subterráneo, reduciendo la probabilidad de deslizamientos poco profundos. El tipo de vegetación a emplear deben ser las adecuadas para las condiciones climáticas y de terreno de la zona, y que recomienden los especialistas dedicados a la agronomía o actividad forestal.

**Figura 41** Estabilización de taludes empleando vegetación.



Fuente: Elaboración propia.

LUCÍA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

Luis Ángel Alvarado Becerra  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
Reg. CIP N° 222858

**Cuadro 117** Longitud de estructuras de contención o defensa

Estructura	LONGITUD APROXIMADA (m)
Muro de contención	380
Defensa ribereña	160

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

Luisabel Viana Galarza  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M. 108-2010-CE-REPREL-DJ

**Figura 42** Distribución conceptual de medidas estructurales para el control de la erosión y estabilidad de taludes



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCÍA VERÓNICA**  
**PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

**C. CONTROL DE LA ESCORRENTÍA**

Los cambios en el sistema hidrológico por remoción de vegetación o infiltración del agua pluvial sobre el cuerpo de deslizamiento pueden producir la inestabilidad de los taludes y desplazamientos horizontales y verticales del suelo, por lo cual se plantea lo siguiente:

▪ **Canales de coronación**

Los canales de coronación son canales excavados a lo largo de la cresta de un talud para captar y dirigir el agua superficial hacia puntos de salida controlados. Estos canales evitan la acumulación de agua en la superficie del talud, mejorando su estabilidad y previniendo la erosión. Con la construcción de pequeñas bermas y salidas controladas, el sistema asegura un drenaje eficiente hacia áreas seguras de descarga. El diseño debe considerar las condiciones específicas del sitio, y un mantenimiento periódico garantiza su correcto funcionamiento y protege contra deslizamientos.

**Luis Ángel Alvarado Becerra**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 222698

Componentes del sistema de canales de coronación:

**Canales de Coronación:** Son canales o surcos excavados en la parte superior del talud, alineados a lo largo de la cresta o corona. Estas canales recogen el agua de lluvia o el escurrimiento superficial, evitando que se infiltre y acumule en el terreno.

**Bermas o Terraplenes:** Se construyen pequeñas bermas o terraplenes a lo largo de la cuneta de coronación, en el lado opuesto a la ladera. Estas estructuras adicionales ayudan a contener el agua y evitan que se desborde de la cuneta hacia la ladera.

**Salidas Controladas:** En puntos estratégicos a lo largo de la cuneta, se instalan salidas controladas para el drenaje del agua captada. Estas salidas pueden ser tubos de drenaje o canales que conducen el agua hacia áreas seguras de descarga, como sistemas de drenaje o canales de escorrentía.

**INGRID YANA GALVARZA**  
 INGENIERA CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R. UN. 100-2010-CE-REPREL-DJ

Funcionamiento del sistema de canales de coronación:

Cuando llueve o hay escorrentía superficial en el talud, el agua fluye hacia los canales de coronación en lugar de escurrirse por la superficie del talud. Los canales captan y dirigen el flujo de agua hacia las salidas controladas o quebradas, evitando la acumulación en la superficie del talud. Al evitar la saturación del suelo y la erosión, los canales de coronación contribuyen a mantener la estabilidad del talud y previenen posibles deslizamientos.

Consideraciones en el Diseño:

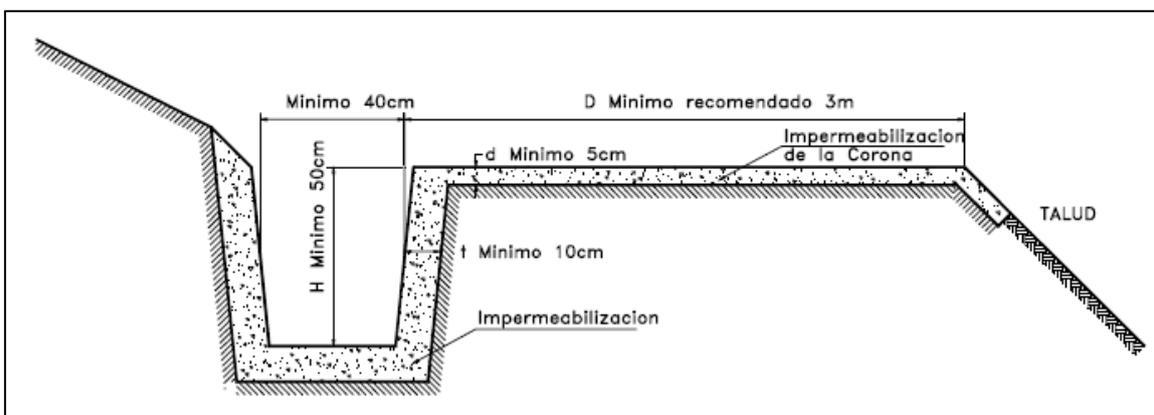
El diseño de un sistema de canales de coronación debe adaptarse a las condiciones específicas del sitio, incluyendo la pendiente del talud, las características hidrológicas, y la vegetación existente. Es esencial realizar un estudio hidrológico y geotécnico detallado para determinar la ubicación óptima de los canales y la capacidad requerida para manejar el flujo de agua en diferentes escenarios de precipitación.

Mantenimiento y Supervisión:

Para garantizar la efectividad del sistema de canales de coronación, es importante realizar un mantenimiento periódico. Los canales deben mantenerse libres de obstrucciones, como hojas, sedimentos o escombros, para permitir un flujo de agua adecuado. Además, es necesario supervisar regularmente el funcionamiento del sistema y asegurarse de que las salidas controladas estén limpias y funcionando correctamente.

En las siguientes figuras se muestra el detalle de las dimensiones mínimas y esquema en planta y perfil de las zanjas de coronación y canales. Al respecto, se recomienda que el diseño y dimensionamiento de las zanjas de coronación y canales deben de tener un sustento técnico de hidrología, hidráulica y geotecnia.

**Figura 43** Esquema de sección típica de zanja de coronación.



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

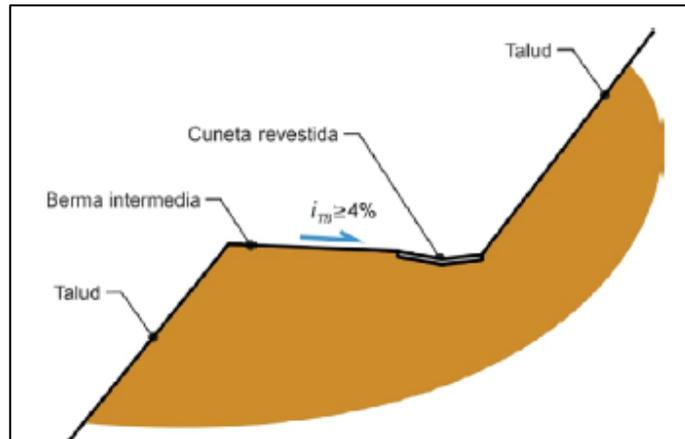
*[Signature]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

*[Signature]*  
CALEX INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGULADOR  
ING. Luis Angel Alvarez Becerra  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 222658

*[Signature]*  
ING. LUIS BEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALES  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 108-2010-CE/REPREL/DJ

**Figura 44** Esquema de sección típica de cunetas propuestas.



Elaboración: "Norma 5.2-IC Drenaje superficial", Ministerio de Fomento, España.

▪ **Torrenteras**

Son estructuras que recogen las aguas de los canales, diques o cortacorrientes y las conducen hacia abajo del talud. Generalmente, incluyen elementos para disipar la energía del flujo del agua.

▪ **Canales colectores en espina de pescado**

Sirven para disminuir la infiltración de agua en las áreas grandes arriba del talud y sobre el cuerpo del deslizamiento. Se construyen en forma de espina de pescado. Estos canales captan el agua de escorrentía entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras. Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la nuevamente la infiltración en el terreno.

Es necesario construir pequeñas bermas o terraplenes a lo largo de los canales, en el lado opuesto a la ladera, para ayudar a contener el agua y evitar que se desborde hacia la ladera.

Beneficios del Sistema de Canales colectores:

- Controla el flujo superficial de agua en el talud.
- Minimiza la acumulación de agua y la presión hidrostática en el suelo.
- Contribuye a la estabilidad del talud y reduce el riesgo de deslizamientos.
- Preserva la integridad de las áreas cercanas al talud al prevenir la erosión.

Consideraciones en el diseño:

El diseño del sistema debe adaptarse a las características del sitio, incluyendo la pendiente del talud, el tipo de suelo y las condiciones climáticas. La ubicación estratégica de los canales fue planteada aprovechando los límites de las distintas parcelas de cultivo.

▪ **Subdrenes interceptores**

Muy efectivos para estabilizar deslizamientos poco profundos, en suelos saturados sub superficialmente. Se proponen como alternativa a los canales interceptores, estos permitirán, además de canalizar las escorrentías superficiales, captar los flujos subsuperficiales que están infiltrando al terreno, evacuándolos hacia las torrenteras.

  
LUCÍA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

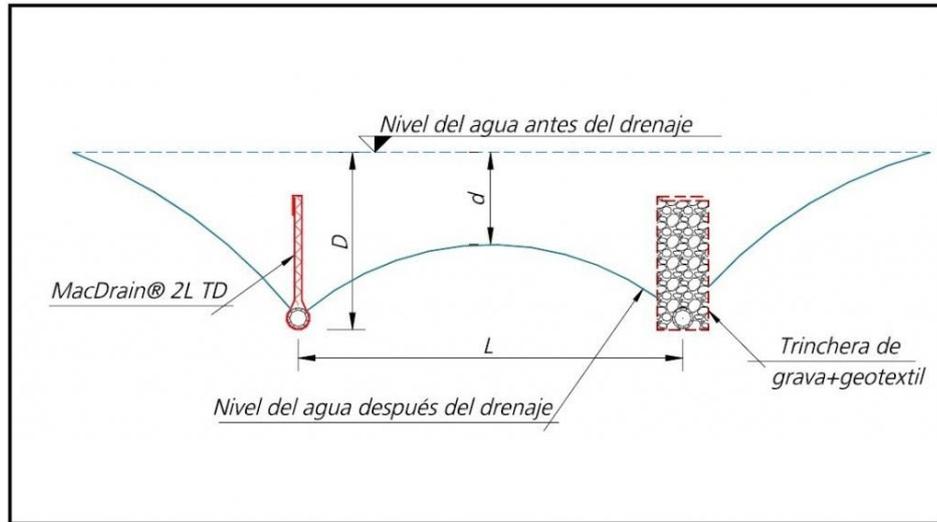
  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
CALECIN INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO REGULADOR NACIONAL  
ING. LUIS ÁNGEL ALVARADO BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. UN. 100-2010-CE-REPRELU

  
ING. LUIS BELTRÁN GALARRZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R. UN. 100-2010-CE-REPRELU

Pueden construirse sistemas tipo dren francés, el cual consta de la excavación de zanjas para posteriormente colocar tubería perforada embebida en un material de filtro (usualmente grava) que capta los flujos superficiales y subsuperficiales. Sin embargo, es posible reemplazar el material de filtro por geocompuestos drenantes, los cuales reducen el volumen de excavación, no requieren relleno con material seleccionado y además bloquean el flujo del agua talud abajo.

**Figura 45** Esquema de abatimiento del nivel freático debido al uso de geocompuestos drenantes.



Fuente: Informe Técnico – Sistema de drenaje por Trincheras con el Geocompuesto Macdrain – enero 2005.

Es necesario construir pequeñas bermas o terraplenes a lo largo de los subdrenes, en el lado opuesto a la ladera, para ayudar a contener el agua y evitar que se desborde hacia la ladera.

Beneficios del sistema de subdrenes interceptores colectores:

- Controla el flujo superficial y subsuperficial del agua en el talud.
- Minimiza la acumulación de agua y la presión hidrostática en el suelo.
- Contribuye a la estabilidad del talud y reduce el riesgo de deslizamientos.
- Preserva la integridad de las áreas cercanas al talud al prevenir la erosión.

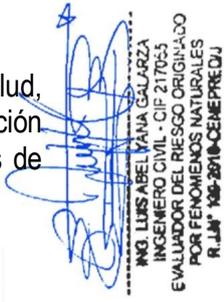
Consideraciones en el diseño

El diseño del sistema debe adaptarse a las características del sitio, incluyendo la pendiente del talud, el tipo de suelo, conductividad hidráulica del terreno y las condiciones climáticas. La ubicación estratégica de los subdrenes fue planteada aprovechando los límites de las distintas parcelas de cultivo.

  
LUCÍA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
Luis Ángel Alvarado Becerra  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 22298

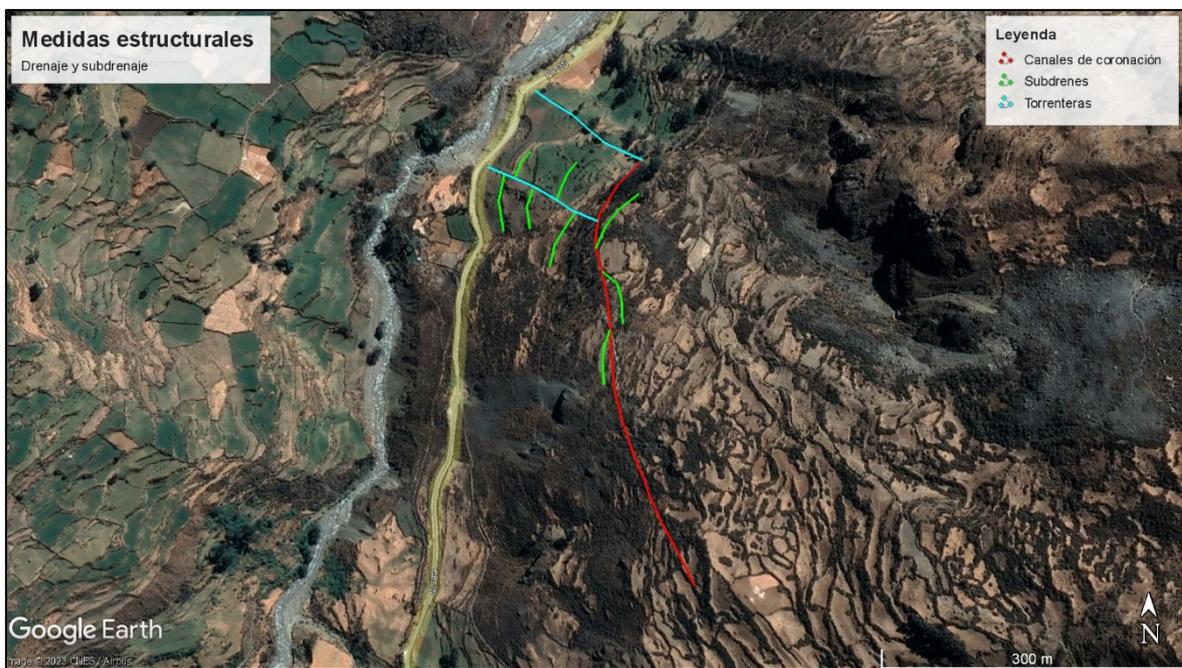
  
INGRID YANA GALGARZA  
INGENIERA CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENÓMENOS NATURALES  
Reg. CIP N° 20106CEPREL

**Cuadro 118** Longitud estimada de infraestructura hidráulica

Estructura hidráulica	Longitud aproximada (m)
Canal de coronación	650
Rápida o torrentera	400
Canales colectores o subdrenes interceptores	700

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Figura 46** Distribución conceptual de obras de drenaje y subdrenaje



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP Nº 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP Nº 88066

*[Signature]*  
**ING. LUIS ANGELO ALVARO BACA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP 222698

**D. INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO**

Se recomienda el mantenimiento de los puntos de monitoreo existentes (inclinómetros, prismas y piezómetros), así como reinstalar los instrumentos en los puntos de monitoreo que actualmente no se encuentran operativos, además se recomiendan instalar nuevos puntos de monitoreo sobre los depósitos de deslizamiento inactivos latentes.

También es recomendable la monumentación de placas en puntos de control topográfico sobre las superficies deslizantes (zonas con alto y muy alto peligro de deslizamiento) y otras placas de control en zonas estables (afloramiento rocoso poco fracturado de la formación Chimú) con el objetivo de realizar lecturas periódicas de la cota y coordenadas de éstas y detectar desplazamientos que se puedan producir en el terreno a lo largo de los meses. Además, realizar lecturas periódicas, como mínimo a cada mes durante la época de mayor precipitación y de lecturas trimestrales durante la temporada seca.

*[Signature]*  
**ING. LUIS BEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R. UN. 108-2010-CE-REPRELU

Dada la incertidumbre en cuanto a la información disponible al momento de realizar la propuesta de soluciones estructurales, la medida estructural de estructuras de contención estará sujeta a los estudios detallados recomendados en este documento.

En general, para un mejor planteamiento y elección de las medidas de estabilización de taludes más adecuadas a las características de las zonas con mayores riesgos por deslizamientos se deberán realizar estudios detallados de geotecnia, hidrogeología, hidrología e hidráulica, donde se determine la magnitud del posible deslizamiento mediante análisis de estabilidad de taludes, en suelo y roca, que permitan estimar la ubicación de los probables planos de falla, envergadura de la masa deslizante y la influencia de cada medida a evaluar en el incremento de los factores de seguridad frente a los deslizamientos. Además, estos estudios servirán para un adecuado dimensionamiento de los sistemas de drenaje y subdrenaje, así como de defensa ribereña.

La campaña de investigación geotécnica a ejecutar deberá considerar perforaciones rotativas, calicatas manuales o mecánicas, trincheras en los depósitos en ladera, ensayos geofísicos MASW o MASW2D, refracción sísmica, ensayos de tomografía o sondajes eléctricos verticales. Además, se deberá realizar un reconocimiento y mapeo geotécnico detallado para identificar posibles estrías de falla en la cabecera de las laderas y estaciones geomecánicas en los afloramientos del macizo rocoso para determinar la orientación de las principales familias de fallas y la clasificación geomecánica del macizo.

Los ensayos geofísicos deberán ejecutarse formando un enmallado con tendidos paralelos y transversales a la dirección del desplazamiento, cerca de sus ejes deberán colocarse algunas perforaciones.

Los ensayos de laboratorio se deberán ejecutar tanto en suelo como en roca, se recomienda considerar los siguientes ensayos, sin ser restrictivos:

#### Ensayos en Suelo:

- Ensayos estándar de clasificación y estado (ASTM D2487, D3282, DD2216, D6913, D4318)
- Densidad in situ (el método deberá considerar el tamaño máximo de partícula del depósito a caracterizar) (ASTM D5030)
- Compresión triaxial consolidado no drenado (ASTM D4767)
- Permeabilidad de pared rígida o flexible (ASTM D5856, D5084)
- Ensayos Lugeón y Lefranc
- Ensayos Químicos (sulfatos, cloruros y sales solubles totales) (para diseño de estructuras de concreto en contacto con el terreno).

#### Ensayos en Roca:

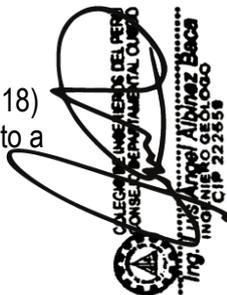
- Compresión uniaxial (ASTM D7012)
- Corte directo en discontinuidades
- Propiedades físicas (ASTM C97)



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



CALEGOS INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGULADOR NACIONAL  
ING. LUIS ANGEL ALVAROZ BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 222998



ING. INGRID YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 100-2010CEHEPRELU

## 4.2.2 MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

Para reducir el riesgo futuro se plantean las siguientes medidas no estructurales:

- A la Municipalidad Distrital de Aquia, implementar medidas para evitar las construcciones futuras en las zonas de peligro alto y muy alto de deslizamiento.
- Al Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia, reforestar las laderas desprovistas de vegetación.
- A la Municipalidad Distrital de Aquia, prohibir el riego por inundación en los terrenos de cultivo, desarrollados en las laderas, con el fin de evitar saturación y humedecimiento en el terreno. Principalmente en la parte alta y sobre los depósitos de deslizamiento activos e inactivos, hasta descartar una posible activación de los deslizamientos mediante los estudios específicos recomendados.
- Al Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia, incorporar los resultados del estudio de evaluación de riesgos en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, con la finalidad de que las autoridades locales y regionales programen actividades, programas o proyectos que prevengan la situación del riesgo de desastres en la zona de influencia del cuerpo de deslizamiento.
- Hacer de conocimiento el mapa de peligro del presente estudio a los responsables de las operaciones de las infraestructuras viales, telecomunicaciones, educación, salud, mineroducto y las entidades prestadoras de servicios básicos y públicos como la Central Hidroeléctrica Hidrandina, para que puedan adoptar medidas de prevención del riesgo en la zona de influencia del cuerpo de deslizamiento, y asegurar que el servicio no se vea afectado.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



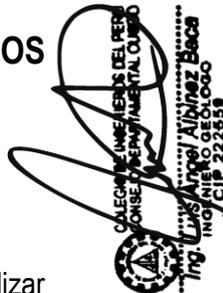
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

## 4.3 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)

### 4.3.1 MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL

Se plantean las medidas estructurales ante los riesgos existentes que están relacionadas a estabilizar el terreno del cuerpo de deslizamiento, reduciendo el impacto en los factores que aceleran su desplazamiento.

- Impermeabilización completa de todos los canales de riego existentes que se encuentran en la superficie o sobre el cuerpo de deslizamiento.
- Construcción de canales de coronación, canales colectores o subdrenes interceptores y torrenteras para evacuar los flujos superficiales y subsuperficiales que saturan el suelo, incrementan el peso de la masa deslizante y reducen la resistencia al corte del terreno.
- Instalación de placas en puntos de control topográfico sobre las superficies deslizantes (zonas con alto y muy alto peligro de deslizamiento ubicadas sobre los depósitos de deslizamiento) y otras



CALEC (COMITÉ NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RIESGOS)  
ING. ANGEL ALVAROZ BECERRA  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CIP N° 222658



ING. LUISBEL VIANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N. N. 100-2010-CE-REPREL/DJ

placas de control en zonas estables (afloramiento rocoso poco fracturado de la formación Chimú), para determinar y monitorear su velocidad de desplazamiento.

- Mantenimiento de los puntos de monitoreo existentes (inclinómetros, prismas y piezómetros), así como reinstalar los instrumentos en los puntos de monitoreo que actualmente no se encuentran operativos, además se recomiendan instalar nuevos puntos de monitoreo sobre los depósitos de deslizamiento inactivos latentes.
- Instalación de sistemas tecnológicos de alerta temprana, para alertar oportunamente a la población ante el peligro inminente de un deslizamiento.

#### 4.3.2 MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

Para reducir el riesgo existente se plantean las siguientes medidas no estructurales:

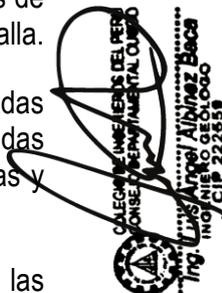
- Al Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia, realizar trabajos de sensibilización con los pobladores del sector Aquia Cruz, sobre temas relacionados a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo al que se encuentran expuestos, con la finalidad de que, cambien de aptitud frente al riesgo.
- Al Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia, incorporar los resultados del estudio de evaluación de riesgos en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, en la que se incluyan los resultados del estudio de evaluación de riesgos, con la finalidad de que las autoridades locales y regionales programen actividades, programas o proyectos que corrijan la situación de riesgo de desastres por deslizamientos.
- A la Municipalidad Distrital de Aquia, inspeccionar a detalle las cabeceras de taludes, bordes de los acantilados y los límites de los depósitos coluviales a fin de identificar posibles estrías de falla.
- A la Municipalidad Distrital de Aquia, evaluar el estado estructural de las infraestructuras ubicadas en las zonas de influencia del cuerpo de deslizamiento con la finalidad de implementar medidas de corrección y evitar pérdidas en el patrimonio de las personas y de las entidades públicas y privadas.
- Hacer de conocimiento el escenario del riesgo del presente estudio a los responsables de las operaciones de las infraestructuras viales, telecomunicaciones, educación, salud, mineroducto y las entidades prestadoras de servicios básicos y públicos, para que puedan adoptar medidas de reducción del riesgo en la zona de deslizamiento, y asegurar que el servicio no se vea afectado.
- A la Municipalidad Distrital de Aquia, realizar estudios de estabilidad de taludes, para establecer zonas intangibles en la corona de los taludes con mayor pendiente y depósitos de deslizamiento con peligro alto y muy alto. En estos sectores se recomienda permitir la reforestación o agricultura en seco, restringiendo los cultivos mediante riego y la construcción de viviendas u otro tipo de estructuras que puedan aportar una sobrecarga adicional al talud.



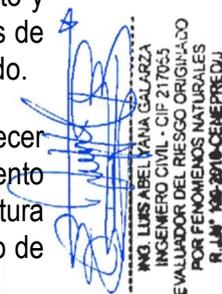
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



CALEGIA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGIONAL AUCASH  
ING. LUIS ANGEL ALVAREZ BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 222898



ING. LUIS ABEL VIANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. I. N. N. 100-2010-CE-REPRELU

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- La mayor área del sector de Aquia Cruz se encuentra en el cuerpo de un deslizamiento antiguo, conformado por suelos medianamente consolidados a sueltos, porosos, y de baja plasticidad, considerados como susceptibles a la generación de movimientos en masa, dentro de estos se pueden diferenciar 3 depósitos coluvio deluvial 1, 2, 3 y 4, siendo el primero el de menor cohesividad y resistencia (vertientes con depósito de deslizamientos), así la margen derecha del río Pativilca son considerados de peligro "Muy alto" (ver Mapa 11), cabe resaltar que en estos lugares se han registrado saltos de escarpe recientes, pudiendo desencadenarse deslizamientos por umbrales de precipitación  $>24$  mm, en un tiempo de retorno de 100 años.
- Los depósitos coluvio-deluviales 2 y 3 en el área de estudio carecen de cohesión interna, aunado a sus pendientes y otros factores condicionantes estos son más propensos a separarse y desplazarse durante eventos como lluvias intensas o vibraciones sísmicas, estas características se observan en las laderas suroeste de los Cerros Aynuc, Pillapunta y ambas márgenes del río Pativilca, así estos se clasificaron como zonas de "peligro Alto". El resto de las zonas de ladera conformado por depósito coluvio-deluviales 4, coluviales y afloramientos rocosos representan un peligro "Medio" y las áreas fluviales y proluviales "peligros bajos".
- Cualitativamente puede inferirse que los suelos en ambas márgenes del río principal poco consolidados tienen un ángulo de reposo bajo, lo que significa que tienen una tendencia natural a colapsar y deslizarse cuando se alcanza un cierto grado de inclinación. Esto puede suceder debido a la erosión natural, excavaciones humanas o incluso vibraciones causadas por actividades como la construcción, este es el caso de los derrumbes y deslizamientos en las laderas que encausan el río Pativilca y los taludes de la carretera principal.
- Además del peligro por deslizamiento existe una amplia zona con peligro por caída de rocas y detritos en la margen izquierda del río Pativilca laderas sur de los cerros Aynuc y Pillapunta, esto debido al fracturamiento de las paredes rocosas aunado a las pendientes  $>45^\circ$  que conforman las montañas en roca sedimentaria.
- Los resultados de la evaluación indican que el sector del km 452 de la carretera PE-3NE presenta laderas en deslizamiento y condición inestable según los análisis de estabilidad física realizados. Además, se han identificado otros cuerpos de deslizamientos inactivos latentes. Por otro lado, los márgenes del río Pativilca, colindantes con el sector de la carretera en mención, presentan el fenómeno de socavamiento.
- Las estancias o viviendas dispersas al no ser parte de un núcleo poblacional carecen de servicios básicos (agua potable, sistema de drenaje y energía)
- En el área de estudio no se identifican estancias o viviendas dispersas en un nivel de riesgo alto o muy alto, pero si se identifican 4.4 ha de áreas agrícolas, 0.31km de vías y 0.45 km de canales de riego que podrían verse afectadas.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

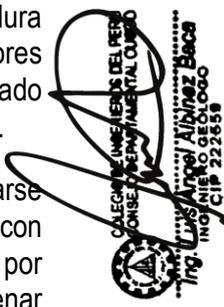
  
Luis Ángel Alvarado Becerra  
INGENIERO DEL RIESGO ORIGINAL  
Reg. CIP N° 222858

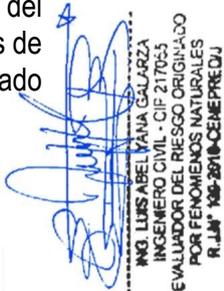
  
INGRID YANA GALARZA  
INGENIERA CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
Reg. CIP N° 20106CEHEPRELU

- Los costos estimados por los posibles efectos de daños probables en zonas con nivel de riesgo alto y muy alto en el sector Aquia Cruz, ubicado en el distrito de Aquia, provincia de Bolognesi y departamento de Ancash, ascienden aproximadamente a S/.1,456,938.48 soles.
- Dimensión social: No se ha identificado población en condición de riesgo alto o muy alto. Por lo tanto, no se ha estimado la reposición de ingresos de la Población Económicamente Activa (PEA) ni la reposición de ingresos de negocios, ya que no se presentan en la zona.
- Dimensión económica: No se han identificado edificaciones de vivienda o de carácter público en condición de riesgo, por lo que no se ha estimado un costo de reposición de este tipo. Para las infraestructuras, como las de transporte y de riego, se ha proyectado un costo de reposición de aproximadamente S/.1,375,558.41 soles. Además, se han considerado gastos para la reposición de las existencias agroforestales, estimándose en S/.81,380.07 soles. En total, en el aspecto económico, los costos de reposición probables ascenderían a unos S/.1,456,938.48 soles aproximadamente, representando el total de la pérdida probable de daños.
- Pérdidas económicas adicionales: No ha sido posible cuantificar las pérdidas económicas generadas por el corte de servicios públicos vinculados a las infraestructuras dañadas, como es el caso de las vías de transporte y los canales de riego.
- Dimensión ambiental: Generalmente se considera el costo por la remoción del suelo vinculado a la recuperación de los suelos asociados a las vías y espacios públicos. Sin embargo, en este caso, no se ha identificado este tipo de espacios en condición de riesgo, por lo que se estima que los costos de reposición se reducirían a cero.
- Debido a serie de incertidumbres en cuanto a la información disponible al momento de realizar la propuesta de soluciones estructurales, las medidas estructurales propuestas estarán sujetas a los estudios detallados de geotecnia, hidrogeología, hidrología e hidráulica, donde se determine la magnitud del posible deslizamiento mediante análisis de estabilidad de taludes, en suelo y roca, que permitan estimar la ubicación de los probables planos de falla, envergadura de la masa deslizante y la influencia de cada medida a evaluar en el incremento de los factores de seguridad frente a los deslizamientos. Además, estos estudios servirán para un adecuado dimensionamiento de los sistemas de drenaje y subdrenaje, así como de defensa ribereña.
- Los peligros de deslizamientos identificados en la zona de estudio pueden acelerarse principalmente por la remoción de la vegetación o infiltración del agua pluvial y el riego con fines agrícolas, los cuales, cambian el sistema hidrológico en el cuerpo de deslizamiento, por lo que se plantean medidas estructurales relacionadas a estabilizar el terreno y drenar adecuadamente los flujos superficiales de agua hacia los cauces naturales ubicados fuera del cuerpo de deslizamiento. Las medidas planteadas deben de contar con estudios detallados de hidrogeología, hidrología, hidráulica y geotecnia para el diseño y dimensionamiento adecuado de los sistemas de drenaje y mecanismos de estabilización física de taludes.

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066

  
CARLOS ARCE ALVARADO  
INGENIERO DEL RIESGO  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. 108-2010-CE-REPRELJ

  
INGRID YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. 108-2010-CE-REPRELJ

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Evaluar los peligros por caída de detritos y rocas, y flujo de detritos (ver Mapa 07), que pueden afectar a los servicios de la comunidad de Aquia.

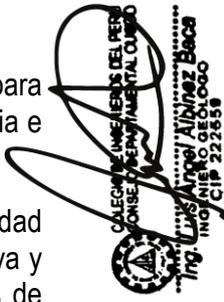
- Se recomienda difundir a la población sobre las zonas de riesgos y poner en conocimiento para que ellos mismos identifiquen los lugares donde no deberían ubicar sus viviendas o alguna infraestructura de interés público o privado.
- Para un mejor planteamiento y elección de las medidas de estabilización de taludes más adecuadas a las características de las zonas con mayores riesgos por deslizamientos se deberán realizar estudios detallados de geotecnia, hidrogeología, hidrología e hidráulica, donde se determine la magnitud del posible deslizamiento mediante análisis de estabilidad de taludes, en suelo y roca, que permitan estimar la ubicación de los probables planos de falla, envergadura de la masa deslizante y la influencia de cada medida a evaluar en el incremento de los factores de seguridad frente a los deslizamientos. Además, estos estudios servirán para un adecuado dimensionamiento de los sistemas de drenaje y subdrenaje.
- La campaña de investigación geotécnica a ejecutar deberá constar de perforaciones rotativas, calicatas manuales o mecánicas, trincheras en los depósitos en ladera, ensayos geofísicos MASW o MASW2D, refracción sísmica, ensayos de tomografía o sondajes eléctricos verticales. Además, se deberá realizar un reconocimiento y mapeo geotécnico detallado para identificar posibles estrías de falla en la cabecera de las laderas y estaciones geomecánicas en los afloramientos del macizo rocoso para de determinar la orientación de las principales familias de fallas y la clasificación geomecánica del macizo.
- A la Municipalidad Distrital de Aquia, impermeabilizar completamente de todos los canales de riego existentes que se encuentran en la superficie o sobre el cuerpo de deslizamiento. Asimismo, construir canales de coronación, canales colectores o subdrenes interceptores y torrenteras para evacuar los flujos superficiales y subsuperficiales. Sus dimensiones, tipos y ubicaciones serán definidos con estudios detallados de hidrología, hidráulica y geotecnia.
- Realizar un estudio integral de sistema de drenaje para evacuar las aguas pluviales en las zonas de deslizamiento, con el fin de identificar las zonas donde se ubicarían las infraestructuras complementarias para el manejo del drenaje superficial.
- Instalar un sistema de monitoreo de desplazamientos de los cuerpos de deslizamiento, para respaldar medidas de mitigación de desastres que puedan afectar al centro poblado Aquia e infraestructura hídricas y viales.
- El Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia deben incorporar acciones estratégicas referidas a la gestión prospectiva y correctiva del riesgo ante deslizamientos en el sector Aquia Cruz, en sus Instrumentos de gestión (a nivel regional, provincial y distrital), como el Plan de Desarrollo Local Concertado, Plan de Estratégico Institucional, entre otros.
- Hacer de conocimiento el escenario del riesgo del presente estudio a las entidades prestadoras de servicios básicos y públicos, para que puedan adoptar medidas de prevención y reducción del riesgo ante deslizamientos, y asegurar que el servicio no se vea afectado.
- A la Municipalidad Distrital de Aquia, prohibir el riego por inundación en los terrenos de cultivo, desarrollados en las laderas, con el fin de evitar el humedecimiento o saturación del terreno. Las zonas restringidas son principalmente la parte alta y los depósitos de deslizamiento activos e inactivos. Esta medida deberá mantenerse vigente hasta descartar una posible activación de los deslizamientos mediante los estudios específicos recomendados.



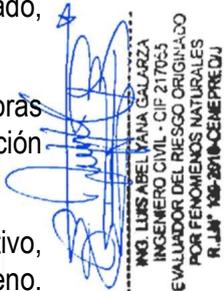
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



ING. LUIS ABEL ALVARADO BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. 100-2010-CE-REPRELU



ING. LUIS ABEL ALVARADO BECERRA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N. 100-2010-CE-REPRELU

- Al Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia, realizar campañas de sensibilización y asesoramiento técnico a la población dedicada a la actividad agropecuaria, a fin cambiar el tipo de riego de inundación al riego por goteo o aspersión, para minimizar la saturación del suelo y optimizar el uso del agua.
- Al Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia se recomienda realizar trabajos de sensibilización con los pobladores del sector Aquia Cruz, sobre temas relacionados a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo al que se encuentran expuestos, con la finalidad de que, cambien de aptitud frente al riesgo.
- Al Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Bolognesi y Municipalidad Distrital de Aquia se recomienda incluir en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, los resultados del presente estudio de evaluación de riesgos, con la finalidad de que las autoridades locales y regionales programen actividades, programas o proyectos de prevención y corrección ante el riesgo de desastres en la zona de influencia del cuerpo de deslizamiento.
- A la Municipalidad Distrital de Aquia, evaluar el estado estructural de las infraestructuras ubicadas en las zonas de influencia del cuerpo de deslizamiento con la finalidad de implementar medidas de corrección y evitar pérdidas en el patrimonio de las personas y de las entidades públicas y privadas.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL  
ING. Angel Alvaroz Becerra  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP 22298



ING. LUISBEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 108-2010CE/REPREDU

## BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2019). Identificación de puntos críticos con riesgo a inundaciones en ríos y quebradas 2019. Autoridad Nacional del Agua - Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4426>.
- Anddes, (2018). Estudio Geofísico Sísmico y Eléctrico de la Carretera Yanacancha - Conococha -Chaquitambo.
- ASF Data Search. (2023). [https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom=8.233&center=-75.974,-12.898&polygon=POLYGON\(\(-73.879%20-13.8064,-73.7906%20-13.8064,-73.7906%20-12.6883,-73.879%20-12.6883,-73.879%20-13.8064\)\)](https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom=8.233&center=-75.974,-12.898&polygon=POLYGON((-73.879%20-13.8064,-73.7906%20-13.8064,-73.7906%20-12.6883,-73.879%20-12.6883,-73.879%20-13.8064))).
- Benavides-Cáceres, V. E. (1956). Cretaceous system in northern Peru. Bulletin of the AMNH; v. 108, article 4. <https://digitallibrary.amnh.org/handle/2246/1023>.
- Briceño Cairampoma, D. (2022). Informe de Monitoreo Geotécnico y Sistemas de drenaje carretera Conococha – Yanacancha (km 11 al km 60) sector de la Comunidad Campesina de Aquia. Compañía Minera Antamina - Superintendencia de Geotecnia.
- Chang, L., y Alva, J., E., 1991, Deslizamientos y aluviones en el Perú: Lima, CISMID, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 128 p.
- Chirif Rivera, L. H., Rivera Cornejo, R., Santisteban Angeldonis, A., Villarreal Jaramillo, E., & Energéticos, I. G. M. y M. D. de R. M. y. (2008). Potential Evaluation of the Mineral Deposits in the Western Cordillera of the Ancash Region. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2179>.
- Cobbing, E. J., Sánchez Fernández, A. W., Martínez Valladares, W., & Zárate Olazabal, H. (1996). Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j – [Boletín A 76]. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/199>.
- Compañía Minera Antamina S.A. (2023), Datos históricos de precipitaciones pluviales máximas de 24 horas, Umbrales y precipitaciones absolutas (desde el año 2019 hasta 2023). Estaciones meteorológicas de Pachapaqui, Km 28 y PMS3.
- Dill, H. G., Bosse, H.-R., Henning, K.-H., Fricke, A., & Ahrendt, H. (1997). Mineralogical and chemical variations in hypogene and supergene kaolin deposits in a mobile fold belt the Central Andes of northwestern Peru. Mineralium Deposita, 32(2), 149-163. <https://doi.org/10.1007/s001260050081>.
- Estudio Geomorfológico del Km 28+000 de la carretera Conococha-Yanacancha. (2019). Compañía Minera Antamina - Superintendencia de Geotecnia.
- INAIEM. (2022). Boletín Hidrometeorológico 2020-2021. <https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/28463bdf-0b96-4c26-9dc5-7d73cc80f1df>.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET. (1985). Estudio Geodinámico de la cuenca del río Pativilca (Departamentos Ancash—Lima)—[Boletín C 8a]. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/253>.
- INGEMMET. (2021). Evaluación de peligros geológicos en el tramo del km 18+000 hasta el km 28+000 de la carretera Conococha-Aquia. Distrito de Aquia, provincia Bolognesi, departamento

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP Nº 88066

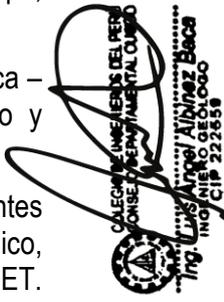
  
CALENDA MIEMBROS DEL PER  
CONSEJO ADMINISTRATIVO  
ING. Luis Ángel Alvarado Becerra  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CIP Nº 222858

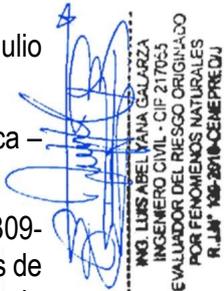
  
ING. LUIS ABEL VIANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALES  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. L. Nº 108-2010-CE/REPREDU

- de Ancash. Repositorio Institucional INGEMMET.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3538>
- Imágenes satelitales disponibles de la zona en el Google Earth, SAS PLANET de diferentes años (hasta el 2022).
  - Koerner, H., J., 1983, Zur Mechanic der Bergsturzstrome vom Huascaran, Perú, in Patzelt, G. ed., Die Berg – und Gletschersturze vom Huascarán, Cordillera Blanca, Perú: Hochgebirgsforschung Heft 6, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, p. 71–110.
  - Lionel Fídel Smoll, Bilberto Zabala (2007), Instituto Geológico Minero y Metalúrgico de Perú, INGEMMET, Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas), Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.
  - Machaca Sardon, C. M., Alván De la Cruz, A. A., & Torres González, D. E. (2021). Análisis de facies sedimentarias del Titoniano al Berriasiano en el grupo Chicama y la formación Chimú en el norte peruano. Repositorio Institucional INGEMMET.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4326>.
  - PROVINCIA BOLOGNESI. (2020). Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres de la provincia de Bolognesi 2020—2022 (Biblioteca SIGRID).  
<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/9799>.
  - Romero Fernández, D. (2008). The Cordillera Blanca fault system as structural control of the Jurassic-Cretaceous basin in central-northern Peru. Repositorio Institucional INGEMMET.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3806>.
  - Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill.
  - SENAMHI. (2022), Datos históricos de precipitaciones pluviales máximas de 24 horas, Umbrales y precipitaciones absolutas (desde el año 1964 hasta 2022). Estaciones meteorológicas de Milpo, Chavín y Chiquián.
  - Zavala Carrión, B. L. (2007). Susceptibilidad a los peligros geológicos en la carretera Pativilca – Conococha – Antamina. Departamentos de Lima y Ancash. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2327>.
  - Zavala Carrión, B. L., Valderrama Murillo, P. A., Pari Pinto, W., Luque Poma, G., & Barrantes Huamán, R. (2009). Riesgos geológicos en la región Ancash—[Boletín C 38]. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>.
  - Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Aquia 2021, Municipalidad de Aquia, abril - julio 2014.
  - ANA (Julio, 2014), Evaluación del Estado de la Calidad del Agua en la cuenca del Río Pativilca – Ancash – Lima (Monitoreo Participativo).
  - El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2022). Resolución Ministerial N° 309-2022-Vivienda del 28 de octubre del 2022. Por el cual aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2023. Recuperado de:  
[https://busquedas.elperuano.pe/download/full/FssZoGQcq\\_G9ntiSUzc8q4](https://busquedas.elperuano.pe/download/full/FssZoGQcq_G9ntiSUzc8q4).

  
 LUCIA VERONICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR MARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 88066

  
 CALIFICACIONES DEL PERU  
 CONSEJO NACIONAL QUIMICO  
 Ing. Luis Ángel Alvarado Becerra  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 222698

  
 ING. INGRID YANA GALZARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. I. N. N° 108-2010-CE-NEPREL-DJ

- Suplemento revista costos - Enero (2023). "Precios unitarios de partidas, obras de edificación y habilitación urbana". Recuperado de:  
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-ricardo-palma/costos-y-presupuestos/01-suplemento-revista-costos-enero-2023/47657568>.
- Ministerio de educación (2018). Resolución ministerial N° 499-2018-MINEDU del 11 de setiembre del 2018. Por el cual aprueban las Disposiciones sectoriales para las intervenciones de reconstrucción con fines de recuperación y rehabilitación mediante inversiones del sector educación comprendidas en el plan integral de reconstrucción con cambio. Recuperado de:  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/198047/RM\\_N\\_499-2018-MINEDU.pdf?v=1594239841](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/198047/RM_N_499-2018-MINEDU.pdf?v=1594239841).
- Boletín cuatrimestral N° 3 (2021). Observatorio de las Siembras y Perspectivas de la Producción Quinua. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Recuperado de:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1742360/Observatorio%20de%20las%20siembras%20y%20perspectivas%20de%20la%20producci%C3%B3n%20de%20quinua.pdf>
- Grupo Galego (2016). Guía de cultivo del eucalipto. Recuperado de:  
[https://www.campogalego.es/guia-de-cultivo-del-eucalipto/#:~:text=El%20marco%20de%20plantaci%C3%B3n%20aconsejado,\(1.111%20plantas%20por%20hect%C3%A1rea\)](https://www.campogalego.es/guia-de-cultivo-del-eucalipto/#:~:text=El%20marco%20de%20plantaci%C3%B3n%20aconsejado,(1.111%20plantas%20por%20hect%C3%A1rea))
- Agroptima Blog (2020). Cómo obtener la mayor rentabilidad con el cultivo de alfalfa. Recuperado de:  
<https://www.agroptima.com/es/blog/como-obtener-la-mayor-rentabilidad-con-el-cultivo-de-alfalfa/#:~:text=El%20rendimiento%20total%20del%20cultivo,40%20tonelada%20s%20de%20forraje>.
- ABC, JICA (2007). Manual de Gestión y Prevención de Desastres en Carretera.
- Suarez J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Universidad Nacional de Santander. Bucaramanga, Colombia.



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 88066



CALECIMA INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGISTRADO  
ING. Luis Ángel Alvarado Becerra  
INGENIERO GEOLÓGICO  
Reg. CIP N° 22298



ING. LISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINALES  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. 108-2010CE/REPREDU

# MAPAS



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



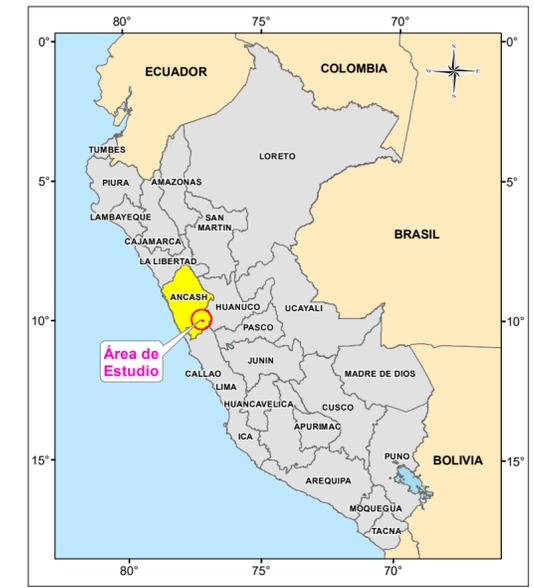
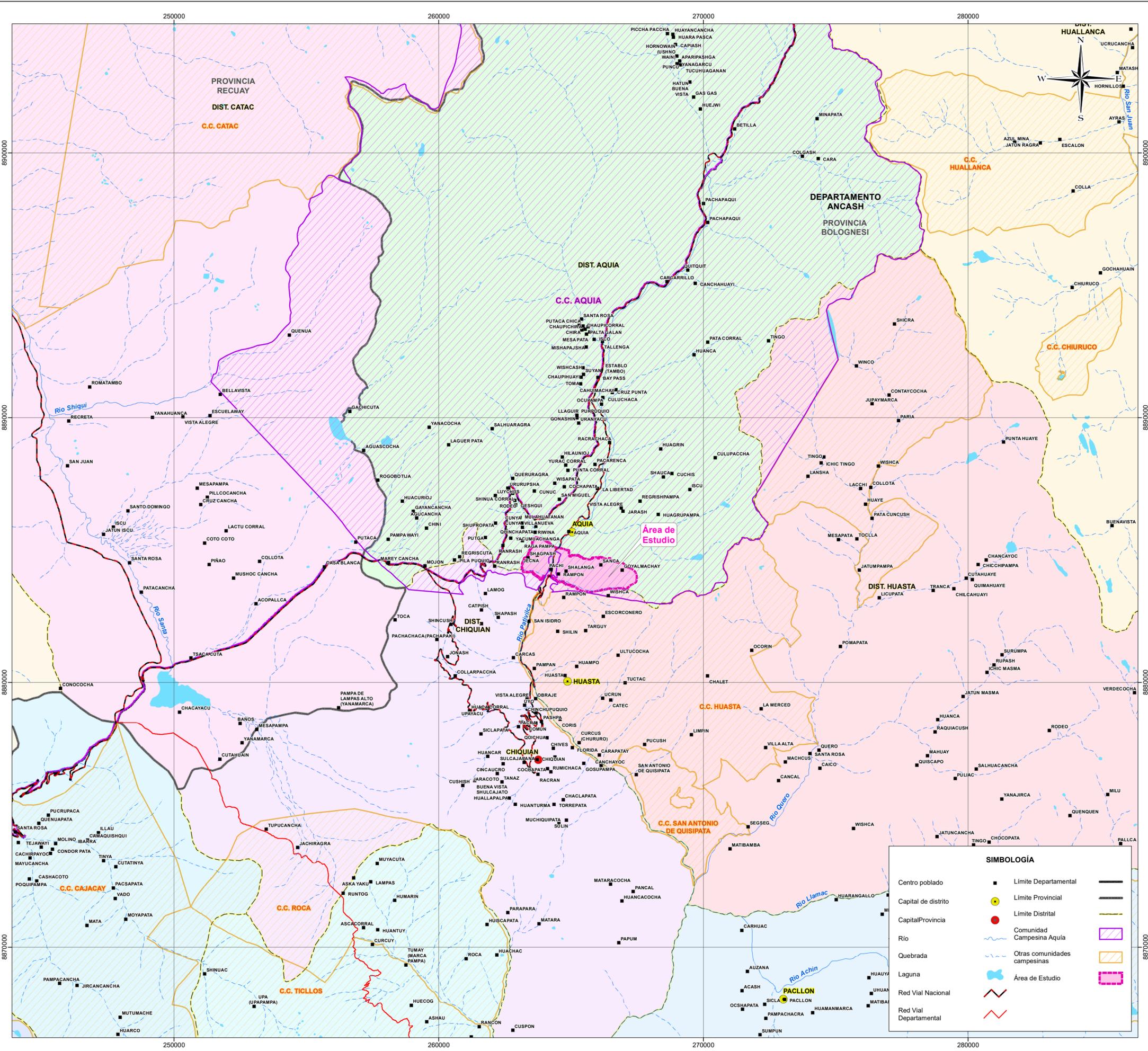
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066



CALECUM INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO REGULADOR NACIONAL  
Ing. Luis Arroyo Alvaroz Bacca  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222659



ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217065  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.M. N° 25710-CENEPREDU



**SIMBOLOGÍA**

Centro poblado	■	Limite Departamental	—
Capital de distrito	●	Limite Provincial	—
Capital/Provincia	●	Limite Distrital	—
Río	—	Comunidad Campesina Aquia	▨
Quebrada	—	Otras comunidades campesinas	▨
Laguna	—	Área de Estudio	▨
Red Vial Nacional	—		
Red Vial Departamental	—		

  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

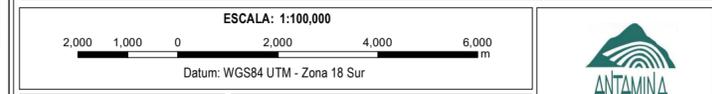
  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95066

  
 ING. LUIS ANSEL ALBINO BACA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 2010-CENEPREDJ  
 CIP 222558

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 INGENIERÍA GEOGRÁFICA

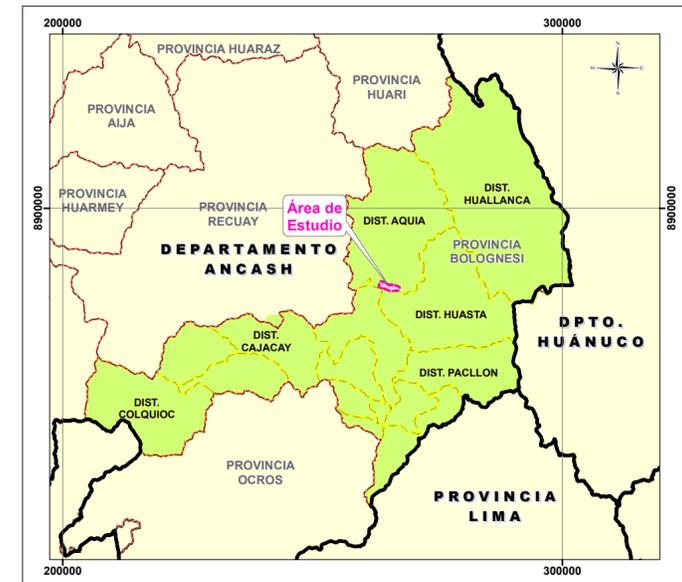
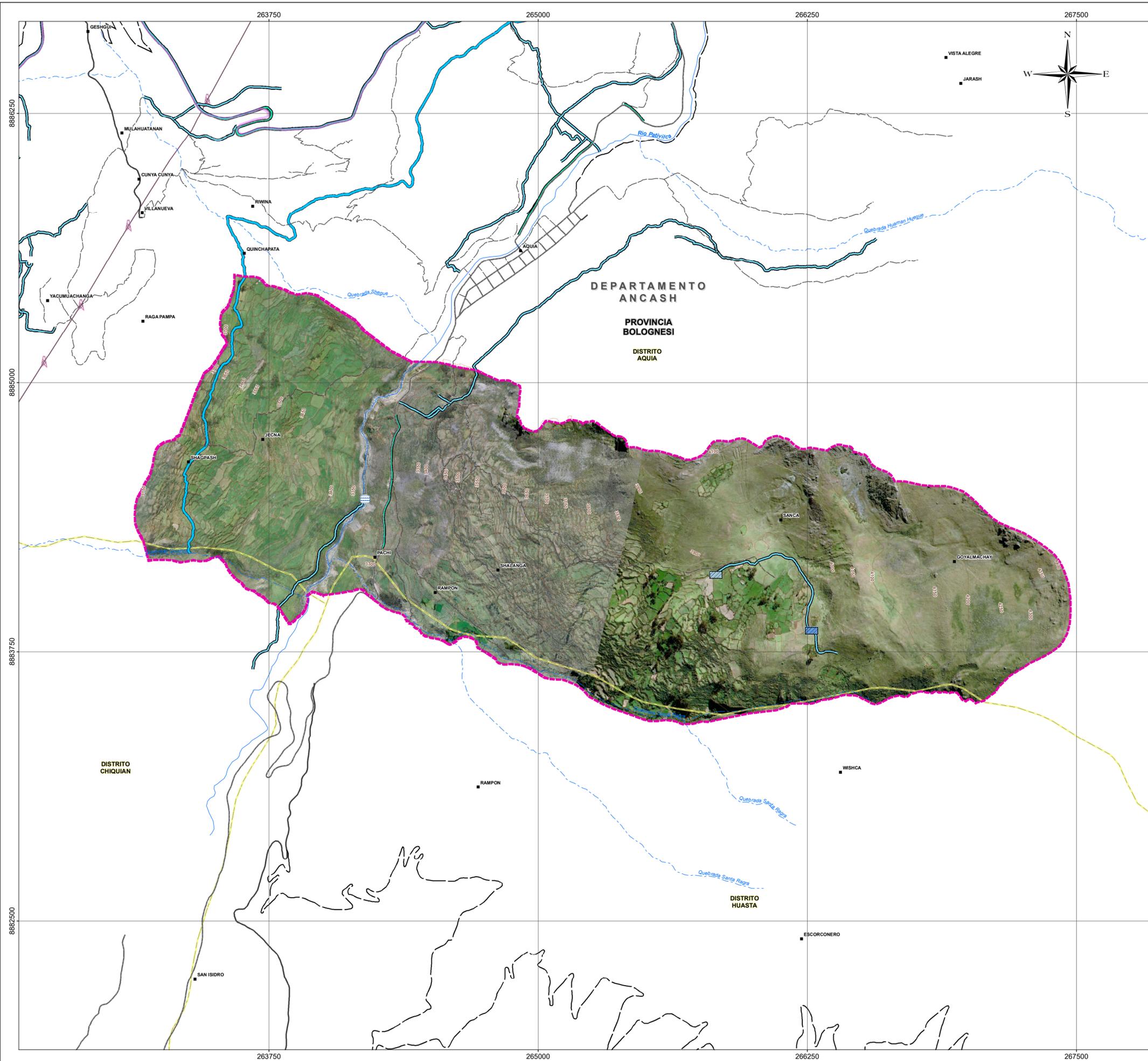
**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO : **MAPA DE UBICACIÓN**



ELABORADO POR:  PROYECTO: **MIN-2305** FECHA: **Diciembre, 2023** MAPA: **01**

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



*Lucía Verónica Paredes Solano*  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*Luis Abel Yana Galarza*  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 186-2018-CENEPREDJ

*Ing. Álvaro Albeiro Baco*  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL QUINUA  
 ING. ÁLVARO ALBEIRO BACO  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222658

**LEYENDA INFRAESTRUCTURA HÍDRICA**

Canal de abastecimiento	
C.H. Hidrandina	
Canal	
Cuneta	
Sistema de drenaje pluvial	

**SIMBOLOGÍA**

Centro poblado		Red Vial	
Bocatoma		Red Vial	
Reservorio agrícola cercano al canal		Trocha carrozable	
Reservorio agrícola entre estancias		Camino de herradura	
Río		Límite Distrital	
Quebrada		Límite Provincial	
Curvas principales		Áreas agropecuarias	
Curvas secundarias		Otras infraestructuras	
Líneas de transmisión		Vivienda	
Mineroducto		Área de Estudio	

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA BASE Y DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y PRIVADA**

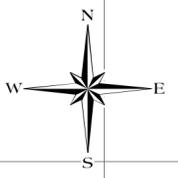
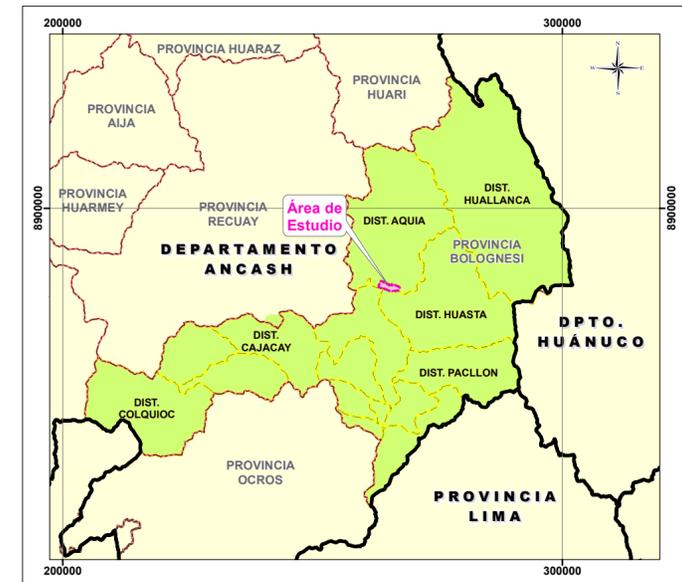
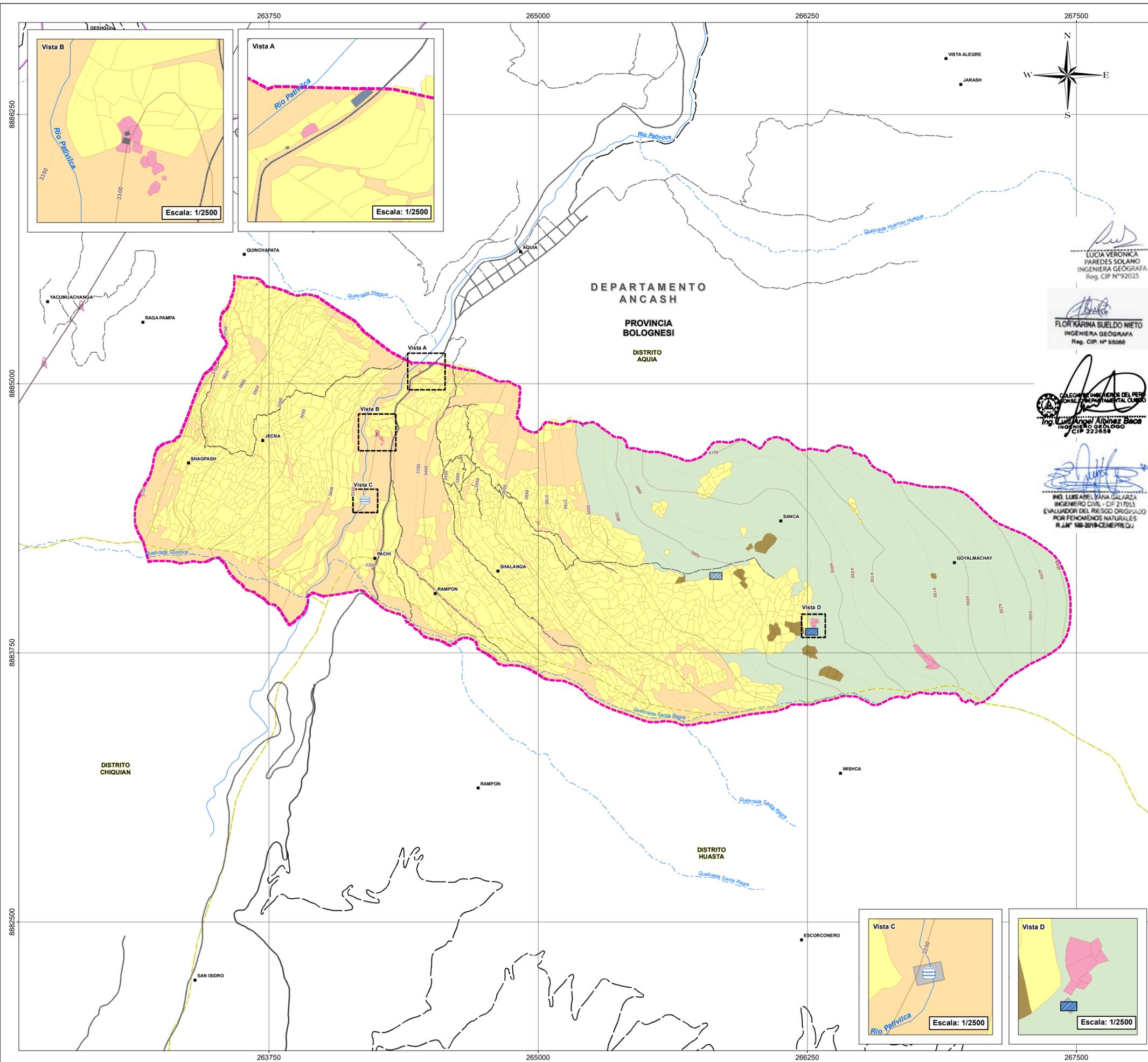
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: WALSH PERÚ      PROYECTO: MIN-2305      FECHA: Diciembre, 2023      MAPA: 02

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



*Lucía Verónica Paredes Solano*  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*Flor Karina Sueldo Nieto*  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 95086

*Ing. Luis Ángel Albino Baca*  
 COLEGIO INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUIBIO  
 Ing. Luis Ángel Albino Baca  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP N° 222658

*Ing. Lursabel Yana Galarza*  
 ING. LURSABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 106-2010-CE/NEPREDJ

Cobertura vegetal y uso de la tierra	
Vegetación herbácea y/o arbustiva	Simbología
Pajonal andino	Pj
<b>Matorral</b>	
Matorral arbustivo	Ma
<b>Terrenos agrícolas</b>	
Terreno agrícola	Agr
<b>Otras áreas relacionadas al uso ganadero</b>	
Corral	Cr
Estancias	Es
<b>Áreas urbanas-rural y/o otras infraestructuras</b>	
Área urbana - rural	Au

SIMBOLOGÍA			
Centro poblado	■	Red Vial Afirmada	—
Bocatoma	⊞	Red Vial Asfaltada	—
Reservorio agrícola cercano al canal	⊞	Trocha carrozable	—
Reservorio agrícola entre estancias	⊞	Camino de herradura	—
Río	—	Límite Distrital	—
Quebrada	—	Límite Provincial	—
Curvas principales	—	Áreas agropecuarias	—
Curvas secundarias	—	Otras infraestructuras	—
Líneas de transmisión	—	Vivienda	—
Mineroducto	—	Área de Estudio	—

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO:  
**MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL**

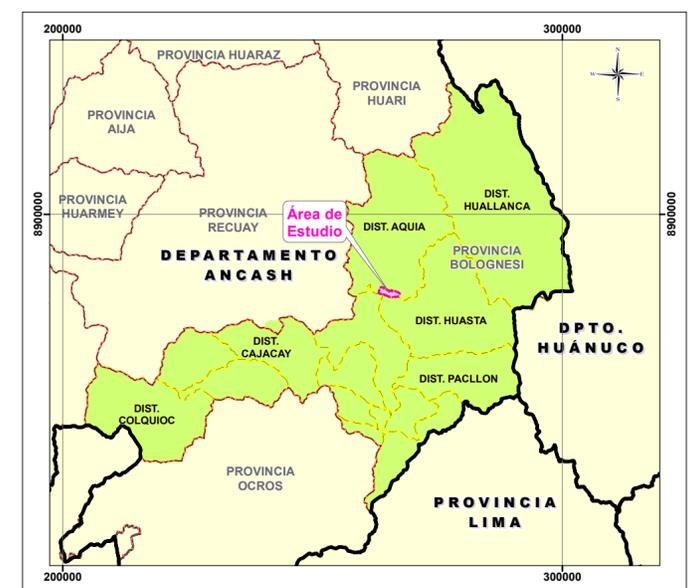
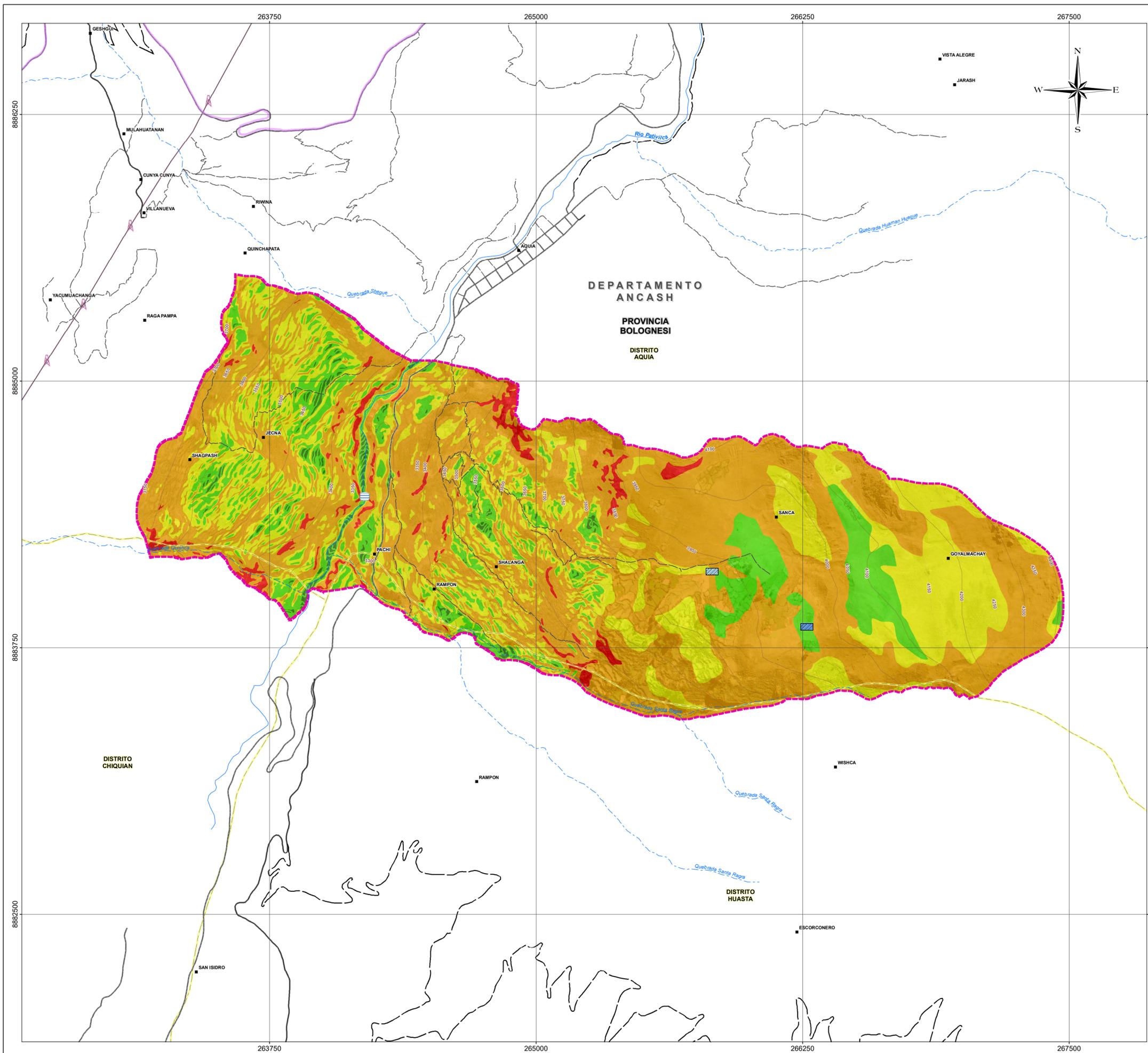
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: **Walsh Perú**      PROYECTO: MIN-2305      FECHA: Diciembre, 2023      MAPA: 03

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



*[Signature]*  
**LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 55066

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217025  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 106-2010-CENEPROJ

*[Signature]*  
**Ing. Luis Ángel Albino Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222658

Unidad de Pendiente	Rango (°)
Terrenos llanos y pendiente suave	$P < 5^\circ$
Pendiente moderada	$5^\circ < P < 15^\circ$
Pendiente fuerte	$15^\circ < P < 25^\circ$
Pendiente muy fuerte o escarpado	$25^\circ < P < 45^\circ$
Pendiente muy escarpada	$45^\circ < P$

**SIMBOLOGÍA**

Centro poblado	Red Vial Afirmada	
Bocatoma	Red Vial Asfaltada	
Reservorio agrícola cercano al canal	Trocha carrozable	
Reservorio agrícola entre estancias	Camino de herradura	
Río	Límite Distrital	
Quebrada	Límite Provincial	
Curvas principales	Otras infraestructuras	
Curvas secundarias	Vivienda	
Líneas de transmisión	Área de Estudio	
Mineroducto		

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO:  
**MAPA DE PENDIENTES**

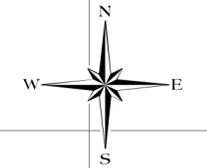
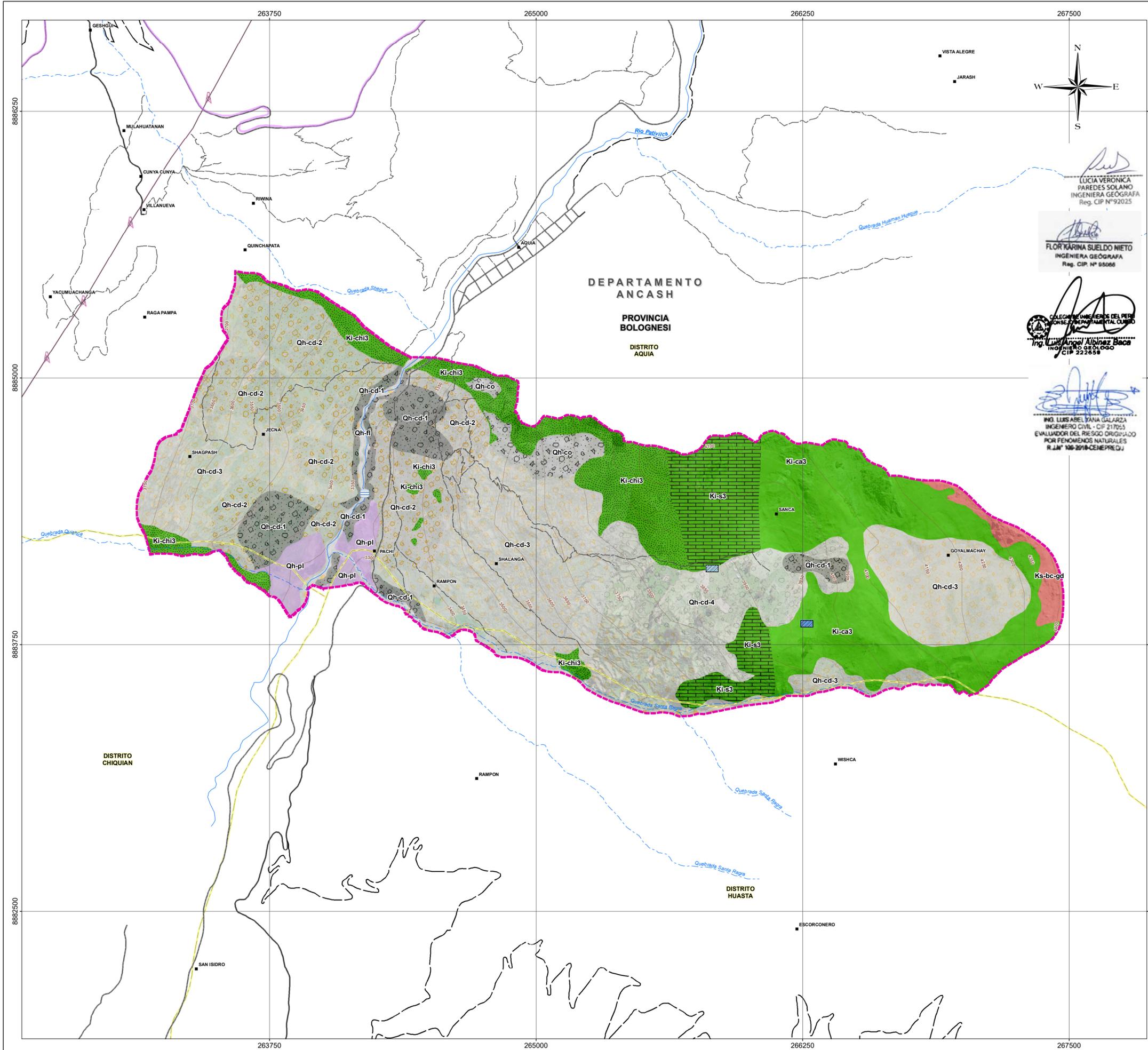
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: **Walsh Perú**      PROYECTO: **MIN-2305**      FECHA: **Diciembre, 2023**      MAPA: **04**

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).

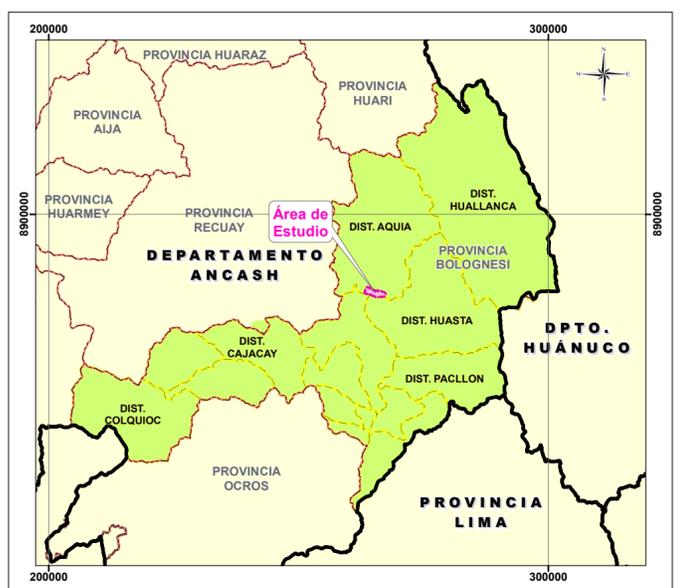


LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 95666

INGENIEROS DEL PERÚ  
ING. LUIS ANGELO ALVAREZ BACA  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222658

ING. LUIS ABEL JANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217025  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.L.N° 186-2018-CENEPREDU



LEYENDA DE MAPA GEOLÓGICO LOCAL

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD	SIMBOLO
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósito proluvial	Qh-pl
			Depósito Coluvial de caída	Qh-cd-1
			Depósito fluvial	Qh-fl
			Depósito Coluvio-deluvial 1	Qh-cd-1
			Depósito Coluvio-deluvial 2	Qh-cd-2
			Depósito Coluvio-deluvial 3	Qh-cd-3
MESOZOICO	CRETÁCEO	SUPERIOR	Batólito de la Costa	Ks-bc-gd
			Formación Carhuaz	Ki-ca3
		INFERIOR	Gpo. Goyllarisquiza	Ki-s3
			Formación Santa	Ki-s3
			Formación Chimú	Ki-chi3

**SIMBOLOGÍA**

Centro poblado	Red Vial Afirmada	Reservorio agrícola cercano al canal	Trocha carrozable	Camino de herradura	Límite Distrital	Límite Provincial	Otras infraestructuras	Vivienda	Área de Estudio
Bocatoma	Red Vial Asfaltada	Reservorio agrícola entre estancias							
Río		Quebrada							
Curvas principales		Curvas secundarias							
Líneas de transmisión		Mineroducto							

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA GEOLÓGICO**

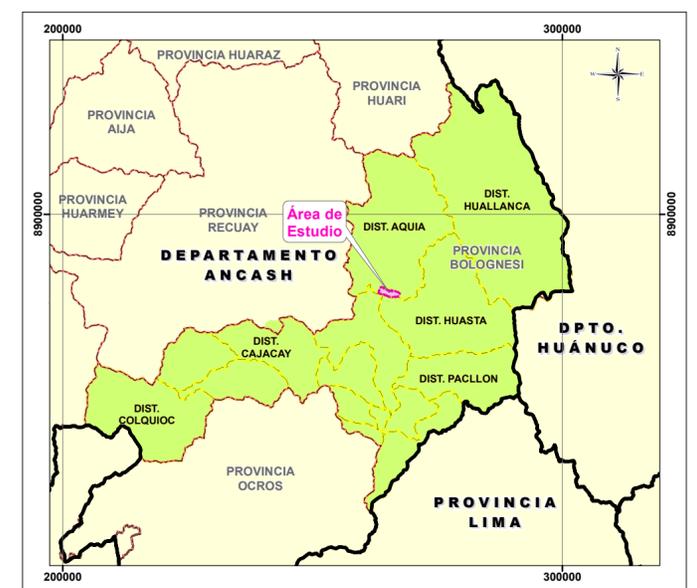
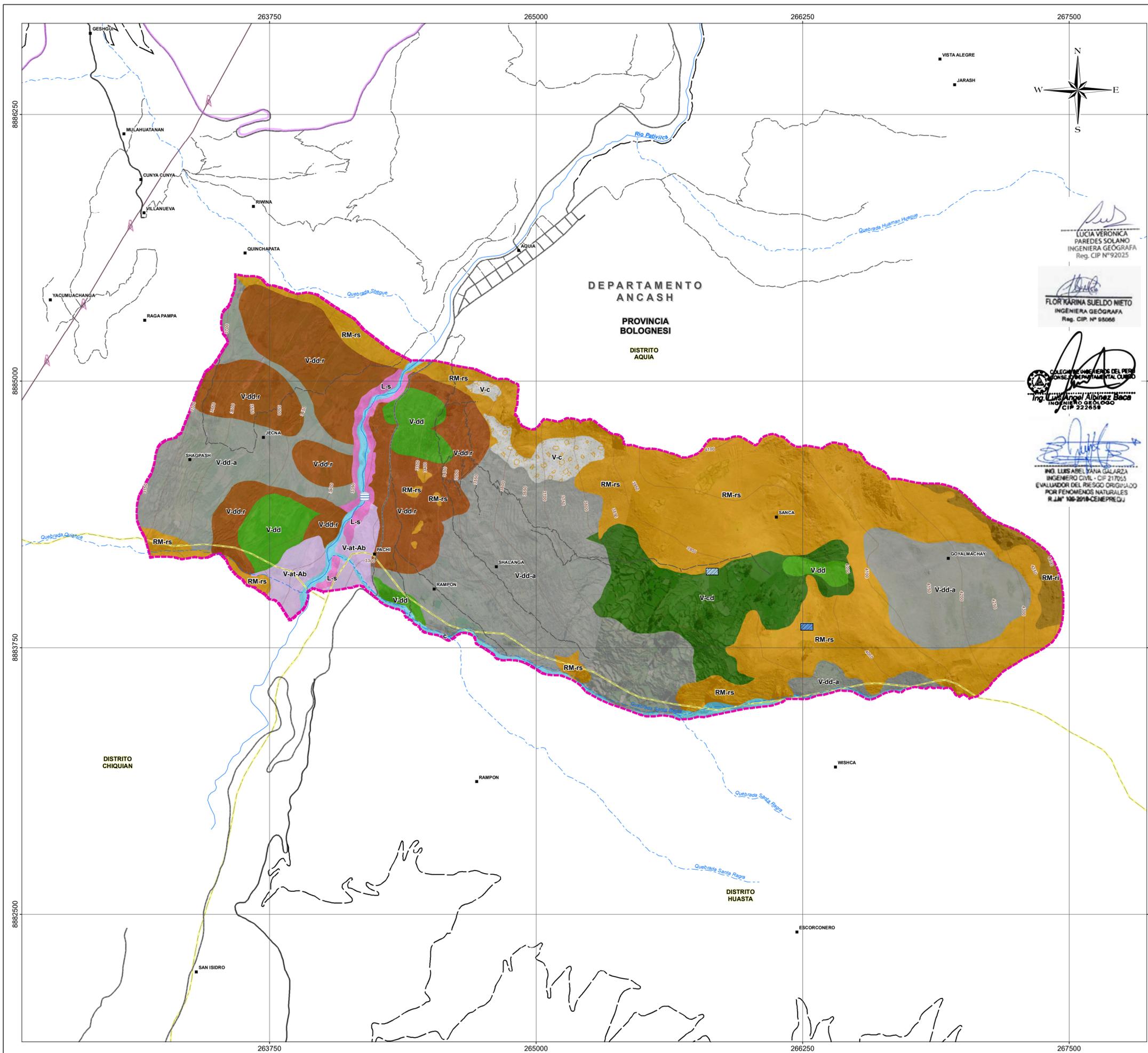
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

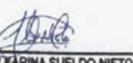
Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: **Walsh Perú**      PROYECTO: **MIN-2305**      FECHA: **Diciembre, 2023**      MAPA: **05**

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



  
**LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95066

  
**ING. LUIS ÁNGEL ALVARADO BECA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222658

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 16-2010-CE/NEPREDU

LEYENDA GEOMORFOLÓGICA			
Origen	Tipo de paisaje	Unidad Geomorfológica	Simbolo
ÍGNEO	Montaña	Montaña en roca intrusiva	RM-ri
		Montaña en roca sedimentaria	RM-rs
SEDIMENTARIO	Coluvial	Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd
		Vertiente con depósito de deslizamiento reactivado	V-dd.r
		Vertiente con depósito de deslizamiento antiguo	V-dd-a
		Vertiente coluvio-deluvial	V-cd
		Vertiente coluvial	V-c
		Vertiente aluvio-torrencial - Abanico	V-at-Ab
	Ladera	Ladera de socavamiento	L-s
Proluvial	Cauce fluvial y proluvial	c	

SIMBOLOGÍA		
Centro poblado	Red Vial	
Bocatoma	Red Vial	
Reservorio agrícola cercano al canal	Trocha carrozable	
Reservorio agrícola entre estancias	Camino de herradura	
Río	Límite Distrital	
Quebrada	Límite Provincial	
Curvas principales	Otras infraestructuras	
Curvas secundarias	Vivienda	
Líneas de transmisión	Área de Estudio	
Mineroducto		

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA GEOMORFOLÓGICO**

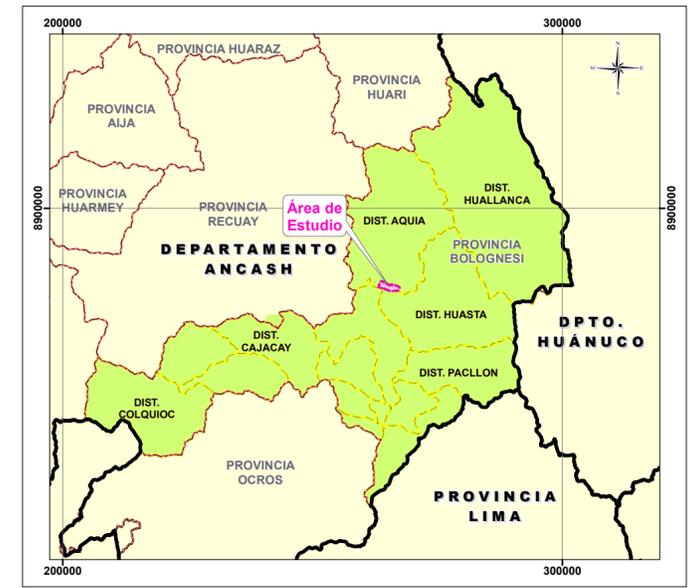
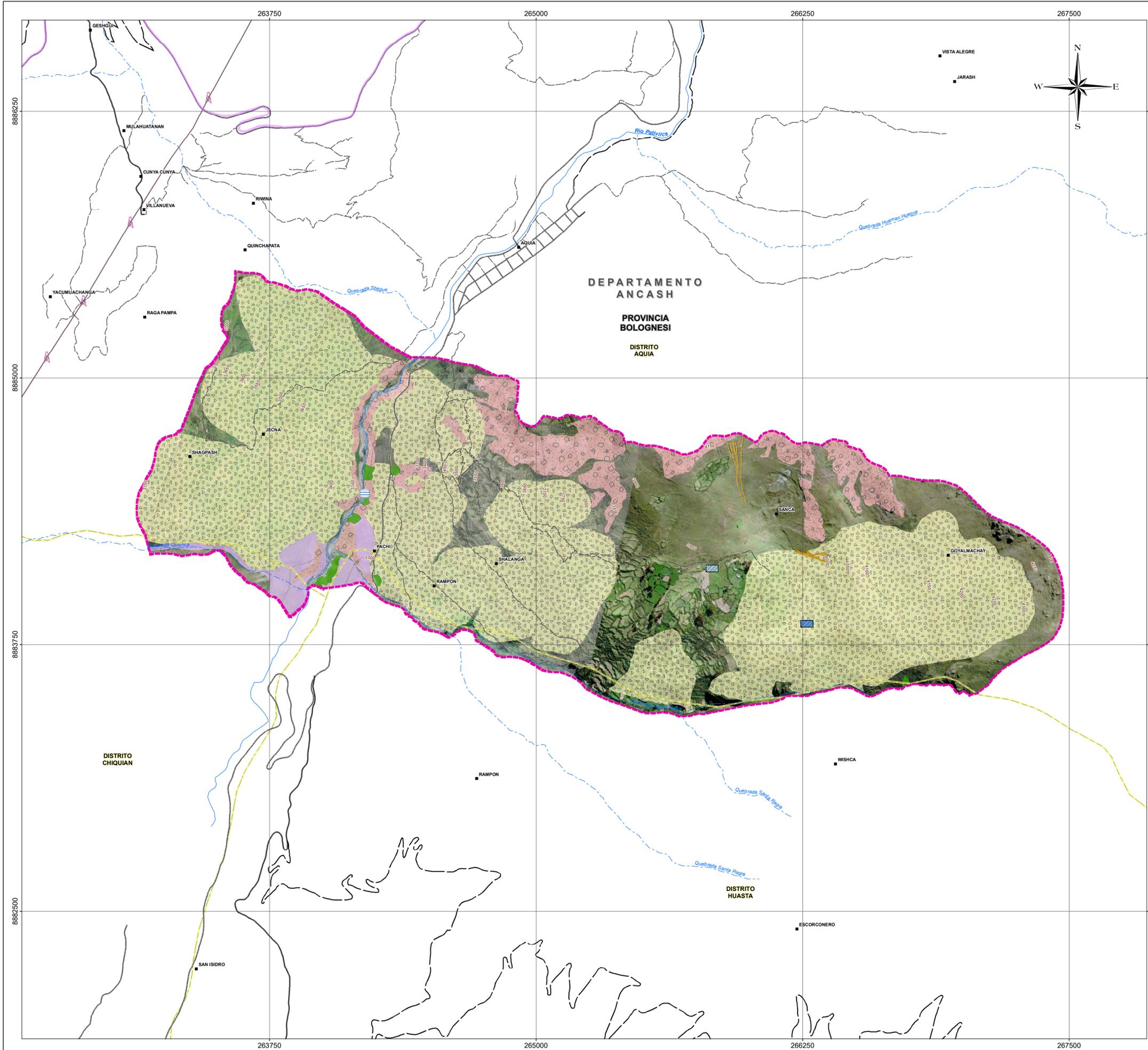
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR:       PROYECTO: MIN-2305      FECHA: Diciembre, 2023      MAPA: 06

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95086

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALLARDO  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. Nº 2010-CEPREDEJ

  
 CATEGORÍA INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL QUINCE  
 Ing. Luis Ángel Alvaréz Baca  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222658

**GEODINÁMICA EXTERNA**

Caída de rocas y detritos	
Cárcavas	
Derrumbe	
Flujo de detritos	
Deslizamiento rotacional	

**SIMBOLOGÍA**

Centro poblado		Red Vial Afirmada	
Bocatoma		Red Vial Asfaltada	
Reservorio agrícola cercano al canal		Trocha carrozable	
Reservorio agrícola entre estancias		Camino de herradura	
Río		Límite Distrital	
Quebrada		Límite Provincial	
Curvas principales		Otras infraestructuras	
Curvas secundarias		Vivienda	
Líneas de transmisión		Área de Estudio	
Mineroducto			

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO : **MAPA GEODINÁMICO**

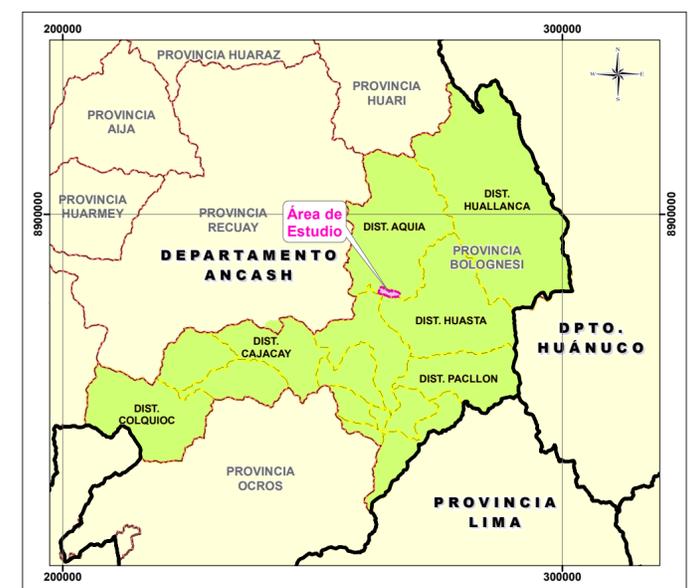
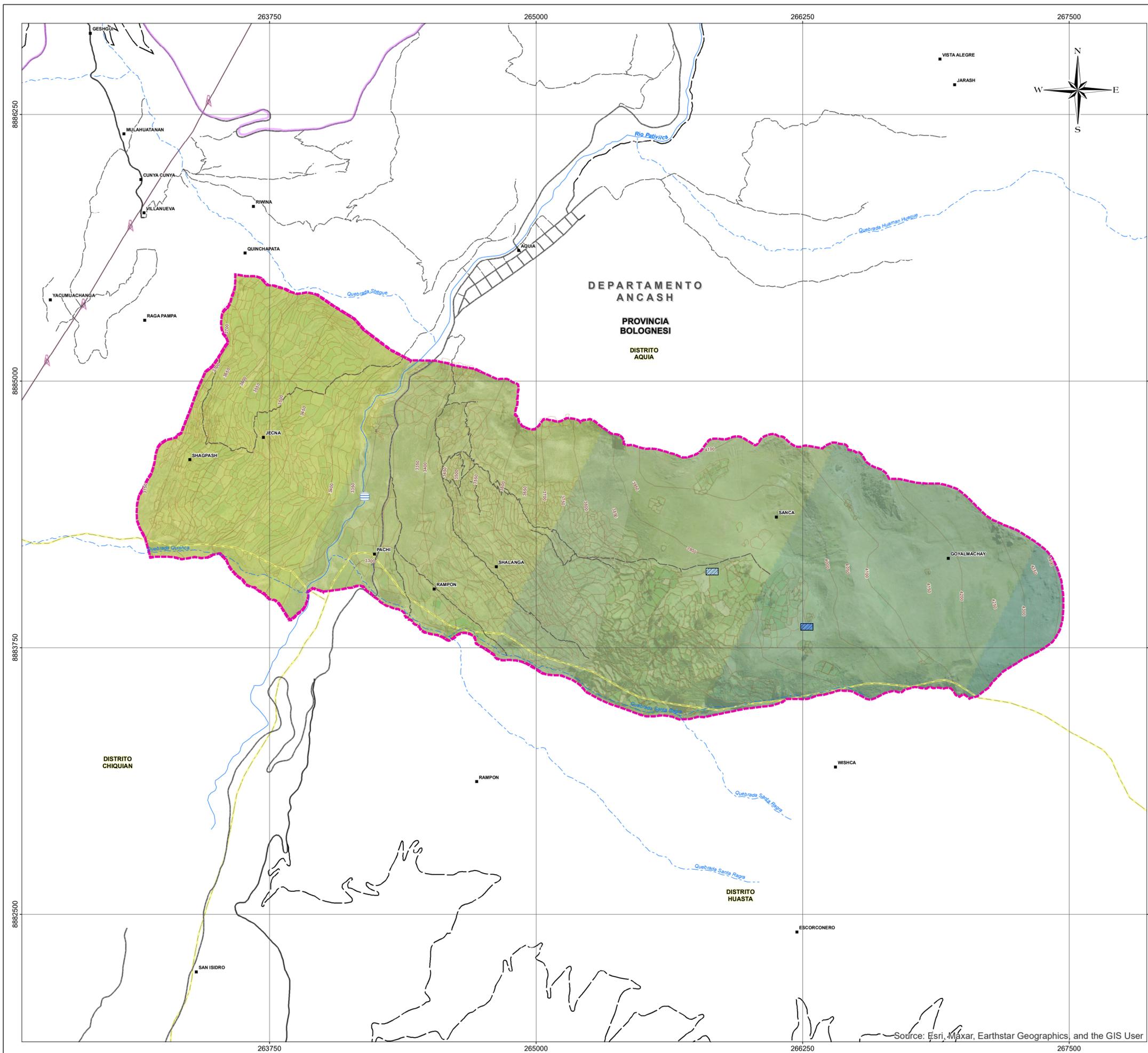
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR:  WALSH PERÚ      PROYECTO: MIN-2305      FECHA: Diciembre, 2023      MAPA: 07

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95066

  
 ING. LUIS ÁNGEL ALVARADO BAZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 186-2010-CEMOPREDU

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 Ing. Luis Ángel Alvarado Baza  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222556

Umbral de precipitación	Isoyetas
Extremadamente lluvioso RR > 24.0 mm	51 - 52 mm
	52 - 53 mm
	53 - 54 mm
	54 - 55 mm
	55 - 56 mm

SIMBOLOGÍA		
Centro poblado	■	Red Vial
Bocatoma	⊞	Red Vial
Reservorio agrícola cercano al canal	▨	Trocha carrozable
Reservorio agrícola entre estancias	▩	Camino de herradura
Río	~	Límite Distrital
Quebrada	~	Límite Provincial
Curvas principales	~	Áreas agropecuarias
Curvas secundarias	~	Otras infraestructuras
Líneas de transmisión	—	Vivienda
Mineroducto	—	Área de Estudio

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA DE PRECIPITACIÓN CON PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS**

DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

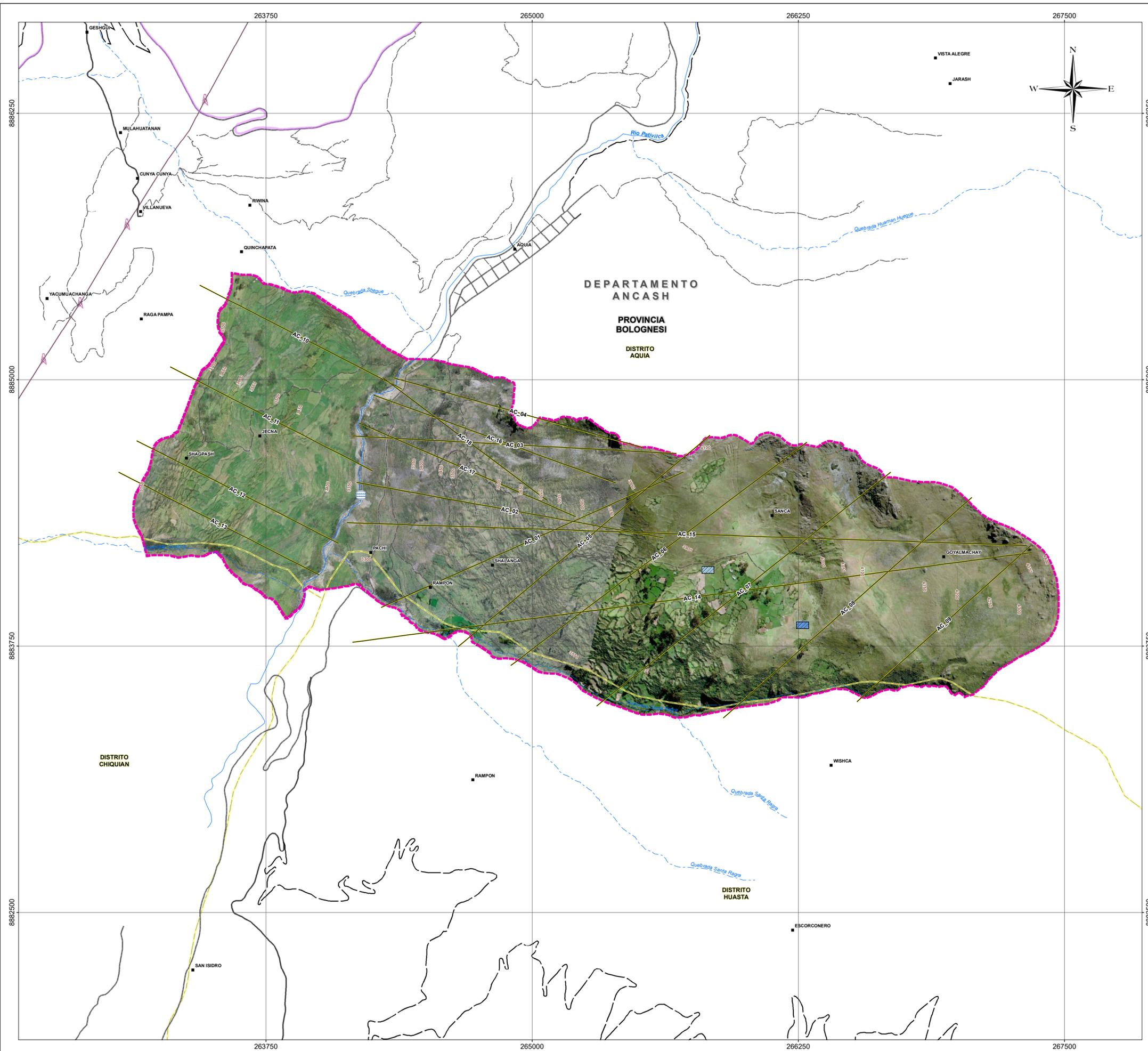
ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR:       PROYECTO: MIN-2305      FECHA: Diciembre, 2023      MAPA: 08

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User



*Lucía Verónica Paredes Solano*  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*Flor Karina Sueldo Nieto*  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95056

*Luis Abel Yana Galarza*  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 186-2018-CEPREDECJ

*Luciano Alavez Baco*  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL QUINCE  
 Ing. Luciano Alavez Baco  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222656

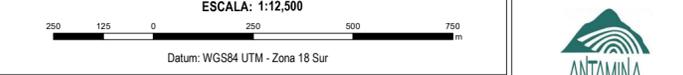
**LEYENDA**  
 Ubicación de perfiles de estabilidad de taludes

SIMBOLOGÍA	
Centro poblado	Red Vial
Bocatoma	Red Vial
Reservorio agrícola cercano al canal	Trocha carrozable
Reservorio agrícola entre estancias	Camino de herradura
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Curvas principales	Otras infraestructuras
Curvas secundarias	Vivienda
Líneas de transmisión	Área de Estudio
Mineroducto	

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA DE UBICACIÓN DE PERFILES DE ESTABILIDAD DE TALUDES**

DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA



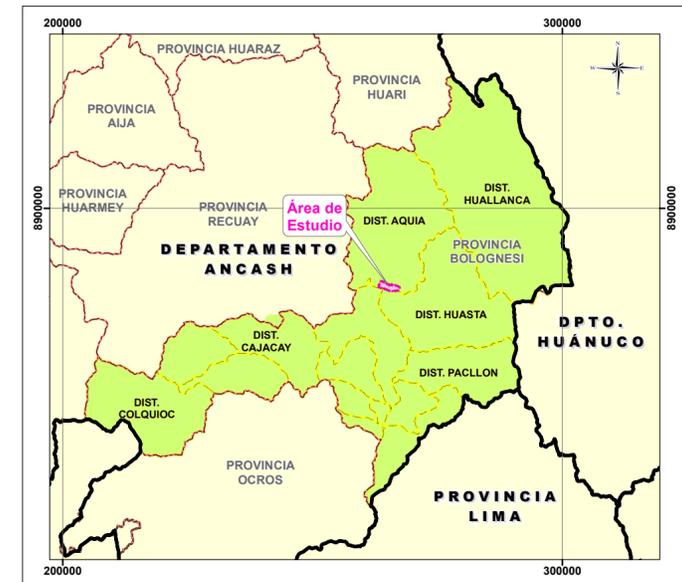
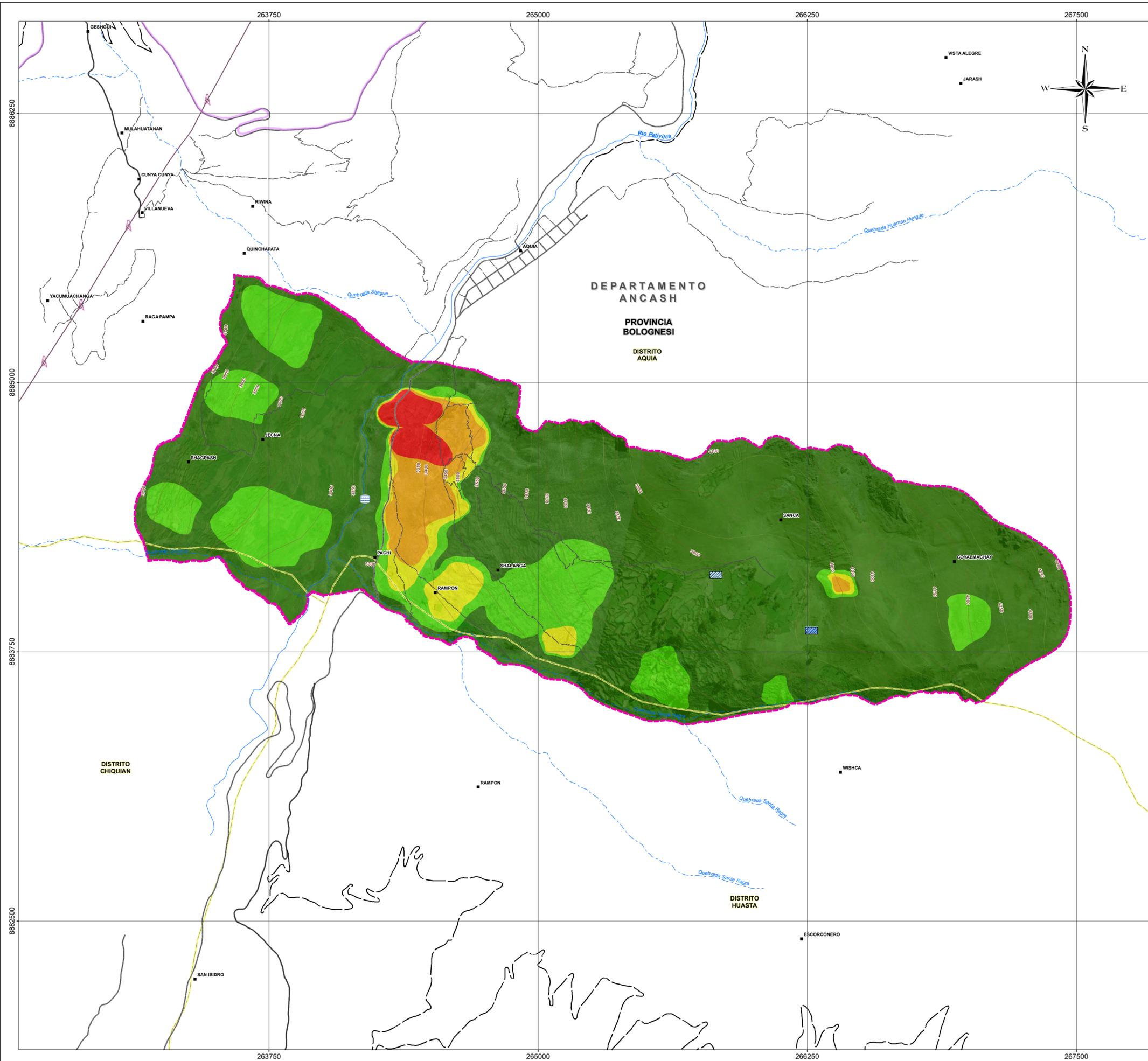
ELABORADO POR:  
 Walsh Perú

PROYECTO:  
 MIN-2305

FECHA:  
 Diciembre, 2023



FUENTE:  
 Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRÁFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRÁFA  
 Reg. CIP. N° 95066

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.J.M. N° 100-2018-CENEPRODU

  
 CALIFICADO EN INGENIERÍA DEL PERÚ  
 INGENIERO GEOLÓGICO  
 Ing. Luis Angel Albinz Baca  
 INGENIERO GEOLÓGICO  
 R.J.M. N° 222658

**LEYENDA  
FACTOR DE SEGURIDAD**

$FS < 1.00$	Red
$1.00 < FS <= 1.25$	Naranja
$1.25 < FS <= 1.50$	Amarillo
$1.50 < FS <= 2.00$	Verde claro
$FS > 2.00$	Verde oscuro

**SIMBOLOGÍA**

Centro poblado	Red Vial	Red Vial
Bocatoma	Red Vial	Trocha carrozable
Reservorio agrícola cercano al canal	Trocha carrozable	Camino de herradura
Reservorio agrícola entre estancias	Camino de herradura	Límite Distrital
Río	Límite Distrital	Límite Provincial
Quebrada	Límite Provincial	Otras infraestructuras
Curvas principales	Otras infraestructuras	Vivienda
Curvas secundarias	Vivienda	Área de Estudio
Líneas de transmisión	Área de Estudio	
Mineroducto		

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO : **MAPA DE PARÁMETROS DE EVALUACIÓN FACTOR DE SEGURIDAD**

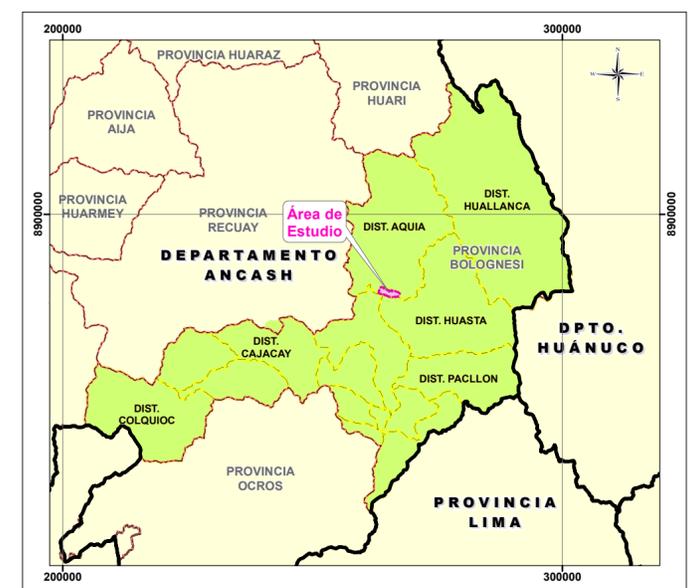
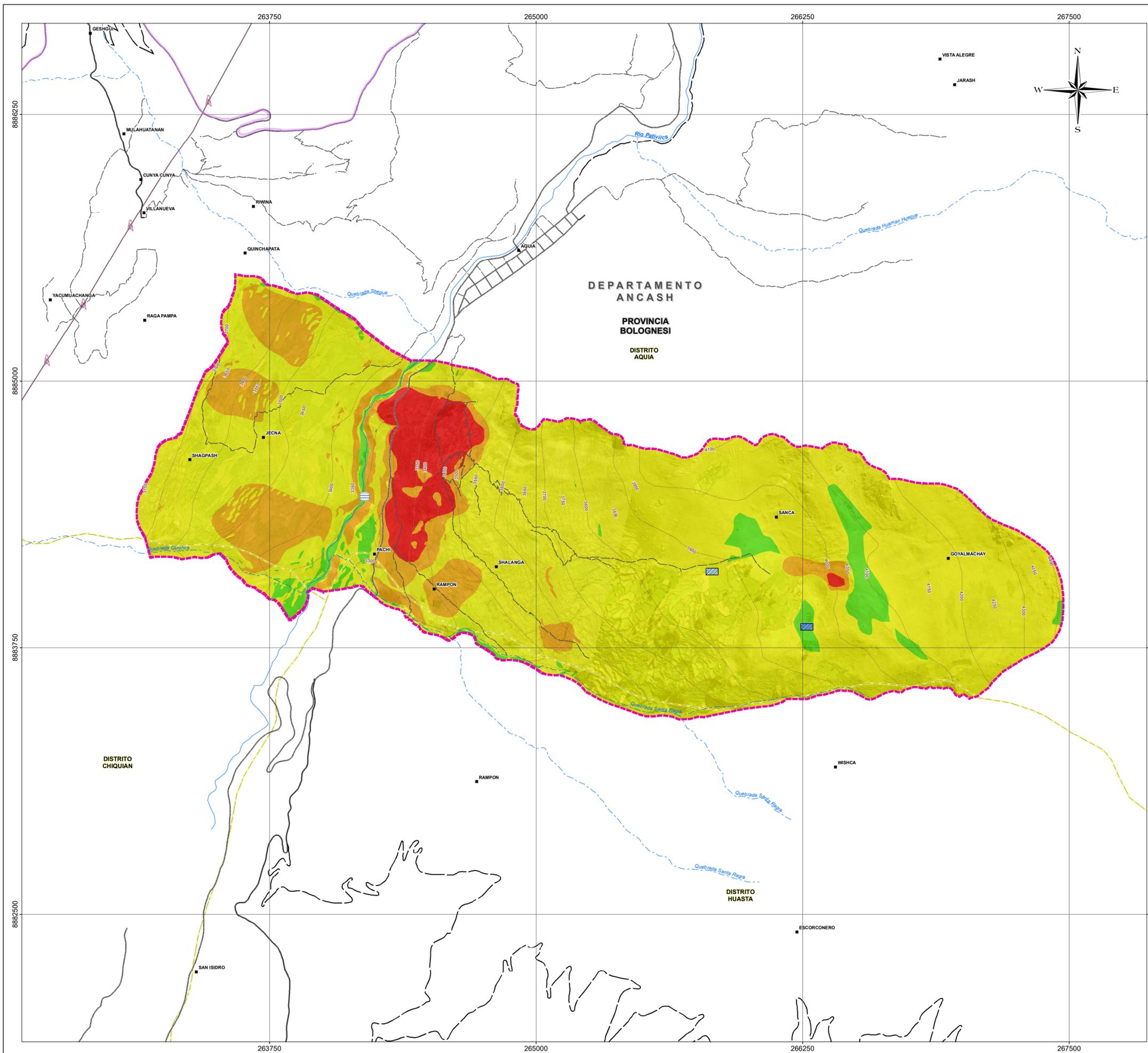
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR:       PROYECTO: MIN-2305      FECHA: Diciembre, 2023      MAPA: 10

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



*Lucía Verónica Paredes Solano*  
 LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*Flor Karina Sueldo Nieto*  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 89066

*Ingeniero Abel Yana Galarza*  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 186-2016-CEPREDAJ

*Ingeniero Albin Baco*  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL QUINUA  
 ING. ALBIN ALBINO BACO  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222656

NIVEL	RANGO
Peligro Muy Alto	0.256 < P ≤ 0.494
Peligro Alto	0.138 < P ≤ 0.256
Peligro Medio	0.074 < P ≤ 0.138
Peligro Bajo	0.038 ≤ P ≤ 0.074

SIMBOLOGÍA		
Centro poblado	Red Vial Afirmada	Reservorio agrícola cercano al canal
Bocatoma	Red Vial Asfaltada	Reservorio agrícola entre estancias
Reservorio agrícola cercano al canal	Trocha carrozable	Río
Reservorio agrícola entre estancias	Camino de herradura	Quebrada
Río	Límite Distrital	Curvas principales
Quebrada	Límite Provincial	Curvas secundarias
Curvas principales	Áreas agropecuarias	Líneas de transmisión
Curvas secundarias	Otras infraestructuras	Mineroducto
Líneas de transmisión	Vivienda	
Mineroducto	Área de Estudio	

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA DE NIVELES DE PELIGROS**

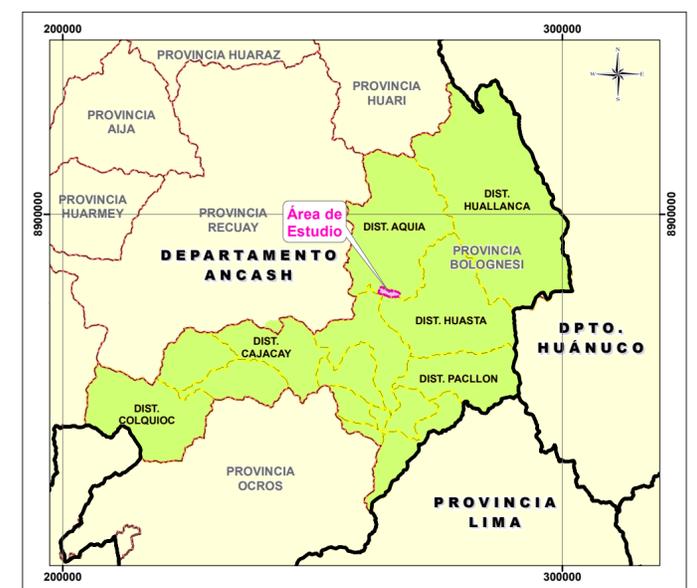
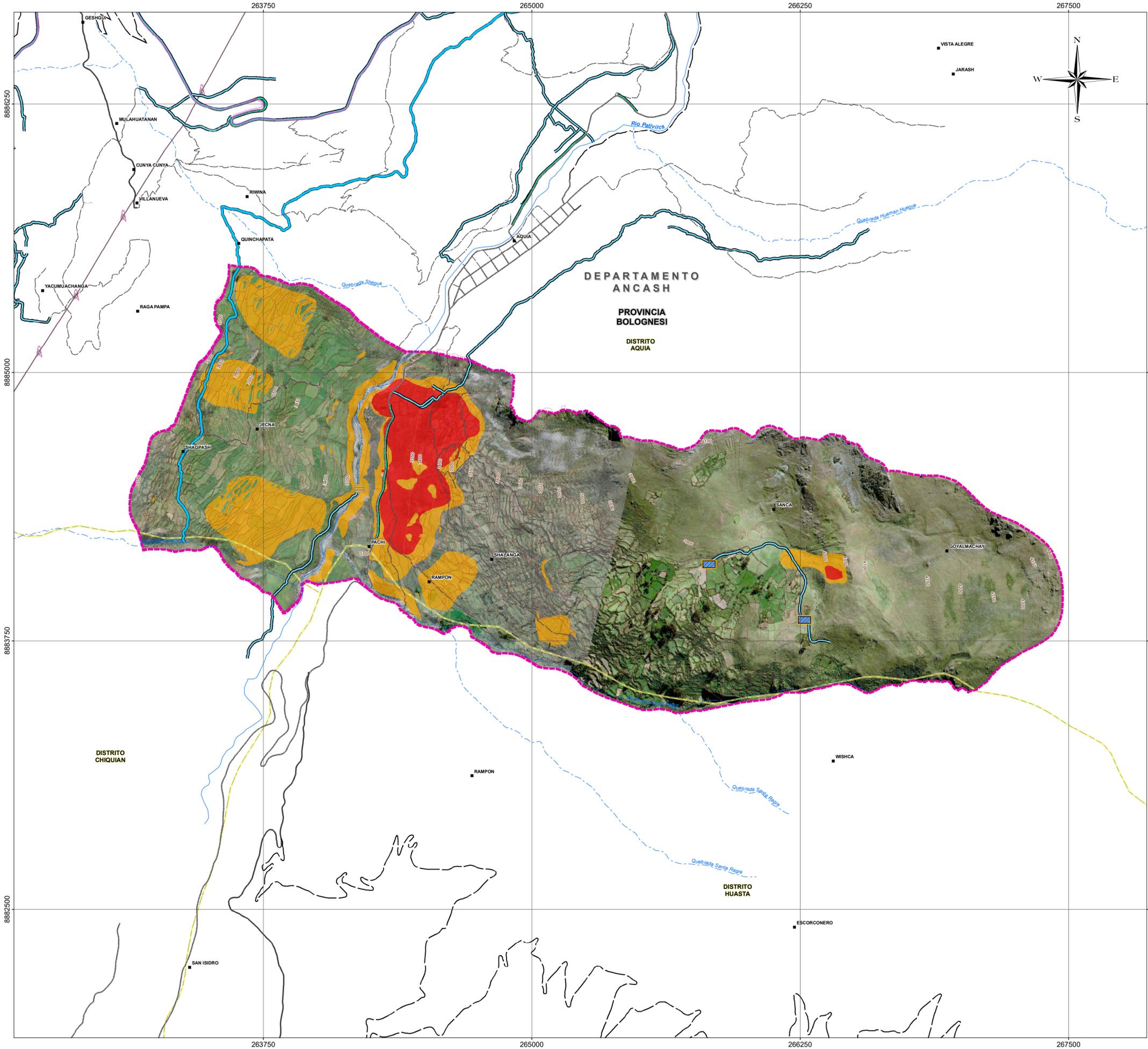
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: **Walsh Perú**      PROYECTO: **MIN-2305**      FECHA: **Diciembre, 2023**      MAPA: **11**

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



*[Signature]*  
**LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95056

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 186-2016-CE/REPEJ

*[Signature]*  
**ING. LUIS ANTONIO ALBINO BACA**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222656

**NIVEL DE EXPOSICIÓN**

Nivel Muy Alto	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red;"></span>
Nivel Alto	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange;"></span>

**SIMBOLOGÍA**

Centro poblado	Mineroducto	Límite Distrital
Bocatoma	Canal de abastecimiento	Límite Provincial
Reservorio agrícola cercano al canal	C.H. Hidrandina	Áreas agropecuarias
Reservorio agrícola entre estancias	Canal	Otras infraestructuras
Río	Cuneta	Vivienda
Quebrada	Sistema de drenaje pluvial	Área de Estudio
Curvas principales	Red Vial Afirmada	
Curvas secundarias	Red Vial Asfaltada	
Líneas de transmisión	Trocha carrozable	
	Camino de herradura	

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS**

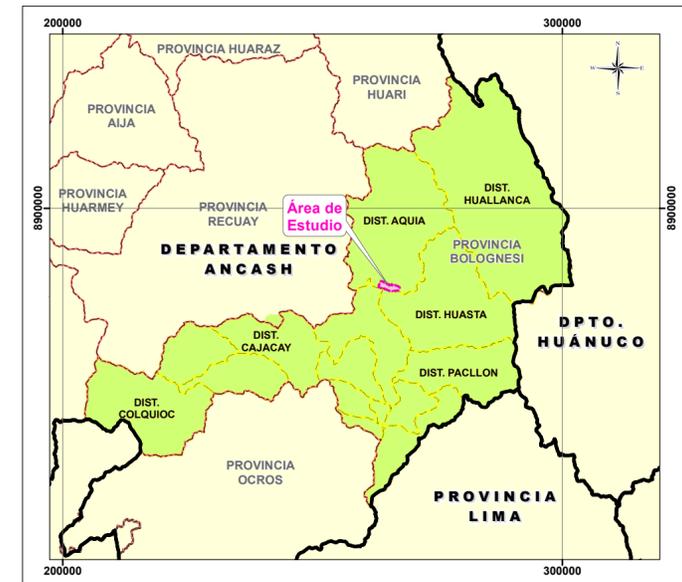
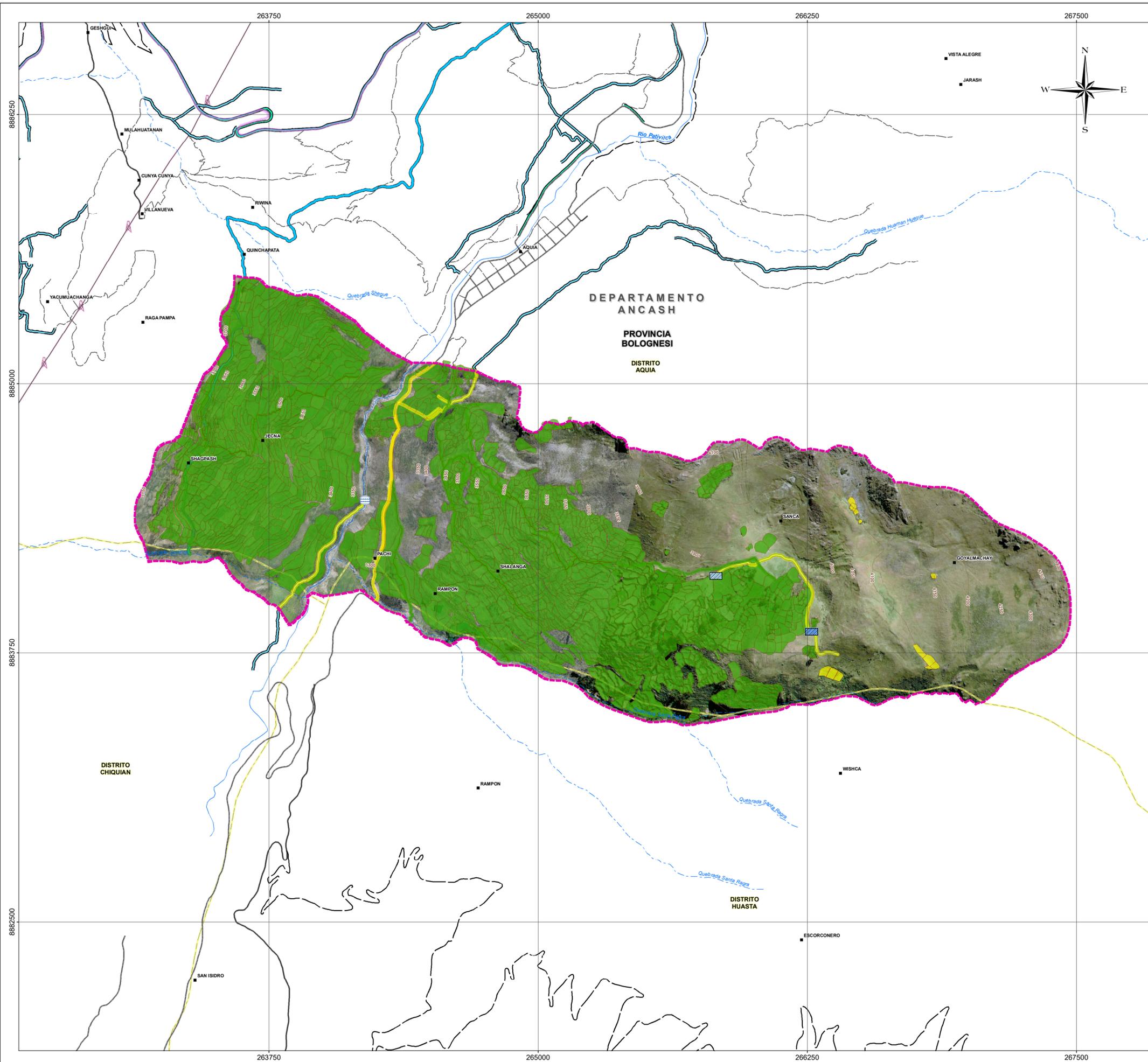
DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: **Walsh Perú**      PROYECTO: **MIN-2305**      FECHA: **Diciembre, 2023**      MAPA: **12**

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



  
**LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95056

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 185-2018-CENEPREDEJ

  
**ING. LUIS ARÍSTIDES ALVARADO**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222656

NIVEL DE VULNERABILIDAD	RANGO
Vulnerabilidad Muy Alta	0.263 < V ≤ 0.454
Vulnerabilidad Alta	0.149 < V ≤ 0.263
Vulnerabilidad Media	0.083 < V ≤ 0.149
Vulnerabilidad Baja	0.051 < V ≤ 0.083

SIMBOLOGÍA			
Centro poblado	Mineroducto	Límite Distrital	
Bocatoma	Canal de abastecimiento	Límite Provincial	
Reservorio agrícola cercano al canal	C.H. Hidrandina	Áreas agropecuarias	
Reservorio agrícola entre estancias	Canal	Otras infraestructuras	
Río	Cuneta	Vivienda	
Quebrada	Sistema de drenaje pluvial	Área de Estudio	
Curvas principales	Red Vial		
Curvas secundarias	Red Vial		
Líneas de transmisión	Trocha carrozable		
	Camino de herradura		

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

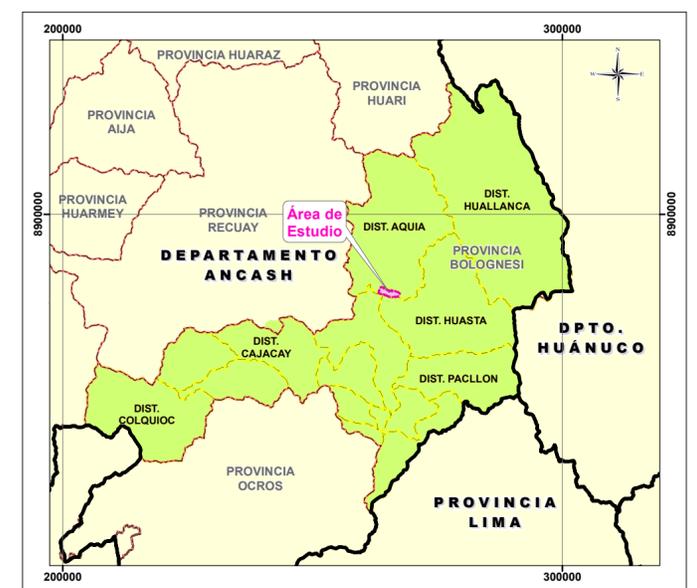
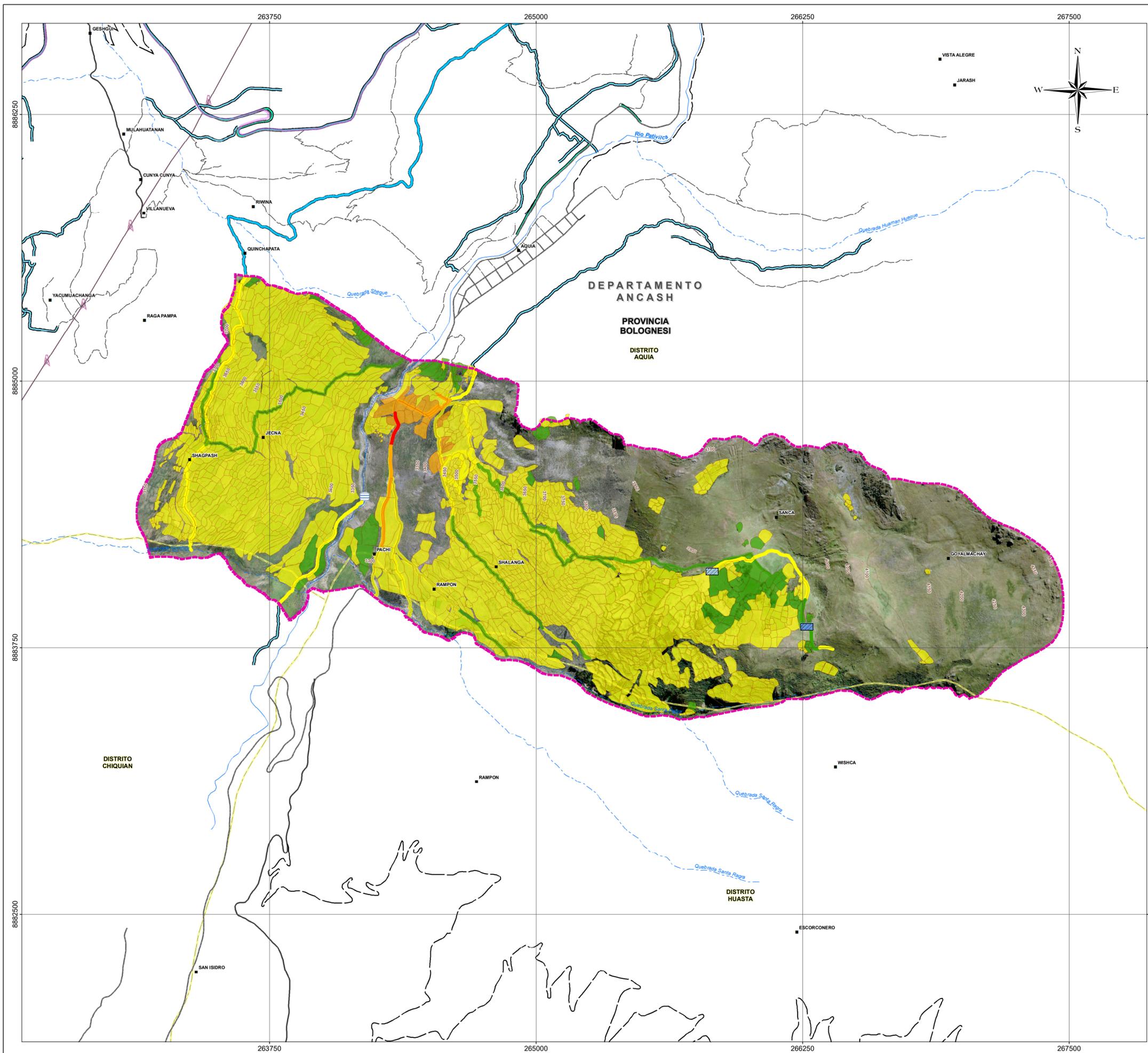
TÍTULO :  
**MAPA DE NIVELES DE VULNERABILIDAD**

DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500  
 Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR:       PROYECTO: MIN-2305      FECHA: Diciembre, 2023      MAPA: 13

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).



*[Signature]*  
 LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95056

*[Signature]*  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 185-2018-CENEPREDEJ

*[Signature]*  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL QUINCE  
 ING. Luis Ángel Albornoz Baco  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222656

NIVEL DE RIESGO	RANGO
Riesgo Muy Alto	$0.067 \leq R \leq 0.224$
Riesgo Alto	$0.021 \leq R \leq 0.067$
Riesgo Medio	$0.006 \leq R \leq 0.021$
Riesgo Bajo	$0.002 \leq R \leq 0.006$

SIMBOLOGÍA			
Centro poblado	Mineroducto	Límite Distrital	
Bocatoma	Canal de abastecimiento C.H. Hidrandina	Límite Provincial	
Reservorio agrícola cercano al canal	Canal	Áreas agropecuarias	
Reservorio agrícola entre estancias	Cuneta	Otras infraestructuras	
Río	Sistema de drenaje pluvial	Vivienda	
Quebrada	Red Vial Afirmada	Área de Estudio	
Curvas principales	Red Vial Asfaltada		
Curvas secundarias	Trocha carrozable		
Líneas de transmisión	Camino de herradura		

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO :  
**MAPA DE NIVELES DE RIESGOS**

DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA

ESCALA: 1:12,500

Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: **Walsh Perú**      PROYECTO: **MIN-2305**      FECHA: **Diciembre, 2023**      MAPA: **14**

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).

## ANEXOS

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHIN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBDO  
ING. LUIS ALBERTO ANCOZ BACCA  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222659

  
ING. LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDUJ

**ANEXO 1**  
**RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 024-2023-MDA/A**

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHU INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBDO  
Ing. Luis Alberto Ancozar Becerra  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222658

  
ING. LUIS ABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 130-2010-CENEPREDU



**RESOLUCIÓN DE ALCALDIA N° 024-2023-MDA/A.**

Aquia, 08 de febrero del 2023.

**VISTO,**

El Informe N° 001, del Área de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Civil; el Informe N°010, de la Gerencia Municipal, INFORME LEGAL N° 019-2023-MDA/ARCM; y,

**CONSIDERANDO:**

Que, el Artículo 194° y 195 de la Constitución Política del Perú, modificado por la ley de reforma Constitucional – Ley N° 30305, concordante con los Artículos I y II del Título Preliminar de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972 prescribe que las Municipalidades gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia, asimismo los gobiernos locales promueven el desarrollo y la economía local, y la prestación de los servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y regionales de desarrollo;

Que, el Artículo II del Título Preliminar de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, señala que los Gobiernos Locales gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia. La autonomía que la Constitución Política el Perú establece para las municipalidades radica en ejercer actos de gobierno y de administración, con sujeción al ordenamiento jurídico;

Que, la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), como sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamiento de políticas, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres;

Plaza de Armas S/N – Distrito de Aquia – Provincia de Bolognesi- Departamento de Ancash

RUC: 20200036698

Correo: [aquiamuni2023@gmail.com](mailto:aquiamuni2023@gmail.com)

 Municipalidad Distrital de Aquia

 .....





Que, conforme al numeral 14.1 del Artículo 14° de la Ley N° 29664, se establece que los gobiernos regionales y gobiernos locales, como integrantes del SINAGERD, formulan, aprueban normas y planes, evalúan, dirigen, organizan, supervisan, fiscalizan y ejecutan los procesos de la Gestión del riesgo de Desastres y los lineamientos del ente rector en concordancia a lo establecido por la Ley y su Reglamento; por su parte el numeral 16.5 del Artículo 16° de la citada Ley, precisa que las entidades públicas generan las normas, los instrumentos y los mecanismos específicos necesarios para apoyar la incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en los procesos institucionales de los gobiernos regionales y gobiernos locales;



Que, el numeral 11.3 del Artículo 11° del Reglamento de la Ley N° 29664, aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, señala que los gobiernos regionales y gobiernos locales identifican el nivel de riesgo existente en sus áreas de jurisdicción y establecen un plan de gestión correctiva, en el cual se establecen medidas de carácter permanente en el contexto del desarrollo e inversión. Para ello cuentan con el apoyo técnico del CENEPRED y de las instituciones competentes. Asimismo, el numeral 11.6 refiere que los Gobiernos Regional y Locales generan información sobre peligros, vulnerabilidades y riesgos, de acuerdo a los lineamientos emitidos por el ente rector del SINAGERD, la cual será sistematizada e integrada para la gestión prospectiva y correctiva;



Que, el inciso d) del Artículo 12° de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres precisa que es función del CENEPRED asesorar en el desarrollo de acciones que permitan identificar los peligros de origen natural o los inducidos por el hombre, analizar las vulnerabilidades y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres;





Que, el inciso 6 del artículo 20 de la Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades - señala que son atribuciones del alcalde dictar decretos y resoluciones de alcaldía, con sujeción a las leyes y ordenanzas.

Que, por los fundamentos expuestos en la parte considerativa y en uso de las facultades conferidas por el inciso 6) del Artículo 20° de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972;



**SE RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO: CONFORMAR;** a partir de la fecha el Equipo Técnico encargado de la elaboración de instrumentos técnicos en los procesos de estimación, prevención, reducción, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción de la Municipalidad Distrital de Aquia, el mismo que estará integrado de la manera siguiente:

- Representante la Gerencia de Planificación y Presupuesto
- Representante del Área de Gestión del Riesgo de Desastres, o la que haga sus veces.
- Representante de la Gerencia de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Rural.
- Representante del Área técnica Municipal.
- Representante de Desarrollo Social.

**ARTICULO SEGUNDO: ENCARGAR;** el cumplimiento de la presente Resolución al Presidente del Grupo de Trabajo para la Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Civil.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.**

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA  
PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH  
APOLINARIO WILLIAM RAMOS ROJAS  
DNI N° 31674351  
ALCALDE

Plaza de Armas S/N – Distrito de Aquia – Provincia de Bolognesi- Departamento de Ancash

RUC: 20200036698

Correo: [aquiamuni2023@gmail.com](mailto:aquiamuni2023@gmail.com)

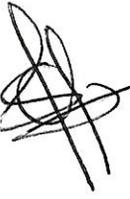
 Municipalidad Distrital de Aquia

 .....

ACTA DE REUNIÓN SOBRE ASISTENCIA TECNICA PARA LA GESTION DE  
RIESGO DE DESASTRES DEL DISTRITO DE AQUIA.



En la sala del Concejo Municipal del Distrito de Aquia, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash; siendo las 09:50 a.m. horas, del día 16 de febrero del año fiscal 2023; bajo la convocatoria del señor alcalde Prof. Apolinario William Ramos Rojas; fueron reunidos los representantes de las diferentes entidades como CENEPRED, OFICINA REGIONAL GRD, UGT HUALLANCA – ANTAMINA, INDECI.



El señor Alcalde declaró abierta e instaurada la presente reunión, según programación; participando como secretaria de la Municipalidad, la Srta. Chipillo Vargas Zoila Alicia, identificada con DNI N° 71063612.



El señor alcalde les da la bienvenida a todos los presentes y da por iniciada la presente reunión de coordinación:

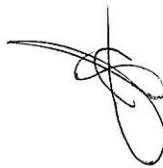
Siendo ello así se tiene la presentación de cada uno de los representantes de las diferentes entidades.



Para ello se tiene la palabra de la ING. Rosa Rodríguez, con el fin referir palabras protocolares en representación del Ing. Ernesto Fuentes Cole, dando referencia que CENEPRED, estará apoyando a los gobiernos locales, a través de la gestión de riesgo, frente a los peligros y riesgos por deslizamiento e inundaciones en el Distrito de Aquia, por ello la Municipalidad Distrital de Aquia debe solicitar la asistencia técnica al CENEPRED, para formular las evaluaciones de riesgo, así como también con el Apoyo del INDECI, RESPALDO DEL GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH Y PROVINCIAL BOLOGNESI. Asimismo, indica que debe consignar un equipo técnico encargado de conducir los procesos de la gestión de riesgo de desastres, como soporte del grupo de trabajo para la gestión del riesgo de desastres.



Así mismo el representante de la oficina de DEFENSA NACIONAL, representantes de la empresa privada y la Municipalidad Provincial y Distrital intervinieron con aportes y sugerencias al respecto, comprometiéndose a brindar el respaldo institucional para reducir el riesgo de desastres frente a los peligros mencionados.



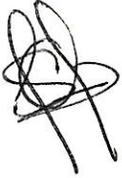
Posteriormente el ING. Silvestre Quito, Representante del INDECI, refiere a fortalecer capacidades a los integrantes del grupo de trabajo de GRD del gobierno local, plataforma de defensa civil distrital y se propone la formulación de su plan de preparación ante emergencia





de desastres, considerando como prioridad debido a los peligros existentes en distrito. Asimismo, el equipo técnico asumirá la responsabilidad en proceso de la formulación del respectivo plan.

Se tiene la palabra del representante de la empresa Minera Antamina, refiere que como entidad privada están con el compromiso de ser parte del grupo técnico en atención a la solicitud de la Municipalidad Distrital de Aquia, mostrando su disposición y compromiso.



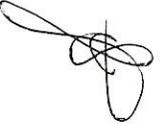
Las Ing. Nuria Miluska Valladares Ramírez, responsable del área de gestión de riesgo y desastres, informo que la Municipalidad Distrital de Aquia, vienen elaborando el plan de prevención y reducción del riesgo de desastres, asimismo es urgente realizar las evaluaciones de riesgo en los siguientes sectores de riesgo: Caserío de Villanueva, San Miguel, Pacarenca, Suyan y Uranyacu, centro poblado de Racrachaca y Pachapaqui, sector Aquia Cruz y Distrito de Aquia mismo, en los cuales tiene doble evaluación de riesgos, Racrachaca, Pacarenca y Pachapaqui.



**ACUERDOS:**



**- LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA SOLICITARA LA ASISTENCIA TÉCNICA A CENEPRED, PARA ELABORAR 12 EVALUACIONES DE RIESGO (EN 9 SECTORES CRÍTICOS):**

- 
1. Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento en el Centro Poblado de Villanueva.
  2. Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento en el Centro Poblado de San Miguel.
  3. Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento en el Centro Poblado de Uranyacu.
  4. Elaborar (2) informes de evaluaciones de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento e inundación en el Centro Poblado de Racrachaca.
  5. Elaborar (2) informes de evaluaciones de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento e inundación en el Centro Poblado de Pacarenca.
  6. Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento en el Centro Poblado de Suyan.
  7. Elaborar (2) informes de evaluaciones de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento e inundación en el Centro Poblado de Pachapaqui.
- 
- 

8. Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR) por el peligro de deslizamiento del sector de Aquia Cruz.

9. Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR) por el peligro de inundación en el Centro Poblado de Aquia.

- **CONFORMAR EL QUIPO TECNICO PARA LA FORMULACION DE PLANES ESPECIFICOS POR PROCESOS, EN LOS PROCESOS DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN, REDUCCIÓN, PREPARACIÓN, RESPUESTA, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN.**

El mismo que será integrado por representantes de:

De la oficina de planificación y presupuesto.

De la gerencia de infraestructura y desarrollo urbano y Rural.

De la Gerencia de desarrollo económico.

De la gerencia de desarrollo social y servicios públicos.

Del área de gestión de riesgo de desastres.

Asimismo, para el caso de las evaluaciones de riesgo el equipo técnico estará adicionalmente integrado por los siguientes representantes:

Del gobierno Regional de Ancash (GRA)

De la Municipalidad Provincial de Bolognesi.

De la compañía Minera Antamina S.A.

Con la asistencia técnica del CENEPRED e INDECI.

- **FORTALECER CAPACIDADES A LOS MIEMBROS INTEGRANTES DEL GTGRD Y PLATAFORMA DE DEFENSA CIVIL Y FORMULAR SUS PLANES EN GESTIÓN REACTIVA, PRIORIZANDO EL PLAN DE PREPARACIÓN DISTRITAL ANTE EMERGENCIA DE DESASTRES.**

Sin más puntos que tratar se da por culminada la presente reunión, a las 11:30 a.m.; firmando los presentes en señal de plena conformidad y aceptación de todo lo plasmado.

  
Mg. ING. Yanna Rosella  
Bustamante Vásquez  
31677135  
JEFA DE LA OFICINA  
DE DEFENSA NACIONAL  
GOBIERNO REGIONAL

  
Ing. Silvestre Cuervo  
DNI 32033655  
INDECI  
  
ING. PERCY UEGALA  
DNI: 31635117  
ANTAMINA

  
Pavel Asua  
Antamina.  
31682227  
  
Legajo Collype Veli  
GRD-MPB

000174



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AQUIA  
PROVINCIA DE BOLOGNESI - ANCASH

Ing. Siles Melanio Izquierdo Valdéz  
DNI N° 45688135  
JEFE DE OBRAS



Nuria Miluska Valladares Ramirez  
72361555

## ANEXO 2 EVALUACIÓN DEL PELIGRO NATURAL

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHIN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBDO  
Ing. Luis Alberto Anaya Bachi  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222659

  
ING. LUIS ABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDU

## ANEXO 2.1 FICHAS DE CAMPO DE LA EVALUACIÓN DE PELIGROS



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066



CALECHU INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBDO  
Ing. Luis Alberto Ancoz Becerra  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222659



ING. LUIS ABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDU

# FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas

**000177**  
IMPORTANCIA\*

Alta  Media  Baja

DATOS DE REGISTRO									
ENCUESTADOR*	FECHA EVENTO*			FECHA REPORTE*			INSTITUCIÓN*		
<b>OSCAR HUAMAN</b>	DD	MM	AA	<b>12</b>	<b>04</b>	<b>2023</b>	<b>WALSH PERU SAC</b>		

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				DOCUMENTACION					
POR DIVISION POLITICA		COORDENADAS GEOGRAFICAS		REFERENTES GEOGRAFICOS		PLANCHAS		FOTOGRAFIAS AEREAS	
Departamento* <b>ANCASH</b>		Sitio* _____		<b>DESPLAZAMIENTO ACTIVO EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO PATIVILCA</b>		PLANCHAS		N° Vuelo	
Municipio* <b>AQUIA-CRUZ</b>		Lat (GMS)* <b>8884895</b>				AÑO		N° Foto	
Vereda* _____		Long (GMS)* <b>264487</b>				ESCALA		Año	
		Altura* _____				EDITOR		Escala	
		Proyeccion: Magna *						Editor	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO				LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA													
EDAD		ESTADO		ESTILO		DISTRIBUCIÓN		DESCRIPCIÓN			ESTRUCTURA						
< 1 año <input type="checkbox"/>	21-30 años <input type="checkbox"/>	Activo <input checked="" type="checkbox"/>	Complejo <input type="checkbox"/>	Retrosivo <input type="checkbox"/>	<b>DESPLAZAMIENTO COMPUESTO ACTIVO, EMPLAZADO SOBRE SUELO COLUVIAL EN LA ZONA DE AQUIA CRUZ, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO PATIVILCA</b>			ESTRUCTURA		ORIENTACIÓN		ESPACIAMIENTO (m)					
1-5 años <input checked="" type="checkbox"/>	31-40 años <input type="checkbox"/>	Reactivado <input type="checkbox"/>	Compuesto <input checked="" type="checkbox"/>	Avanzado <input type="checkbox"/>				Planos de		DR		BZ	>2	2-0.6	0.6-0.2	0.2-0.06	<0.06
6-10 años <input type="checkbox"/>	41-60 años <input type="checkbox"/>	Suspendido <input type="checkbox"/>	Múltiple <input type="checkbox"/>	Enanchado <input type="checkbox"/>				Estratificación <input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>				
11-15 años <input type="checkbox"/>	61-80 años <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	Sucesivo <input type="checkbox"/>	Confinado <input type="checkbox"/>				Foliación <input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>				
16-20 años <input type="checkbox"/>	> 80 años <input type="checkbox"/>	Latente <input type="checkbox"/>	Único <input type="checkbox"/>	Crecente <input type="checkbox"/>				Diaclasas <input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>				
		Abandonado <input type="checkbox"/>		Decreciente <input checked="" type="checkbox"/>	Falla <input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>							
		Estabilizado <input type="checkbox"/>		Móvil <input checked="" type="checkbox"/>	Discordancia <input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>							
		Relicto <input type="checkbox"/>			Esquistosidad <input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>							

Nota: Incluir mínimo origen de la roca (L,M o S) Edad, Fm, litología y estratigrafía, suelos  
NOTA: DR: Dirección de buzamiento, BZ: Buzamiento

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																				
TIPO MOVIMIENTO			SUBTIPO MOVIMIENTO						TIPO MATERIAL		HUMEDAD		PLASTICIDAD							
Caida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caida de roca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. por flujo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Roca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mojado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volcamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caida de detritos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. en cuña	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Avalancha de detritos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detritos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muy húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Media	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deslizamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caida de tierras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional en cuña	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo de tierra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flujo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcam. flexural de roca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional planar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Creceda de detritos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lodos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Liger. húmedo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No plástico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcam. de roca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Avalancha de rocas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo de turba	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Turba	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcam. macizo rocoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo de detritos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. licuación de arena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
Deform. Gravit. Profundas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. rotacional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo de lodo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. licuación de limo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									

NOTA: 1: Primer movimiento, 2: Segundo movimiento

ORIGEN SUELO			TIPO DEPÓSITO (Origen suelo sedimentario)			VELOCIDAD			SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*							
Residual	<input type="checkbox"/>	Coluvial <input checked="" type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<input type="checkbox"/>	Extr. rápido (>5 m/s)	<input type="checkbox"/>	Moderado (>13 m/mes)	<input checked="" type="checkbox"/>	Extr. Lento (<16 mm/año)	<input type="checkbox"/>	Hutchinson, 1988	<input type="checkbox"/>	Cruden y Varnes, 1996	<input checked="" type="checkbox"/>
Sedimentario	<input type="checkbox"/>	Volcánico <input type="checkbox"/>	Eólico	<input type="checkbox"/>	Marino	<input type="checkbox"/>	Muy rápido (>3 m/min)	<input type="checkbox"/>	Lento (>1.6 m/año)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Varnes, 1978	<input type="checkbox"/>	Hungr et al., 2001	<input type="checkbox"/>
			Glacial	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Rápido (>1.8 m/hr)	<input type="checkbox"/>	Muy lento (>16 mm/año)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>

GENERAL		MORFOMETRÍA				DEFORMACIÓN TERRENO		GEOFORMA	
Diferencia de altura corona a punta (m)	<b>8</b>	Ancho de la masa desplazada, Wd (m)	<b>600</b>		Volumen inicial (m3)			<b>EMPLAZADO DENTRO DE UN DESLIZAMIENTO RECIENTE ACTIVO Y LADERAS MUY EMPINADAS</b>	
Longitud horizontal corona a punta (m)	<b>530</b>	Ancho de la superficie de ruptura, Wr (m)			Volumen desplazado (m3)				
Fahrböschung (grados)		Longitud de la masa desplazada, Ld (m)	<b>620</b>		Área inicial (km2)				
Pendiente de ladera en Posfalla (grados)	<b>50</b>	Longitud de superficie de ruptura, Lr (m)			Área total afectada (km2)				
Pendiente de ladera en Prefalla (grados)	<b>60</b>	Espesor de la masa desplazada, Dd (m)			Run up (m)				
Dirección del movimiento (grados)	<b>SO</b>	Profundidad de superficie de ruptura, Dr (m)			Media				
Azímud del talud (grados)	<b>N320°</b>	Longitud total, L (m)			Severa	<input checked="" type="checkbox"/>			

CAUSAS DEL MOVIMIENTO				CONTRIBUYENTES-DETONANTES					
INHERENTES		C D		C D		C D			
Material plástico débil	<input type="checkbox"/>	Material fisurado y agrietado	<input checked="" type="checkbox"/>	Movimiento tectónico	<input type="checkbox"/>	Desembalse rápido de presas	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	<input type="checkbox"/>
Material sensible	<input checked="" type="checkbox"/>	Orientación desfav. de discontinuidades	<input type="checkbox"/>	Sismo M _____ E _____ De <input checked="" type="checkbox"/> P _____	<input checked="" type="checkbox"/>	Erosión pata del talud por glaciares	<input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías	<input checked="" type="checkbox"/>
Material colapsible	<input checked="" type="checkbox"/>	Contraste de permeabilidad de materiales	<input type="checkbox"/>	Erupción volcánica	<input type="checkbox"/>	Socavación pata del talud por corriente agua	<input type="checkbox"/>	Deforestación o ausencia de vegetación	<input checked="" type="checkbox"/>
Material meteor. Físicamente	<input checked="" type="checkbox"/>	Contraste de rigidez de materiales	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvias (mm) 24 h <input checked="" type="checkbox"/> 48 h _____ 72 h _____ Mes _____	<input checked="" type="checkbox"/>	Socavación pata del talud por oleaje	<input type="checkbox"/>	Minería	<input type="checkbox"/>
Material meteor. Químicamente	<input type="checkbox"/>	Meteoriz. por descongelamiento/deshielo	<input type="checkbox"/>	Viento	<input type="checkbox"/>	Socavación de márgenes de ríos	<input checked="" type="checkbox"/>	Disposición deficiente de estériles/escombros	<input type="checkbox"/>
Material fallado por corte	<input checked="" type="checkbox"/>	Meteoriz. por expansión/contracción	<input type="checkbox"/>	Deshielo	<input type="checkbox"/>	Erosión Pluvial	<input checked="" type="checkbox"/>	Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado pilotes)	<input type="checkbox"/>
				Avance/Retrosoco de glaciares	<input type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud	<input checked="" type="checkbox"/>	Erosión Fluvial	<input checked="" type="checkbox"/>
				Rompimiento de lagos en cráteres	<input type="checkbox"/>	Erosión subterránea (disolución, tubificación)	<input checked="" type="checkbox"/>		
				Rompimiento de presas	<input type="checkbox"/>	Irrigación	<input checked="" type="checkbox"/>		

NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante, I: Inherente 24 h (mm): Lluvia acumulada antes del movimiento M: Magnitud, E: Escala (Ml, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (km), P: Profundidad (km)

TIPO DE EROSIÓN							
SUPERFICIAL		SUBSUPERFICIAL		EDAD		ESTADO	
Tierras malas	<input checked="" type="checkbox"/>	Surcos	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Cavernas	<input type="checkbox"/>
Carcavas	<input type="checkbox"/>	Hondonadas	<input checked="" type="checkbox"/>	Tubificación	<input type="checkbox"/>	Antigua	<input type="checkbox"/>
						Reciente	<input checked="" type="checkbox"/>
						Baja	<input type="checkbox"/>
						Severa	<input checked="" type="checkbox"/>
						Socav. fondo	<input type="checkbox"/>
						Socav. lateral	<input type="checkbox"/>
						Sí	<input type="checkbox"/>
						No	<input checked="" type="checkbox"/>

COBERTURA Y USO DEL SUELO				REFERENCIAS					
COBERTURA DEL SUELO		USO DEL SUELO		AUTOR		AÑO			
Veg. Herbácea	<b>10</b> %	Cultivos	<b>25</b> %	<b>OSCAR HUAMAN QUISPE</b> GEOLOGO ESPECIALISTA EN GRD		<b>2023</b>			
Bosque/selva	<b>10</b> %	Construcciones	<b>5</b> %					<b>EVALUACION DE RIESGOS EN EL SECTOR AQUIA CRUZ</b>	
Matorrales	<b>10</b> %	Pastos	<b>5</b> %						
Cuerpo de agua	<b>5</b> %	Sin cobertura	<b>10</b> %						
		Ganadería	<b>30</b> %						
		Agrícola	<b>20</b> %						
		Recreación	<b>0</b> %						
		Vivienda	<b>5</b> %						
		Minería	<b>0</b> %						

LOS CAMPOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SON OBLIGATORIOS

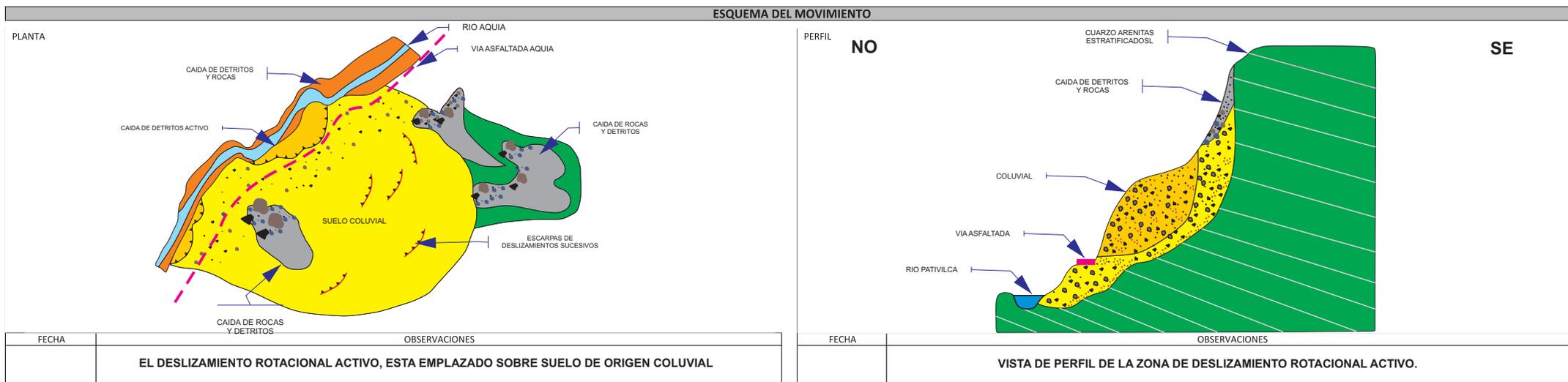


EFECTOS SECUNDARIOS															
TIPO (Costa & Schuster, 1988)		MORFOMETRÍA DE LA PRESA				REPRESAMIENTO MORFOMETRÍA DEL EMBALSE				CONDICIONES DE LA PRESA				OTROS EFECTOS	
I	<input type="checkbox"/>	Longitud (m)	_____	Volúmen (m³)	_____	Longitud (m)	<input type="checkbox"/>	Área cuenca (m²)	<input type="checkbox"/>	Obstrucción parcial	<input type="checkbox"/>	Moderadamente socavada	<input type="checkbox"/>	Tsunami (alt. ola)	<input type="checkbox"/>
II	<input type="checkbox"/>	Altura (m)	_____	Talud arriba (*)	_____	Área (m²)	<input type="checkbox"/>	Caudal entrada	<input type="checkbox"/>	Erosión de la pata	<input type="checkbox"/>	Fuertemente socavada	<input type="checkbox"/>	Empalizada	<input type="checkbox"/>
III	<input type="checkbox"/>	Ancho (m)	_____	Talud abajo (*)	_____	Volúmen (m³)	<input type="checkbox"/>	Caudal salida	<input type="checkbox"/>	Estabilización artificial	<input type="checkbox"/>	Parcialmente fallada	<input type="checkbox"/>	Sedimentación	<input type="checkbox"/>
IV	<input type="checkbox"/>					Nivel agua bajo corona (m)	<input type="checkbox"/>	Tasa de llenado	<input type="checkbox"/>	Ligeramente socavada	<input type="checkbox"/>	Fallada	<input type="checkbox"/>	Sismo	<input type="checkbox"/>
V	<input type="checkbox"/>														
VI	<input type="checkbox"/>														

POBLACIÓN AFECTADA		DAÑOS INFRAESTRUCTURA, ACTIVIDADES ECONOMICAS, DAÑOS AMBIENTALES				
Heridos _____		TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	TIPO DAÑO	VALOR (US\$)
Vidas _____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>VIA ASFALTADA AQUIA- AQUIA CRUZ</b>	<b>1.2</b>	<b>KM</b>	<input type="checkbox"/> DL <input checked="" type="checkbox"/> DM <input type="checkbox"/> DS <input type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/> NC	_____
Desaparecidos _____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>CASERIOS (VIVIENDAS)</b>	<b>2</b>	<b>UN</b>	<input type="checkbox"/> DL <input checked="" type="checkbox"/> DM <input type="checkbox"/> DS <input type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/> NC	_____
Personas _____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>CAMINO PEATONAL AQUIA - AQUIA CRUZ</b>	<b>2.00</b>	<b>KM</b>	<input type="checkbox"/> DL <input checked="" type="checkbox"/> DM <input type="checkbox"/> DS <input type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/> NC	_____
Familias _____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>CANAL DE RIEGO Y TUBERIAS</b>	<b>10</b>	<b>KM</b>	<input type="checkbox"/> DL <input checked="" type="checkbox"/> DM <input type="checkbox"/> DS <input type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/> NC	_____
		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>AREAS AGRICOLAS Y PASTIZALES</b>	<b>20</b>	<b>HA</b>	<input type="checkbox"/> DL <input type="checkbox"/> DM <input type="checkbox"/> DS <input type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/> NC	_____
		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> DL <input type="checkbox"/> DM <input type="checkbox"/> DS <input type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/> NC	_____

NOTA: I: Infraestructura, E: Económicos, A: Ambientales; DL: Daño leve; DM: Daño moderado; DS: Daño severo; DT: Daño total; NC: No cuantificable

NOTAS	APRECIACIÓN DEL RIESGO	FECHA	FOTOGRAFÍA	ANEXO FOTOGRAFICO AUTOR/DERECHOS	OBSERVACIONES
<b>DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL ACTIVO, CON POSIBILIDAD DE RELACION DIRECTA CON AGUAS SUBTERRANEAS, AGUAS PLUVIALES Y SISTEMA DE RIEGO NO CONTROLADO</b>	<b>LOS ELEMENTOS EXPUESTOS ESTAN DENTRO DE RIESGO MUY ALTO, PARA EL CUAL SE DEBERA PLANTEAR CAMBIO DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO (GOTEO) Y SISTEMAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON SUBDRENS EN LAS VIAS DE ACCESO VEHICULAR</b>	12/04/2023		WALSH PERU SAC	<b>DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL ACTIVO, EMPLAZADO EN MEDIO DEL SUELO COLUVIAL</b>



LOS CAMPOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SON OBLIGATORIOS

# FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas

**000179**  
IMPORTANCIA\*

Alta  Media  Baja

DATOS DE REGISTRO									
ENCUESTADOR*	FECHA EVENTO*			FECHA REPORTE*			INSTITUCIÓN*		
<b>OSCAR HUAMAN</b>	DD	MM	AA	<b>14</b>	<b>04</b>	<b>2023</b>	<b>WALSH PERU SAC</b>		

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				DOCUMENTACION					
POR DIVISION POLITICA		COORDENADAS GEOGRAFICAS		REFERENTES GEOGRAFICOS		PLANCHAS		FOTOGRAFIAS AEREAS	
Departamento* <b>ANCASH</b>		Sitio* _____		<b>DESPLAZAMIENTO ACTIVO EN EL TALUD SUPERIOR DE LA VIAASFALTADA SECTOR QDA SANTA RAQRA - AQUIA CRUZ</b>		PLANCHAS		N° Vuelo	
Municipio* <b>AQUIA</b>		Lat (GMS)* <b>8884023</b>				AÑO		N° Foto	
Vereda* <b>AQUIA CRUZ</b>		Long (GMS)* <b>264267</b>				ESCALA		Año	
		Altura* <b>3343</b>				EDITOR		Escala	
		Proyección: Magna *						Editor	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO				LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA															
EDAD		ESTADO		ESTILO		DISTRIBUCIÓN		DESCRIPCIÓN				ESTRUCTURA							
< 1 año <input type="checkbox"/>	21-30 años <input type="checkbox"/>	Activo <input checked="" type="checkbox"/>	Complejo <input type="checkbox"/>	Retrosivo <input type="checkbox"/>	<b>DESPLAZAMIENTO MULTIPLE ACTIVO, EMPLAZADO SOBRE SUELO COLUVIAL EN LA ZONA DE AQUIA CRUZ, TALUD SUPERIOR DE LA VIA ASFALTADA</b>				ESTRUCTURA		ORIENTACIÓN		ESPACIAMIENTO (m)						
1-5 años <input checked="" type="checkbox"/>	31-40 años <input type="checkbox"/>	Reactivado <input type="checkbox"/>	Compuesto <input type="checkbox"/>	Avanzado <input type="checkbox"/>					Planos de		DR		BZ		>2	2-0.6	0.6-0.2	0.2-0.06	<0.06
6-10 años <input type="checkbox"/>	41-60 años <input type="checkbox"/>	Suspendido <input type="checkbox"/>	Múltiple <input checked="" type="checkbox"/>	Enanchado <input type="checkbox"/>					Estratificación		Foliación		Diaclasis		<input type="checkbox"/>				
11-15 años <input type="checkbox"/>	61-80 años <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	Sucesivo <input type="checkbox"/>	Confinado <input type="checkbox"/>					Foliación		Falla		Discordancia		<input type="checkbox"/>				
16-20 años <input type="checkbox"/>	> 80 años <input type="checkbox"/>	Latente <input type="checkbox"/>	Único <input type="checkbox"/>	Crecente <input type="checkbox"/>					Discordancia		Esquistosidad		Esquistosidad		<input type="checkbox"/>				
		Abandonado <input type="checkbox"/>		Decreciente <input checked="" type="checkbox"/>					Soliflucción		Geliflucción (en permafrost)		Geliflucción (en permafrost)		<input type="checkbox"/>				
		Estabilizado <input type="checkbox"/>		Móvil <input checked="" type="checkbox"/>	NOTA: DR: Dirección de buzamiento, BZ: Buzamiento														
		Relicto <input type="checkbox"/>																	

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																		
TIPO MOVIMIENTO				SUBTIPO MOVIMIENTO				TIPO MATERIAL		HUMEDAD		PLASTICIDAD						
Caida <input type="checkbox"/>	1* <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	Caida de roca <input type="checkbox"/>	1* <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional <input type="checkbox"/>	1* <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	Roca <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	Mojado <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input checked="" type="checkbox"/>	
Volcamiento <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caida de detritos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. en cuña <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detritos <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muy húmedo <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Media <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Deslizamiento <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caida de tierras <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional en cuña <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tierra <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Húmedo <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Flujo <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcam. flexural de roca <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional planar <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lodos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Liger. húmedo <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No plástico <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Propagación lateral <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcam. de roca <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Avalancha de rocas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Turba <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seco <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Reptación <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcam. macizo rocoso <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo de detritos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NOTA									
Deform. Gravit. Profundas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desliz. rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo de lodo <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1: Primer movimiento									
						Flujo de arena <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2: Segundo movimiento									

ORIGEN SUELO				TIPO DEPÓSITO (Origen suelo sedimentario)				VELOCIDAD				SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*			
Residual <input type="checkbox"/>	Coluvial <input checked="" type="checkbox"/>	Volcánico <input type="checkbox"/>		Aluvial <input type="checkbox"/>	Lacustre <input type="checkbox"/>	Extr. rápido (>5 m/s) <input type="checkbox"/>	Moderado (>13 m/mes) <input type="checkbox"/>	Extr. Lento (<16 mm/año) <input type="checkbox"/>	Hutchinson, 1988 <input type="checkbox"/>	Cruden y Varnes, 1996 <input checked="" type="checkbox"/>					
Sedimentario <input type="checkbox"/>				Eólico <input type="checkbox"/>	Marino <input type="checkbox"/>	Muy rápido (>3 m/min) <input type="checkbox"/>	Lento (>1.6 m/año) <input checked="" type="checkbox"/>		Varnes, 1978 <input type="checkbox"/>	Hungr et al., 2001 <input type="checkbox"/>					
				Glacial <input type="checkbox"/>		Rápido (>1.8 m/hr) <input type="checkbox"/>	Muy lento (>16 mm/año) <input type="checkbox"/>								

GENERAL		MORFOMETRÍA				DEFORMACIÓN TERRENO		GEOFORMA	
Diferencia de altura corona a punta (m)	<b>4</b>	Ancho de la masa desplazada, Wd (m)			Volumen inicial (m3)			<b>EMPLAZADO DENTRO DE UN DESPLAZAMIENTO ANTIGUO INACTIVO Y LADERAS MUY EMPINADAS</b>	
Longitud horizontal corona a punta (m)	<b>10</b>	Ancho de la superficie de ruptura, Wr (m)			Volumen desplazado (m3)				
Fahrböschung (grados)		Longitud de la masa desplazada, Ld (m)			Área inicial (km2)				
Pendiente de ladera en Posfalla (grados)	<b>50</b>	Longitud de superficie de ruptura, Lr (m)			Área total afectada (km2)				
Pendiente de ladera en Prefalla (grados)	<b>60</b>	Espesor de la masa desplazada, Dd (m)			Run up (m)				
Dirección del movimiento (grados)	<b>ESTE</b>	Profundidad de superficie de ruptura, Dr (m)			Severidad <input type="checkbox"/>				
Azímüt del talud (grados)	<b>N300°</b>	Longitud total, L (m)			Leve <input type="checkbox"/>				
					Media <input type="checkbox"/>				
					Severa <input checked="" type="checkbox"/>				

INHERENTES				CAUSAS DEL MOVIMIENTO				CONTRIBUYENTES-DETONANTES							
Material plástico débil <input checked="" type="checkbox"/>	Material fisurado y agrietado <input checked="" type="checkbox"/>	Movimiento tectónico <input type="checkbox"/>	Sismo M _____ E _____ De <input checked="" type="checkbox"/> P _____	Desembalse rápido de presas <input type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje <input type="checkbox"/>	Material sensible <input checked="" type="checkbox"/>	Orientación desfav. de discontinuidades <input type="checkbox"/>	Erupción volcánica <input type="checkbox"/>	Erosión pata del talud por glaciares <input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías <input type="checkbox"/>	Material colapsible <input checked="" type="checkbox"/>	Contraste de permeabilidad de materiales <input type="checkbox"/>	Lluvias (mm) 24 h <input checked="" type="checkbox"/> 48 h _____ 72 h _____ Mes _____	Socavación pata del talud por corriente agua <input type="checkbox"/>	Deforestación o ausencia de vegetación <input checked="" type="checkbox"/>
Material meteor. Físicamente <input checked="" type="checkbox"/>	Contraste de rigidez de materiales <input checked="" type="checkbox"/>	Viento <input type="checkbox"/>	Deshielo <input type="checkbox"/>	Socavación pata del talud por oleaje <input type="checkbox"/>	Minería <input type="checkbox"/>	Material meteor. Químicamente <input type="checkbox"/>	Meteoriz. por descongelamiento/deshielo <input type="checkbox"/>	Lluvias (mm) 24 h <input checked="" type="checkbox"/> 48 h _____ 72 h _____ Mes _____	Socavación de margenes de ríos <input type="checkbox"/>	Disposición deficiente de estériles/escombros <input type="checkbox"/>	Material fallado por corte <input checked="" type="checkbox"/>	Meteoriz. por expansión/contracción <input type="checkbox"/>	Avance/Retrosoco de glaciares <input type="checkbox"/>	Socavación de margenes de ríos <input type="checkbox"/>	Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado pilotes) <input type="checkbox"/>
		Rompimiento de lagos en cráteres <input type="checkbox"/>	Rompimiento de presas <input type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud <input checked="" type="checkbox"/>	Erosión Fluvial <input checked="" type="checkbox"/>				Erosión subterránea (disolución, tubificación) <input checked="" type="checkbox"/>	Erosión Fluvial <input type="checkbox"/>					

TIPO DE EROSIÓN							
SUPERFICIAL		SUBSUPERFICIAL		EDAD		ESTADO	
Tierras malas <input checked="" type="checkbox"/>	Surcos <input type="checkbox"/>	Laminar <input type="checkbox"/>	Cavernas <input type="checkbox"/>	Antigua <input type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>	Severa <input checked="" type="checkbox"/>	Socav. fondo <input type="checkbox"/>
Carcavas <input type="checkbox"/>	Hondonadas <input checked="" type="checkbox"/>	Tubificación <input type="checkbox"/>		Reciente <input checked="" type="checkbox"/>	Moderada <input type="checkbox"/>		Socav. lateral <input type="checkbox"/>
							Sí <input type="checkbox"/>
							No <input checked="" type="checkbox"/>

COBERTURA Y USO DEL SUELO				REFERENCIAS			
COBERTURA DEL SUELO		USO DEL SUELO		AUTOR		AÑO	
Veg. Herbácea <b>10</b> %	Cultivos <b>0</b> %	Ganadería <b>0</b> %	Área protegida <b>0</b> %	<b>OSCAR HUAMAN QUISPE</b>		<b>2023</b>	
Bosque/selva <b>0</b> %	Construcciones <b>10</b> %	Agrícola <b>0</b> %	Vías <b>10</b> %	<b>GEOLOGO ESPECIALISTA EN GRD</b>		<b>EVALUACION DE RIESGOS EN EL SECTOR AQUIA CRUZ</b>	
Matorrales <b>10</b> %	Pastos <b>10</b> %	Recreación <b>0</b> %	Zona arqueológica <b>0</b> %				
Cuerpo de agua <b>10</b> %	Sin cobertura <b>50</b> %	Vivienda <b>0</b> %	Zona Industrial <b>0</b> %				
		Minería <b>0</b> %	Sin uso <b>90</b> %				

LOS CAMPOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SON OBLIGATORIOS

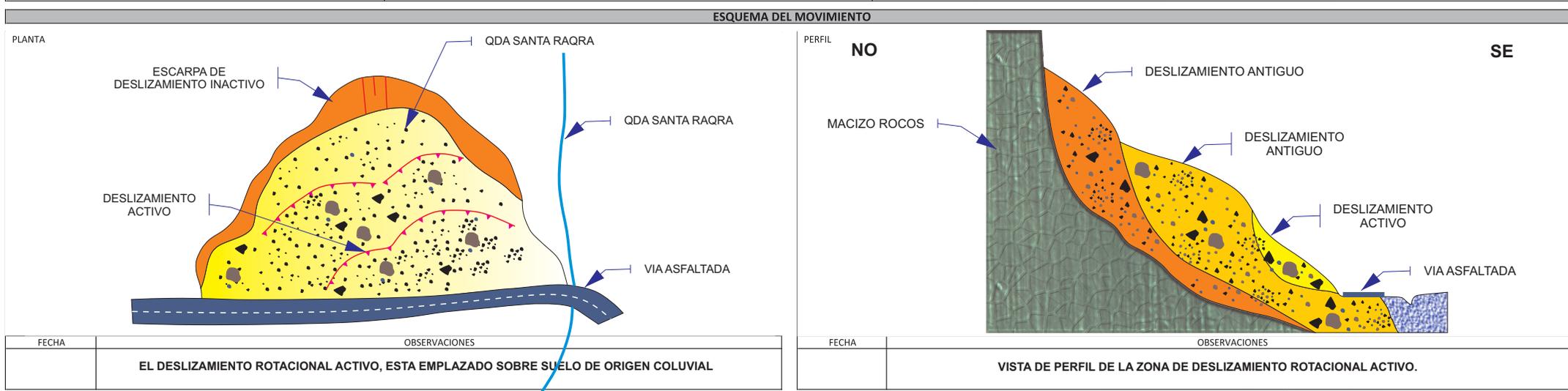


EFECTOS SECUNDARIOS																																		
TIPO (Costa & Schuster, 1988)	MORFOMETRÍA DE LA PRESA					REPRESAMIENTO MORFOMETRÍA DEL EMBALSE			CONDICIONES DE LA PRESA			OTROS EFECTOS																						
	I <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	Longitud (m)	Volúmen (m³)	Longitud (m)	Área cuenca (m²)	Obstrucción parcial	Moderadamente socavada	Tsunami (alt. ola)	Inundación	II <input type="checkbox"/>	V <input type="checkbox"/>	Altura (m)	Talud arriba (*)	Área (m²)	Caudal entrada	Erosión de la pata	Fuertemente socavada	Empalizada	III <input type="checkbox"/>	VI <input type="checkbox"/>	Ancho (m)	Talud abajo (*)	Volúmen (m³)	Caudal salida	Estabilización artificial	Parcialmente fallada	Sedimentación	IV <input type="checkbox"/>	III <input type="checkbox"/>	Nivel agua bajo corona (m)	Tasa de llenado	Ligeramente socavada	Fallada

DAÑOS						
POBLACIÓN AFECTADA		INFRAESTRUCTURA, ACTIVIDADES ECONOMICAS, DAÑOS AMBIENTALES				
Heridos _____	Vidas _____	Desaparecidos _____	Personas _____	Familias _____		
<b>TIPO DE DAÑO. Infraestructura:</b> edificios, carreteras, inst. educativa, puentes, servicios publicos, vía ferrea, torre conducción eléctrica, obras lineales, planta eléctrica, torre de energía, capa asfaltica, galpones, tanque almacenamiento, espolones, distrito riego, puentes peatonales, puentes veredales, acueducto. <b>Económicos:</b> agricultura, ganadería, cultivos, semovientes, transporte pasajeros y carga. <b>Ambientales:</b> parques, bosques, planta tratamiento de agua.		TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	TIPO DAÑO	VALOR (US\$)
I E A	VIA ASFALTADA AQUIA- AQUIA CRUZ	0.05	KM	DL DM <del>X</del> DS DT NC		
I E A	AREAS AGRICOLAS Y PASTIZALES	2	HA	DL DM <del>X</del> DS DT NC		
I E A				DL DM DS DT NC		
I E A				DL DM DS DT NC		
I E A				DL DM DS DT NC		
I E A				DL DM DS DT NC		

NOTA: I: Infraestructura, E: Económicos, A: Ambientales; DL: Daño leve; DM: Daño moderado; DS: Daño severo; DT: Daño total, NC: No cuantificable

NOTAS	APRECIACIÓN DEL RIESGO	ANEXO FOTOGRAFICO								
DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL ACTIVO, CON POSIBILIDAD DE RELACION DIRECTA CON AGUAS SUBTERRANEAS, AGUAS PLUVIALES Y SISTEMA DE RIEGO NO CONTROLADO	LOS ELEMENTOS EXPUESTOS ESTAN DENTRO DE RIESGO ALTO, PARA EL CUAL SE DEBERA PLANTEAR CAMBIO DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO (GOTEO) Y SISTEMAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON SUBDRENS EN LAS VIAS DE ACCESO VEHICULAR	<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>FOTOGRAFÍA</th> <th>AUTOR/DERECHOS</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>14/04/2023</td> <td></td> <td>WALSH PERU SAC</td> <td>DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL ACTIVO, EMPLAZADO EN MEDIO DEL SUELO COLUVIAL</td> </tr> </tbody> </table>	FECHA	FOTOGRAFÍA	AUTOR/DERECHOS	OBSERVACIONES	14/04/2023		WALSH PERU SAC	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL ACTIVO, EMPLAZADO EN MEDIO DEL SUELO COLUVIAL
FECHA	FOTOGRAFÍA	AUTOR/DERECHOS	OBSERVACIONES							
14/04/2023		WALSH PERU SAC	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL ACTIVO, EMPLAZADO EN MEDIO DEL SUELO COLUVIAL							



LOS CAMPOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SON OBLIGATORIOS



CALENTAMIENTO DEL PERU  
 CONSEJO NACIONAL AMBIENTAL  
 Ing. Luis Angel Albinex Baca  
 INGENIERO GEOLOGO  
 CIP 222658

# FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas

**000181**  
IMPORTANCIA\*

Alta  Media  Baja

DATOS DE REGISTRO									
ENCUESTADOR*	FECHA EVENTO*			FECHA REPORTE*			INSTITUCIÓN*		
<b>OSCAR HUAMAN</b>	DD	MM	AA	<b>15</b>	<b>04</b>	<b>2023</b>	<b>WALSH PERU SAC</b>		

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				DOCUMENTACION					
POR DIVISION POLITICA		COORDENADAS GEOGRAFICAS		REFERENTES GEOGRAFICOS		PLANCHAS		FOTOGRAFIAS AEREAS	
Departamento* <b>ANCASH</b>		Sitio* <b>8884962</b>		<b>CAIDA DE DETRITOS EMPLAZADO EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO PATIVILCA</b>		PLANCHAS		N° Vuelo	
Municipio* <b>AQUIA-CRUZ</b>		Lat (GMS)* <b>264395</b>				AÑO		N° Foto	
Vereda*		Long (GMS)*				ESCALA		Año	
		Altura*				EDITOR		Escala	
		Proyeccion: Magna *						Editor	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO				LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA												
EDAD		ESTADO		ESTILO		DISTRIBUCIÓN		DESCRIPCIÓN		ESTRUCTURA		ESTRUCTURA		ESPACIAMIENTO (m)		
< 1 año <input type="checkbox"/>	21-30 años <input type="checkbox"/>	Activo <input checked="" type="checkbox"/>	Complejo <input type="checkbox"/>	Retrogresivo <input type="checkbox"/>	<b>CAIDA DE DETRITOS EMPLAZADO DENTRO DEL DESLIZAMIENTO ACTIVO, Y SOBRE SUELO COLUVIAL</b>		<b>CAIDA DE DETRITOS EMPLAZADO DENTRO DEL DESLIZAMIENTO ACTIVO, Y SOBRE SUELO COLUVIAL</b>		<b>CAIDA DE DETRITOS EMPLAZADO DENTRO DEL DESLIZAMIENTO ACTIVO, Y SOBRE SUELO COLUVIAL</b>		<b>CAIDA DE DETRITOS EMPLAZADO DENTRO DEL DESLIZAMIENTO ACTIVO, Y SOBRE SUELO COLUVIAL</b>		<b>CAIDA DE DETRITOS EMPLAZADO DENTRO DEL DESLIZAMIENTO ACTIVO, Y SOBRE SUELO COLUVIAL</b>		<b>CAIDA DE DETRITOS EMPLAZADO DENTRO DEL DESLIZAMIENTO ACTIVO, Y SOBRE SUELO COLUVIAL</b>	
1-5 años <input checked="" type="checkbox"/>	31-40 años <input type="checkbox"/>	Reactivado <input type="checkbox"/>	Compuesto <input type="checkbox"/>	Avanzado <input type="checkbox"/>												
6-10 años <input type="checkbox"/>	41-60 años <input type="checkbox"/>	Suspendido <input type="checkbox"/>	Múltiple <input type="checkbox"/>	Ensanchado <input type="checkbox"/>												
11-15 años <input type="checkbox"/>	61-80 años <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	Sucesivo <input type="checkbox"/>	Confinado <input type="checkbox"/>												
16-20 años <input type="checkbox"/>	> 80 años <input type="checkbox"/>	Latente <input type="checkbox"/>	Único <input checked="" type="checkbox"/>	Crecente <input checked="" type="checkbox"/>												
		Abandonado <input type="checkbox"/>		Decreciente <input type="checkbox"/>												
		Estabilizado <input type="checkbox"/>		Móvil <input checked="" type="checkbox"/>												
		Relicto <input type="checkbox"/>														
Nota: Incluir mínimo origen de la roca (L,M o S) Edad, Fm, litología y estratigrafía, suelos																

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																									
TIPO MOVIMIENTO				SUBTIPO MOVIMIENTO				TIPO MATERIAL		HUMEDAD		PLASTICIDAD																													
Caída <input checked="" type="checkbox"/>	Volcamiento <input type="checkbox"/>	Deslizamiento <input type="checkbox"/>	Flujo <input type="checkbox"/>	Propagación lateral <input type="checkbox"/>	Reptación <input type="checkbox"/>	Deform. Gravit. Profundas <input type="checkbox"/>	Caída de roca <input checked="" type="checkbox"/>	Caída de detritos <input checked="" type="checkbox"/>	Caída de tierras <input checked="" type="checkbox"/>	Volcam. flexural de roca <input type="checkbox"/>	Volcam. de roca <input type="checkbox"/>	Volcam. macizo rocoso <input type="checkbox"/>	Desliz. rotacional <input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional <input type="checkbox"/>	Desliz. en cuña <input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional en cuña <input type="checkbox"/>	Desliz. traslacional planar <input type="checkbox"/>	Avalancha de rocas <input type="checkbox"/>	Flujo de detritos <input type="checkbox"/>	Flujo de lodo <input type="checkbox"/>	Desliz. por flujo <input type="checkbox"/>	Avalancha de detritos <input type="checkbox"/>	Flujo de tierra <input type="checkbox"/>	Creceda de detritos <input type="checkbox"/>	Flujo de turba <input type="checkbox"/>	Desliz. licuación de arena <input type="checkbox"/>	Desliz. licuación de limo <input type="checkbox"/>	Roca <input type="checkbox"/>	Detritos <input checked="" type="checkbox"/>	Tierra <input checked="" type="checkbox"/>	Lodos <input type="checkbox"/>	Turba <input type="checkbox"/>	Mojado <input type="checkbox"/>	Muy húmedo <input checked="" type="checkbox"/>	Húmedo <input checked="" type="checkbox"/>	Liger. húmedo <input type="checkbox"/>	Seco <input type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/>	Media <input checked="" type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>	No plástico <input type="checkbox"/>
NOTA: 1: Primer movimiento 2: Segundo Movimiento																																									

ORIGEN SUELO				TIPO DEPÓSITO (Origen suelo sedimentario)				VELOCIDAD				SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*							
Residual <input type="checkbox"/>	Coluvial <input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentario <input type="checkbox"/>	Volcánico <input type="checkbox"/>	Aluvial <input type="checkbox"/>	Eólico <input type="checkbox"/>	Glacial <input type="checkbox"/>	Lacustre <input type="checkbox"/>	Marino <input type="checkbox"/>	Extr. rápido (>5 m/s) <input type="checkbox"/>	Muy rápido (>3 m/min) <input checked="" type="checkbox"/>	Rápido (>1.8 m/hr) <input type="checkbox"/>	Moderado (>13 m/mes) <input type="checkbox"/>	Lento (>1.6 m/año) <input type="checkbox"/>	Muy lento (>16 mm/año) <input type="checkbox"/>	Extr. Lento (<16 mm/año) <input type="checkbox"/>	Hutchinson, 1988 <input type="checkbox"/>	Varnes, 1978 <input type="checkbox"/>	Cruden y Varnes, 1996 <input checked="" type="checkbox"/>	Hungr et al., 2001 <input type="checkbox"/>

GENERAL				MORFOMETRÍA				DEFORMACIÓN TERRENO				GEOFORMA																		
Diferencia de altura corona a punta (m) <b>3</b>	Longitud horizontal corona a punta (m) <b>80</b>	Fahrböschung (grados) <b>70</b>	Pendiente de ladera en Posfalla (grados) <b>60</b>	Pendiente de ladera en Prefalla (grados) <b>60</b>	Dirección del movimiento (grados) <b>OESTE</b>	Azímud del talud (grados) <b>N304°</b>	Ancho de la masa desplazada, Wd (m) <b>40</b>	Ancho de la superficie de ruptura, Wr (m) <b>40</b>	Longitud de la masa desplazada, Ld (m) <b>10</b>	Longitud de superficie de ruptura, Lr (m) <b>10</b>	Espesor de la masa desplazada, Dd (m) <b>10</b>	Profundidad de superficie de ruptura, Dr (m) <b>10</b>	Longitud total, L (m) <b>10</b>	Volumen inicial (m3) <b>40</b>	Volumen desplazado (m3) <b>40</b>	Área inicial (km2) <b>40</b>	Área total afectada (km2) <b>40</b>	Run up (m) <b>10</b>	Distancia de viaje (km) <b>10</b>	MODO	Ondulación <input checked="" type="checkbox"/>	Escalonamiento <input type="checkbox"/>	SEVERIDAD	Leve <input type="checkbox"/>	Media <input type="checkbox"/>	Severa <input checked="" type="checkbox"/>	<b>EMPLAZADO EN LADERAS DE PENDIENTE MUY EMPINADO 66° A 70°, LADERAS DESESTABILIZADO</b>			

INHERENTES				CAUSAS DEL MOVIMIENTO				CONTRIBUYENTES-DETONANTES																												
Material plástico débil <input type="checkbox"/>	Material sensible <input checked="" type="checkbox"/>	Material colapsible <input checked="" type="checkbox"/>	Material meteor. Físicamente <input checked="" type="checkbox"/>	Material meteor. Químicamente <input type="checkbox"/>	Material fallado por corte <input checked="" type="checkbox"/>	Material fisurado y agrietado <input checked="" type="checkbox"/>	Orientación desfav. de discontinuidades <input type="checkbox"/>	Contraste de permeabilidad de materiales <input type="checkbox"/>	Contraste de rigidez de materiales <input checked="" type="checkbox"/>	Meteoriz. por descongelamiento/deshielo <input type="checkbox"/>	Meteoriz. por expansión/contracción <input type="checkbox"/>	Movimiento tectónico <input type="checkbox"/>	Sismo M <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> De <input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/>	Erupción volcánica <input type="checkbox"/>	Lluvias (mm) 24 h <input checked="" type="checkbox"/> 48 h <input type="checkbox"/> 72 h <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/>	Viento <input type="checkbox"/>	Deshielo <input type="checkbox"/>	Avance/Retroceso de glaciales <input type="checkbox"/>	Rompimiento de lagos en cráteres <input type="checkbox"/>	Rompimiento de presas <input type="checkbox"/>	Desembalse rápido de presas <input type="checkbox"/>	Erosión pata del talud por glaciares <input type="checkbox"/>	Socavación pata del talud por corriente agua <input type="checkbox"/>	Socavación pata del talud por oleaje <input type="checkbox"/>	Socavación de margenes de ríos <input checked="" type="checkbox"/>	Erosión Pluvial <input checked="" type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud <input checked="" type="checkbox"/>	Erosión subterránea (disolución, tubificación) <input checked="" type="checkbox"/>	Irrigación <input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje <input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías <input type="checkbox"/>	Deforestación o ausencia de vegetación <input checked="" type="checkbox"/>	Minería <input type="checkbox"/>	Disposición deficiente de estériles/escombros <input type="checkbox"/>	Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado pilotes) <input type="checkbox"/>	Erosión Fluvial <input checked="" type="checkbox"/>
NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante, I: Inherente 24 h (mm): Lluvia acumulada antes del movimiento M: Magnitud, E: Escala (Ml, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (km), P: Profundidad (km)																																				

TIPO DE EROSIÓN														
SUPERFICIAL			SUBSUPERFICIAL			EDAD		ESTADO		FLUVIAL		EÓLICA		
Tierras malas <input checked="" type="checkbox"/>	Surcos <input type="checkbox"/>	Carcavas <input type="checkbox"/>	Laminar <input type="checkbox"/>	Cavernas <input type="checkbox"/>	Tubificación <input type="checkbox"/>	Antigua <input type="checkbox"/>	Reciente <input checked="" type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>	Moderada <input type="checkbox"/>	Severa <input checked="" type="checkbox"/>	Socav. fondo <input type="checkbox"/>	Socav. lateral <input type="checkbox"/>	Sí <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>

COBERTURA Y USO DEL SUELO				REFERENCIAS																			
COBERTURA DEL SUELO		USO DEL SUELO		AUTOR		AÑO		TÍTULO		EDITOR		CIUC											
Veg. Herbácea <b>20</b> %	Bosque/selva <b>0</b> %	Matorrales <b>10</b> %	Cuerpo de agua <b>5</b> %	Cultivos <b>0</b> %	Construcciones <b>10</b> %	Pastos <b>10</b> %	Sin cobertura <b>35</b> %	Ganadería <b>0</b> %	Agrícola <b>0</b> %	Recreación <b>0</b> %	Vivienda <b>0</b> %	Minería <b>0</b> %	Área protegida <b>0</b> %	Vías <b>10</b> %	Zona arqueológica <b>0</b> %	Zona Industrial <b>0</b> %	Sin uso <b>90</b> %	<b>OSCAR HUAMAN QUISPE</b>	<b>2023</b>	<b>EVALUACION DE RIESGOS EN EL SECTOR AQUIA CRUZ</b>			

LOS CAMPOS MARCADOS CON ASTERISCO (\*) SON OBLIGATORIOS



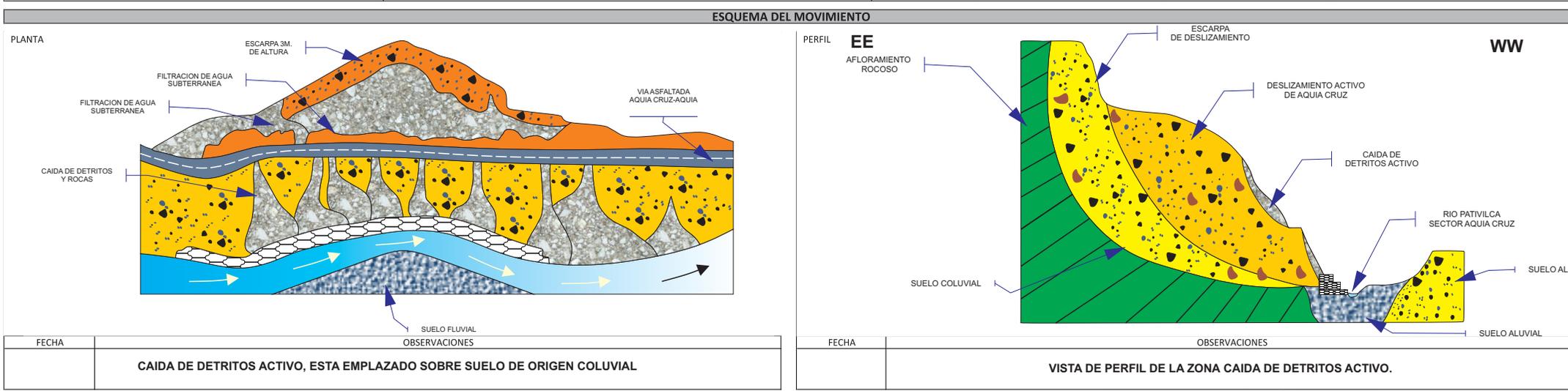
EFECTOS SECUNDARIOS															
TIPO (Costa & Schuster, 1988)		MORFOMETRÍA DE LA PRESA				REPRESAMIENTO MORFOMETRÍA DEL EMBALSE				CONDICIONES DE LA PRESA				OTROS EFECTOS	
I	<input type="checkbox"/>	Longitud (m)	_____	Volúmen (m³)	_____	Longitud (m)	<input type="checkbox"/>	Área cuenca (m²)	<input type="checkbox"/>	Obstrucción parcial	<input type="checkbox"/>	Moderadamente socavada	<input type="checkbox"/>	Tsunami (alt. ola)	<input type="checkbox"/>
II	<input type="checkbox"/>	Altura (m)	_____	Talud arriba (*)	_____	Área (m²)	<input type="checkbox"/>	Caudal entrada	<input type="checkbox"/>	Erosión de la pata	<input type="checkbox"/>	Fuertemente socavada	<input type="checkbox"/>	Emplazada	<input type="checkbox"/>
III	<input type="checkbox"/>	Ancho (m)	_____	Talud abajo (*)	_____	Volúmen (m³)	<input type="checkbox"/>	Caudal salida	<input type="checkbox"/>	Estabilización artificial	<input type="checkbox"/>	Parcialmente fallada	<input type="checkbox"/>	Sedimentación	<input type="checkbox"/>
IV	<input type="checkbox"/>					Nivel agua bajo corona (m)	<input type="checkbox"/>	Tasa de llenado	<input type="checkbox"/>	Ligeramente socavada	<input type="checkbox"/>	Fallada	<input type="checkbox"/>	Sismo	<input type="checkbox"/>
V	<input type="checkbox"/>														
VI	<input type="checkbox"/>														

POBLACIÓN AFECTADA		DAÑOS INFRAESTRUCTURA, ACTIVIDADES ECONOMICAS, DAÑOS AMBIENTALES					
Heridos _____		TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	TIPO DAÑO	VALOR (US\$)	
Vidas _____		I E A	VIA ASFALTADA AQUIA- AQUIA CRUZ	0.10	KM	DL DM <del>X</del> DS DT NC	
Desaparecidos _____		I E A	POSTES DE ENERGIA ELECTRICA	2	UN	DL DM <del>X</del> DS DT NC	
Personas _____		I E A	AREAS DE CULTIVO Y PASTIZALES	0.10	HA	DL DM <del>X</del> DS DT NC	
Familias _____		I E A				DL DM DS DT NC	
		I E A				DL DM DS DT NC	
		I E A				DL DM DS DT NC	
		I E A				DL DM DS DT NC	

TIPO DE DAÑO. **Infraestructura:** edificios, carreteras, inst. educativa, puentes, servicios publicos, vía ferrea, torre conducción eléctrica, obras lineales, planta eléctrica, torre de energía, capa asfaltica, galpones, tanque almacenamiento, espolones, distrito riego, puentes peatonales, puentes veredales, acueducto. **Económicos:** agricultura, ganadería, cultivos, semovientes, transporte pasajeros y carga. **Ambientales:** parques, bosques, planta tratamiento de agua.

NOTA: I: Infraestructura, E: Económicos, A: Ambientales; DL: Daño leve; DM: Daño moderado; DS: Daño severo; DT: Daño total, NC: No cuantificable

NOTAS	APRECIACIÓN DEL RIESGO	FECHA	FOTOGRAFÍA	ANEXO FOTOGRAFICO AUTOR/DERECHOS	OBSERVACIONES
CAIDA DE DETRITOS ACTIVO, CON POSIBILIDAD DE RELACION DIRECTA CON AGUAS SUBTERRANEAS Y SISTEMA DE RIEGO NO CONTROLADO	LOS ELEMENTOS EXPUESTOS ESTAN DENTRO DE RIESGO MUY ALTO, PARA EL CUAL SE DEBERA PLANTEAR CAMBIO DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO (GOTEO) Y SISTEMAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON SUBDRENS EN LAS VIAS DE ACCESO VEHICULAR	15/04/2023		WALSH PERU SAC	CAIDA DE DETRITOS ACTIVO, EMPLAZADO EN MEDIO DEL SUELO COLUVIAL



COLEGIO INGENIEROS DEL PERU
   
 INGENIERO GEOLOGO
   
 Ing. Luis Angel Albiniz Saca
   
 CIP 222658

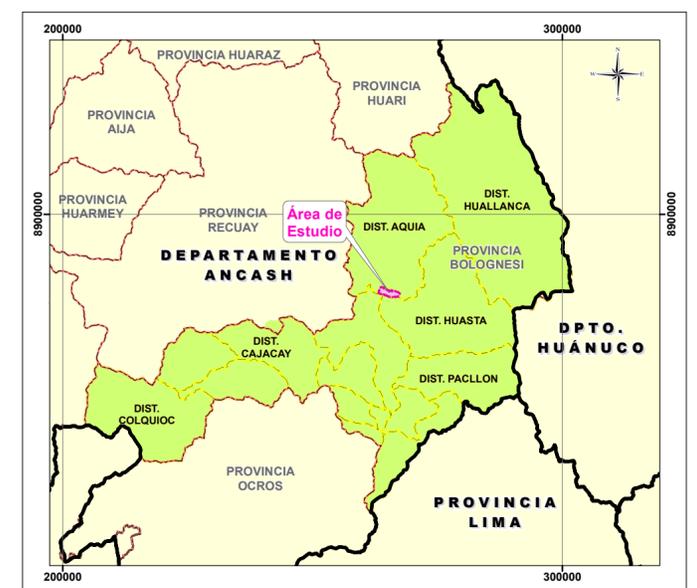
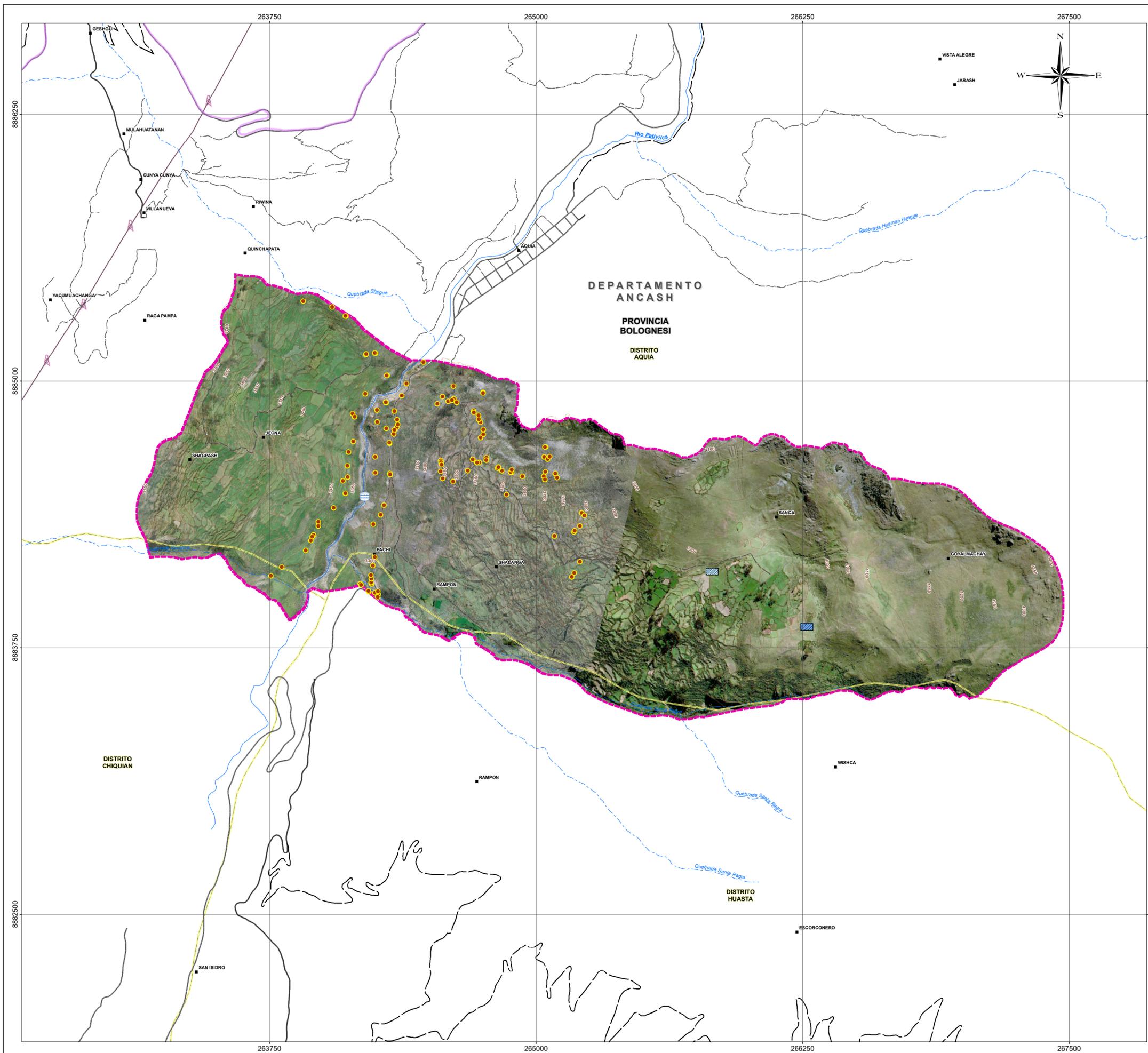
## ANEXO 2.2 MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN GEOLÓGICOS

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHO JIMENEZ DEL PER  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBU  
INGENIERO CIVIL  
R. JIM. 138-2010-CENEPREDUJ  
CIP 222658

  
INGRID LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JIM. 138-2010-CENEPREDUJ



*Flor Karina Sueldo Nieto*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95066

*Lucía Verónica Paredes Solano*  
**LUCÍA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*Ing. Luis Abel Páez Baca*  
**ING. LUIS ABEL PÁEZ BACA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 22266

*Ing. Luis Abel Páez Baca*  
**ING. LUIS ABEL PÁEZ BACA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 186-2018-CENEPREU

**LEYENDA**  
 Puntos de observación de evaluación de peligros

SIMBOLOGÍA	
Centro poblado	Red Vial Afirmada
Bocatoma	Red Vial Asfaltada
Reservorio agrícola cercano al canal	Trocha carrozable
Reservorio agrícola entre estancias	Camino de herradura
Río	Límite Distrital
Quebrada	Límite Provincial
Curvas principales	Áreas agropecuarias
Curvas secundarias	Otras infraestructuras
Líneas de transmisión	Vivienda
Mineroducto	Área de Estudio

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR AQUIA CRUZ, DEL DISTRITO DE AQUIA, PROVINCIA BOLOGNESI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**

TÍTULO : **MAPA DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE EVALUACIÓN DE PELIGROS**

DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: BOLOGNESI      DISTRITO: AQUIA  
 ESCALA: 1:12,500  
 Datum: WGS84 UTM - Zona 18 Sur

ELABORADO POR: **Walsh Perú**      PROYECTO: **MIN-2305**      FECHA: **Diciembre, 2023**      MAPA: **Anexo 2.2**

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Instituto Geográfico Nacional (IGN).

## ANEXO 2.3 PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS NATURALES



LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025



FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066



CALECHIN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUMBO  
Ing. Luis Alberto Anaya Bacer  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222658



ING. LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDU

## PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS NATURALES SECTOR AQUIA CRUZ



**Fotografía 1.** Vista de depósito coluvio-deluvial suelto con bajo grado de compactación en el flanco izquierdo del río Pativilca ubicado en una ladera de socavamiento (264303 E, 8885028 N).

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELTO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECEROS MIEMBROS DEL PERU  
CONSEJO REPRESENTATIVO OMBRO  
Ing. Luis Alberto Minaya Baccá  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 222658

  
ING. LUIS ABEL YANA GALVARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. N° 2010-CEMPEREDU



**Fotografía 2.** Vista de depósito coluvial de caída en vertiente coluvial con una pendiente muy fuerte a escarpada. (265064 E. 8884647 N).

  
 LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELTO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
 CALIFICACIONES DEL PERU  
 CONSEJO PROFESIONAL OMBU  
 Ing. Luis Abel Yana Galzarza  
 Reg. CIP N° 222658



**Fotografía 3.** Vista de depósitos fluviales con clastos subangulosos a subredondeados de hasta 1 metro de diámetro en la quebrada Santa Raqa. (264245 E, 8884008 N).

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALZARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 205-2010-CENEPREDU



**Fotografía4.** Vista de agrietamiento en vía con dirección N57° en vertiente o piedemonte coluvio deluvial del sector de Aquia Cruz (264235 E, 8884137 N).

  
 LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 CALIFICADO ESPECIALISTA DEL PERU  
 CONSEJO PROFESIONAL OMBRO  
 Ing. Luis Alberto Galvarza  
 Reg. CIP N° 222658



**Fotografía5.** Vista de depósitos coluvio-deluviales sueltos con bajo grado de compactación en ladera de socavamiento al flanco izquierdo del Río Pativilca (263944 E, 8884253 N).

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALVARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 205-2018-CENEPREDU



**Fotografía6.** Vista de sistema de andenerías para evitar erosión en la margen derecha del río Pativilca. (264121 E, 8884668 N).

  
 LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
 CALIFICACIONES DEL PERU  
 CONSEJO NACIONAL OMBU  
 Ing. Luis Alberto Galzarza  
 Reg. CIP N° 22255



**Fotografía7.** Vista pendientes fuertes entre 15° y 25° en la parte baja de vertiente con depósito de deslizamiento del sector de Aquia Cruz (264149 E, 8884833 N).

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 2018-CENEPREDU



**Fotografía8.** Vista de escarpe de deslizamiento con depósitos coluvio-deluviales en parte alta de ladera de deslizamiento del sector de Aquia Cruz. (264555 E, 8884620 N).

  
 LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
 FLOR KARINA SUELTO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
 CALIFICADO MIEMBRO DEL PERU  
 CONSEJO PROFESIONAL OMBRO  
 Ing. Luis Alberto Galzarza  
 R. J.M. N° 22255



**Fotografía9.** Vista de grietas de tensión en corona de deslizamiento de vertiente con depósito de deslizamiento. (264721 E, 8884619 N).

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 20710-CEPREDEU



**Fotografía10.** Variación de pendiente como indicio de deslizamiento en zona alta de vertiente del sector de Aquia Cruz (264680 E, 8884581 N).

  
 LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

  
 CALLE DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO REGIONAL OCHO  
 Ing. Luis Alberto Galzarza  
 Reg. CIP N° 22255



**Fotografía11.** Vista de escarpe de deslizamiento con depósitos coluvio-deluviales sueltos en parte alta de vertiente (264554 E, 8884629 N).

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 205-2018-CENEPREDU



**Fotografía12.** Vista de flujo del río Pativilca en el sector de Aquia Cruz. (264297 E, 8884899 N).

  
**LUCIA VERÓNICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
 CALIFICADO EN EL PUESTO DE  
 INGENIERO AMBIENTAL OMBU  
 Ing. Luis Alberto Galzarza  
 R. J.M. N° 22255



**Fotografía13.** Vista depósitos aluviales al flanco izquierdo del río Pativilca en la parte baja de la ladera (264399 E, 8884974 N).

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 20718-CENEPREDU



**Fotografia14.** Vista de depósitos coluviales de caída activo en la parte baja de vertiente de deslizamiento (264316 E, 8884562 N).

  
 LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
 CALLE DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO REPRESENTATIVO OMBU  
 Ing. Luis Galvarza  
 Ing. N° 22255



**Fotografia15.** Desembocadura de la quebrada Santa Raqra en el rio Pativilca (263950 E, 8884271 N).

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALVARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 2018-CENEPREDU



**Fotografía16.** Vista caída de suelo y presencia de agua subterránea en la margen derecha del río Pativilca (264295 E, 8884902 N)

  
 LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
 CALIFICADO MIEMBRO DEL PERU  
 CONSEJO NACIONAL OMBU  
 Ing. Luis Alberto Galzarza  
 Reg. CIP N° 222658



**Fotografía17.** Vista con dirección este de depósitos coluvio-deluviales en vertiente con depósito de deslizamiento (264203 E, 8885128 N).

  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 205-2010-CENEPREDU

## ANEXO 2.4 PERFILES GEOTÉCNICOS

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

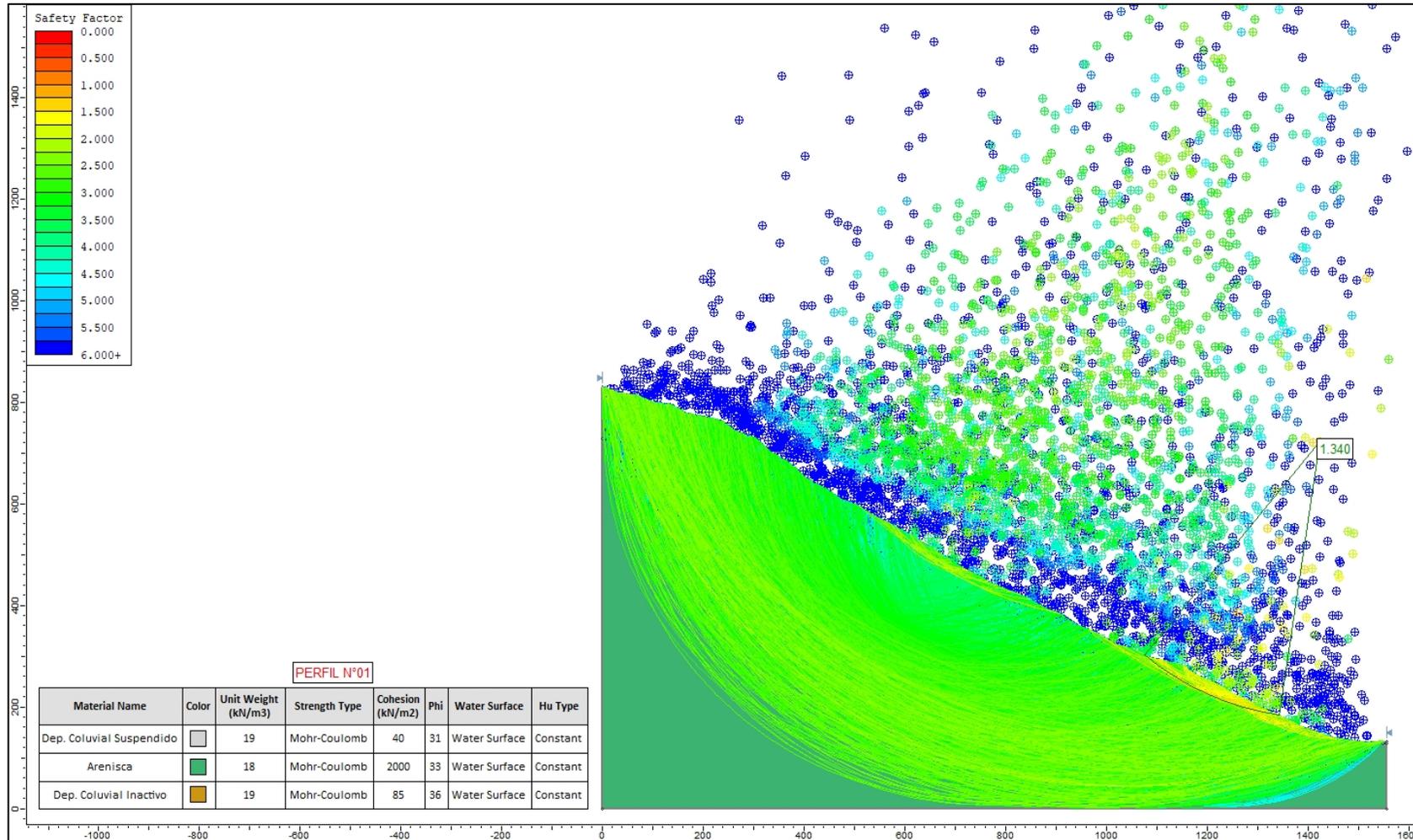
  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHIN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBDO  
ING. LUIS ALBERTO ANCOZAR BECERRA  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 222658

  
ING. LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDU

## PERFILES GEOTÉCNICOS

**Figura N° 1.** Perfil geotécnico AC-01 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.340, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



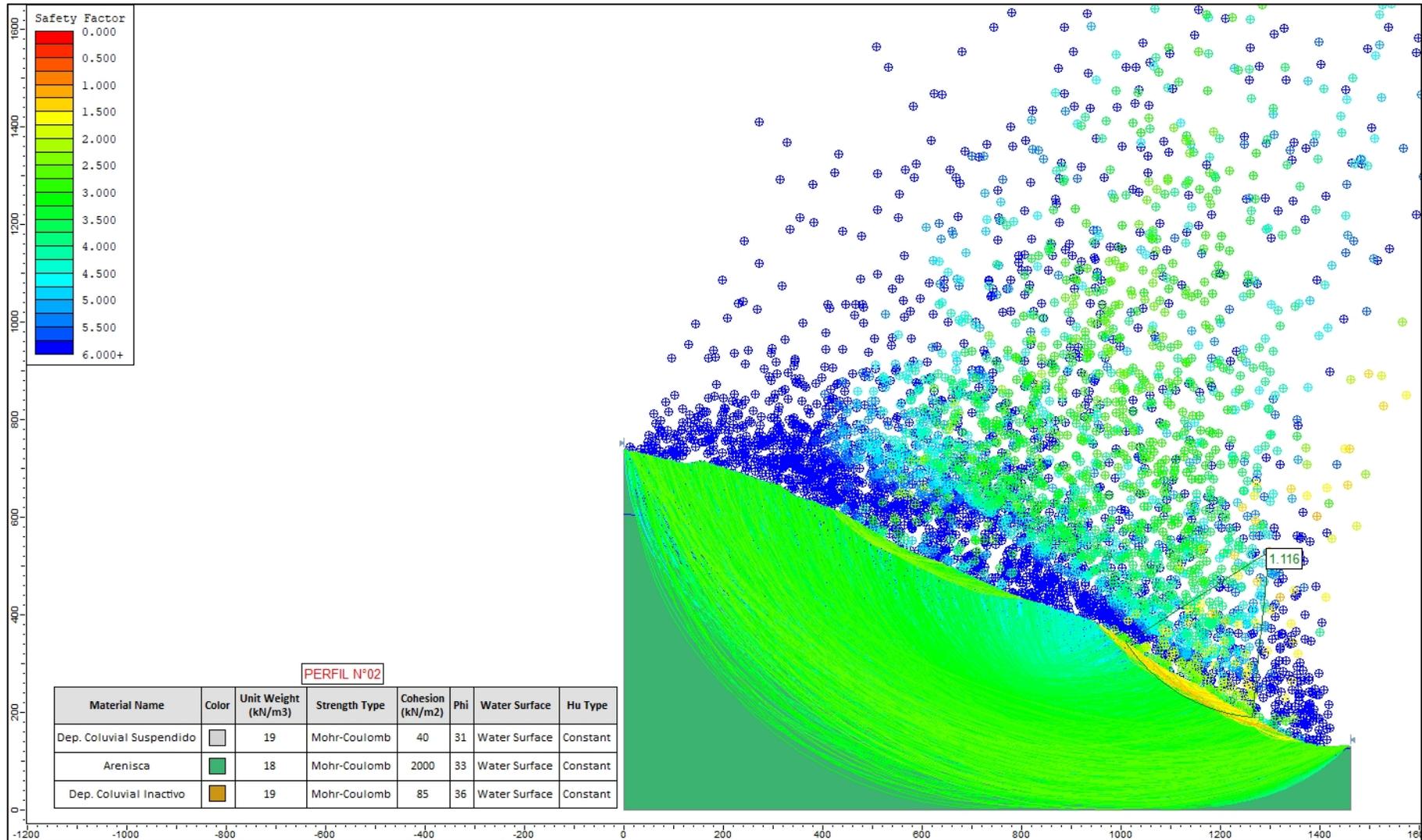
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Ing. Luis Angel Albinos Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 188-2018-CENEPREQU

**Figura N° 2.** Perfil geotécnico AC-02 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.116, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



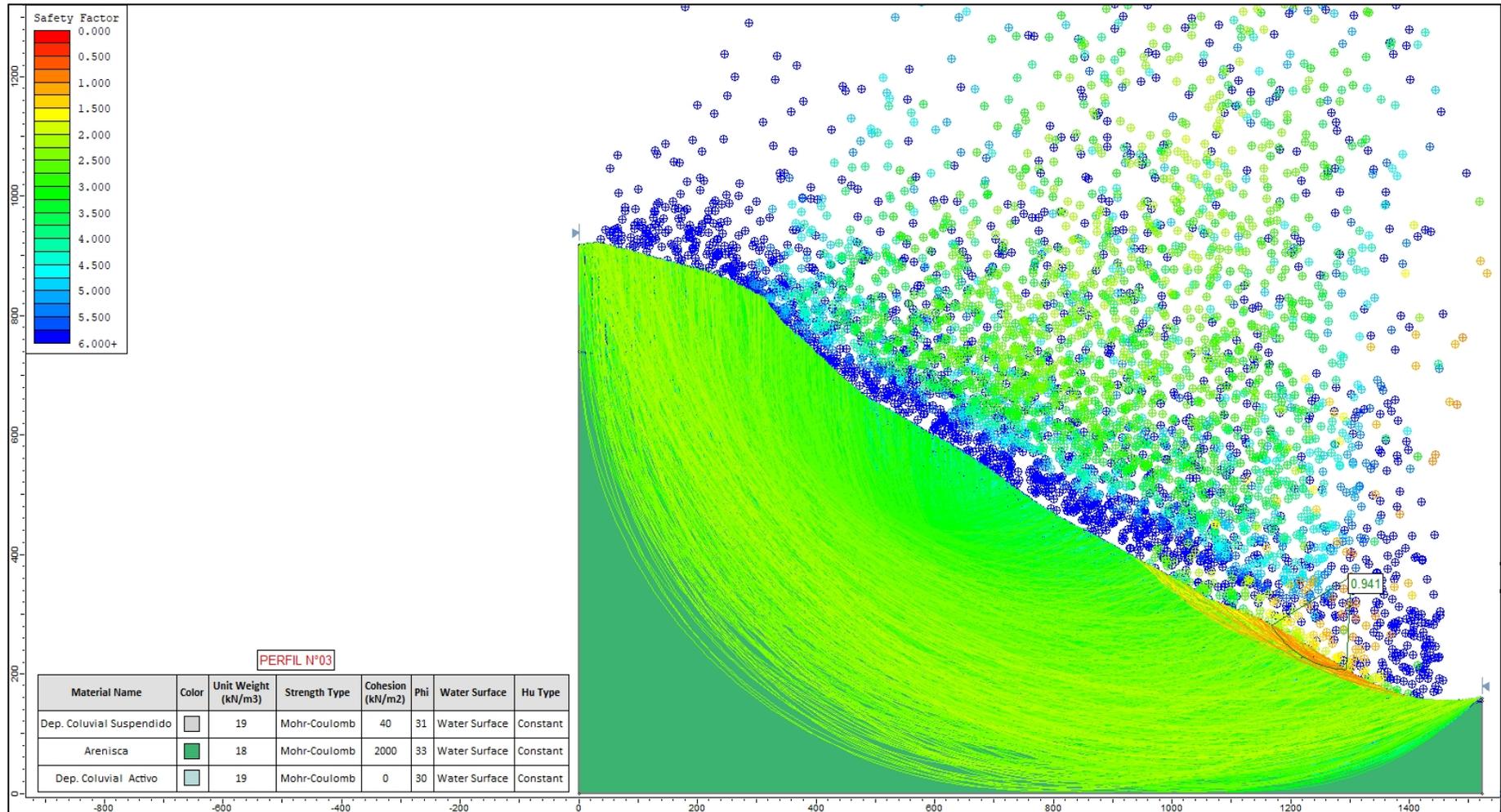
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP: 222858

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 180-2010-CENEPREQU

**Figura N° 3.** Perfil geotécnico AC-03 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 0.941, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



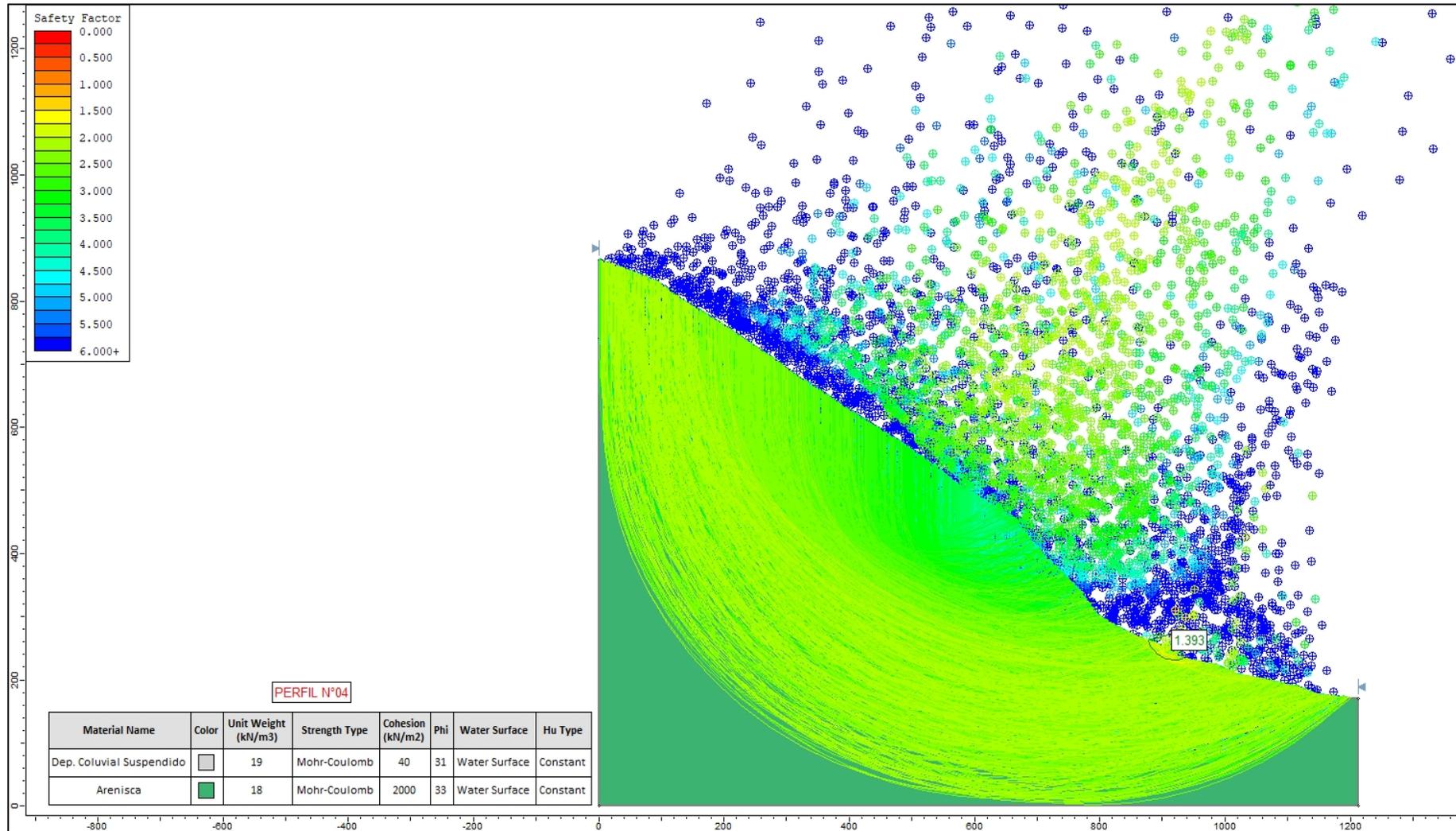
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**ING. LUIS ANGEL ALBINOZ BOCA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 188-2018-CENEPREQU

**Figura N° 4.** Perfil geotécnico AC-04 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.393, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



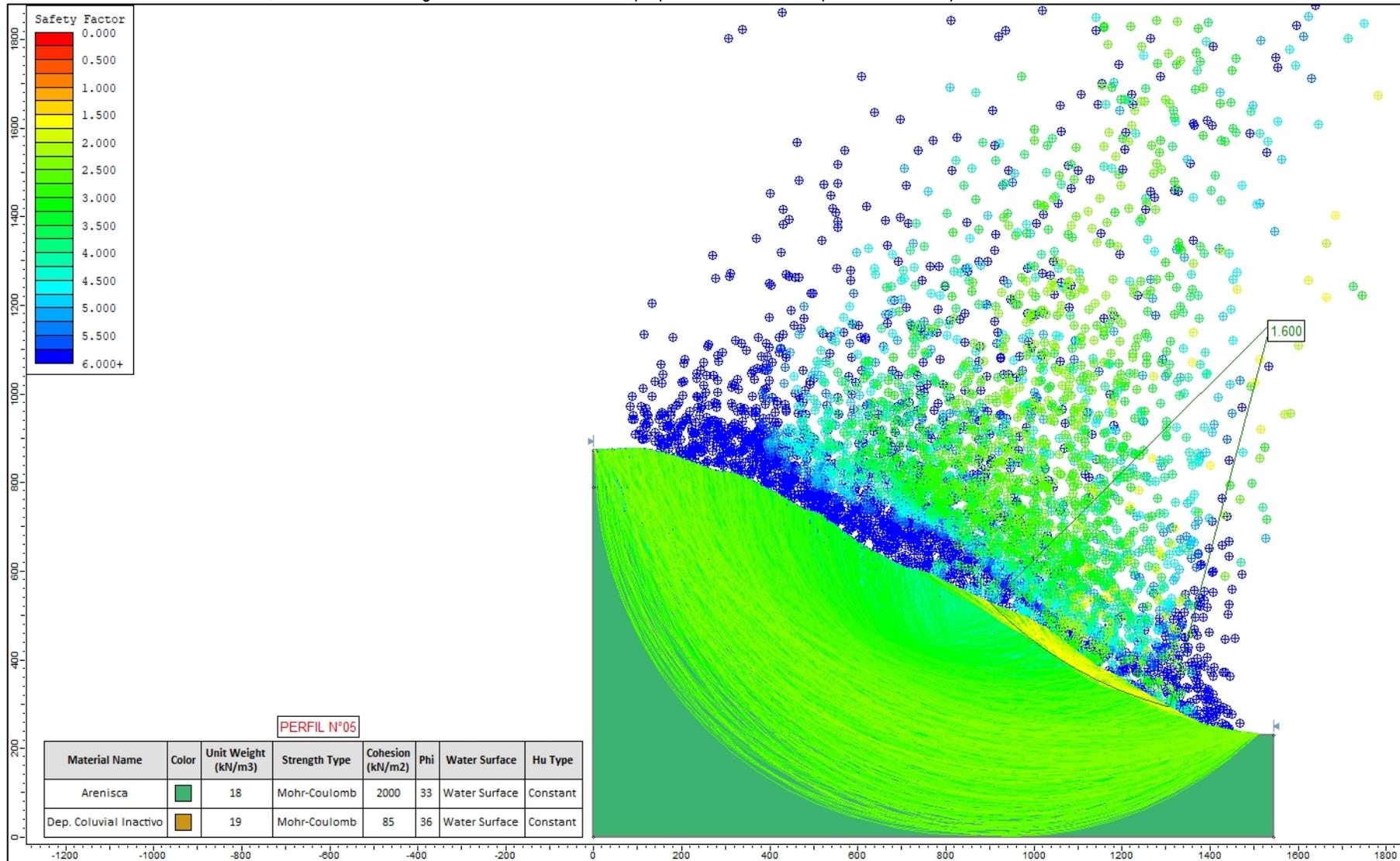
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinos Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 188-2018-CENEPREQU

**Figura N° 5.** Perfil geotécnico AC-05 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.600, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



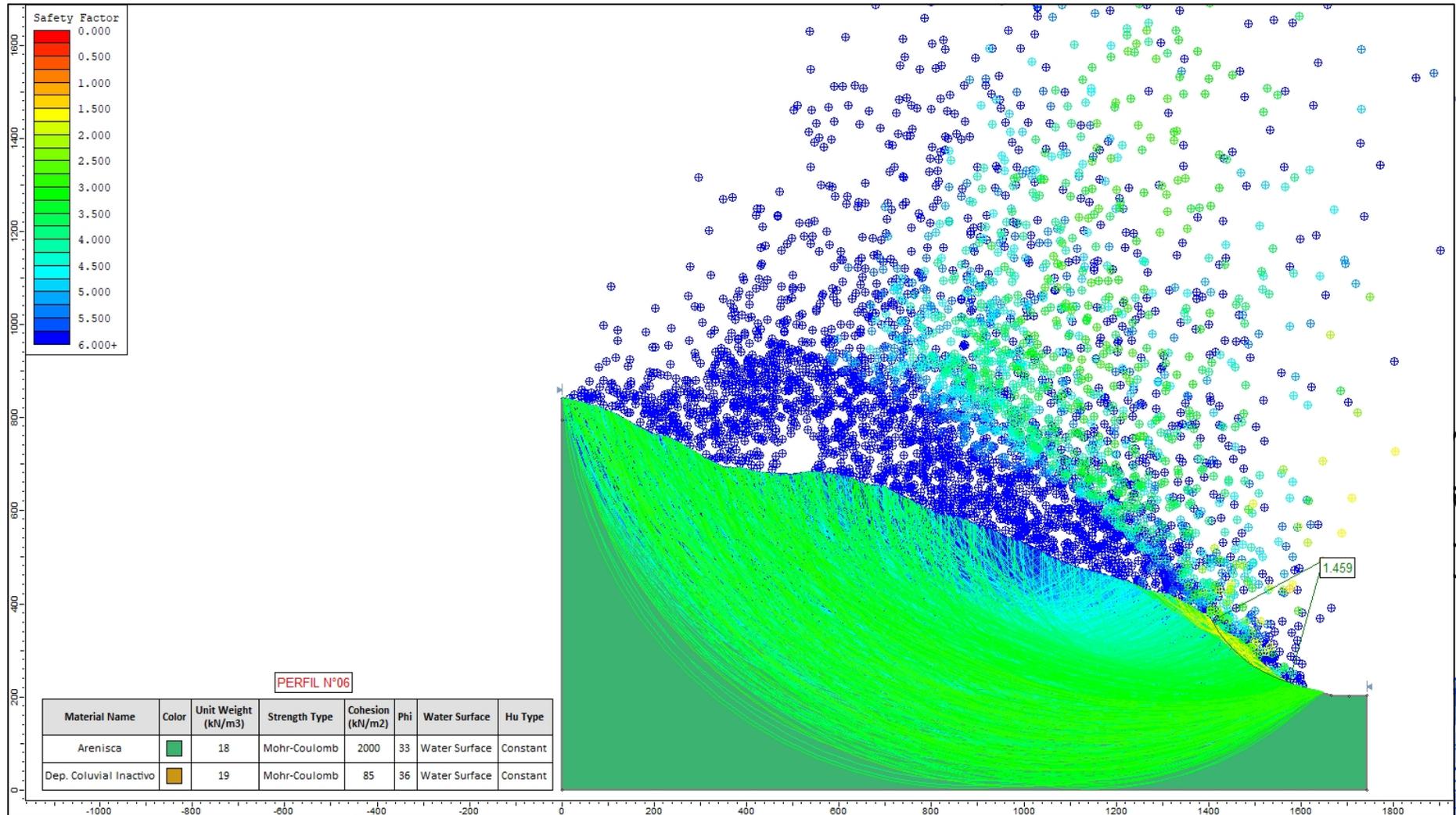
*Lucia Veronica*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*Flor Karina Sueldo Nieto*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*Ing. Luis Angel Albinéz Baca*  
**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*Ing. Luis Abel Yana Galarza*  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 148-2010-CE/REPREQU

**Figura N° 6.** Perfil geotécnico AC-06 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.459, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



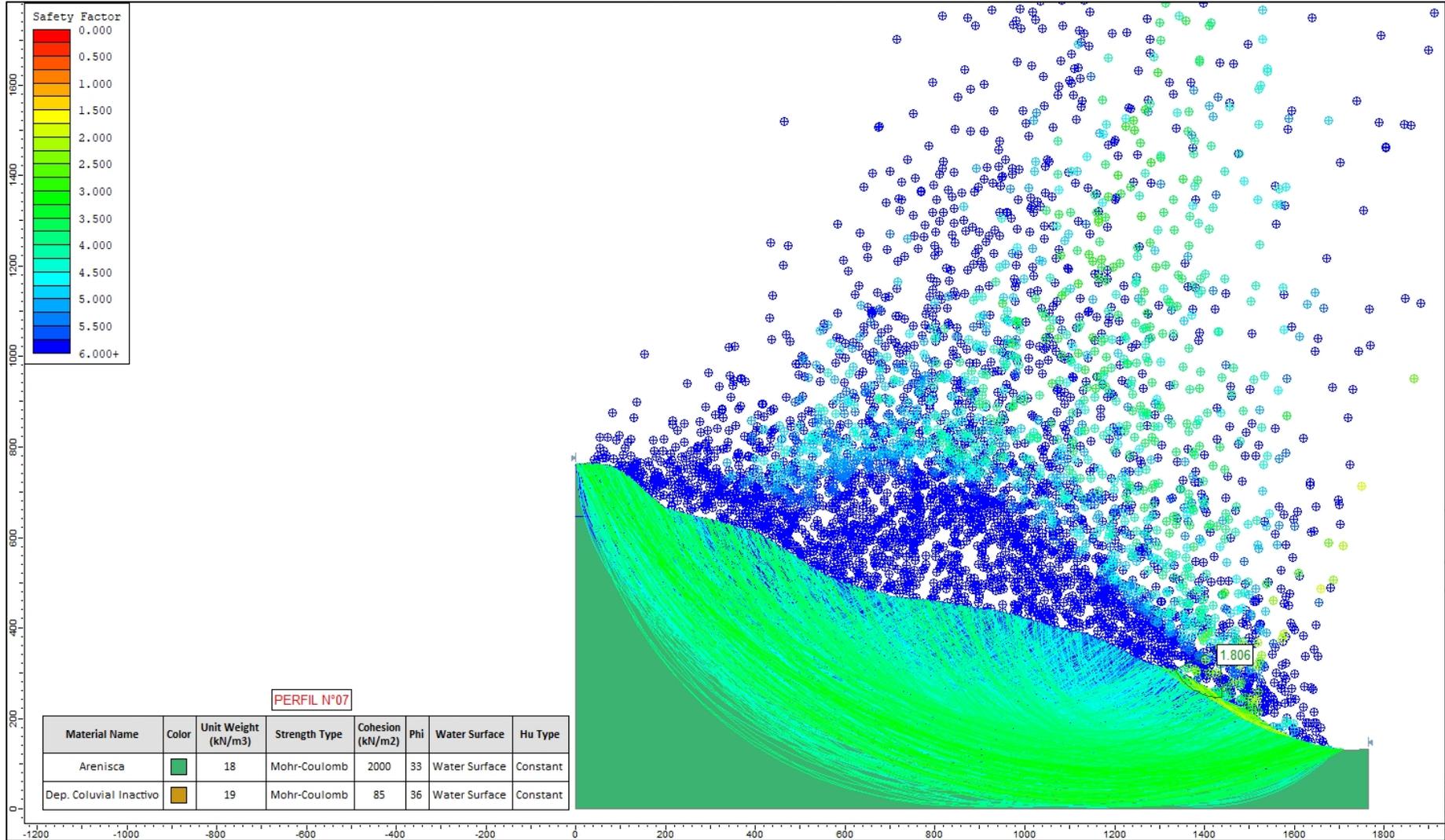
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

**Ing. Luis Angel Albinos Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

**ING. LUIS ABEL VIANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 180-2018-CENEPREQU

**Figura N° 7.** Perfil geotécnico AC-07 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.806, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



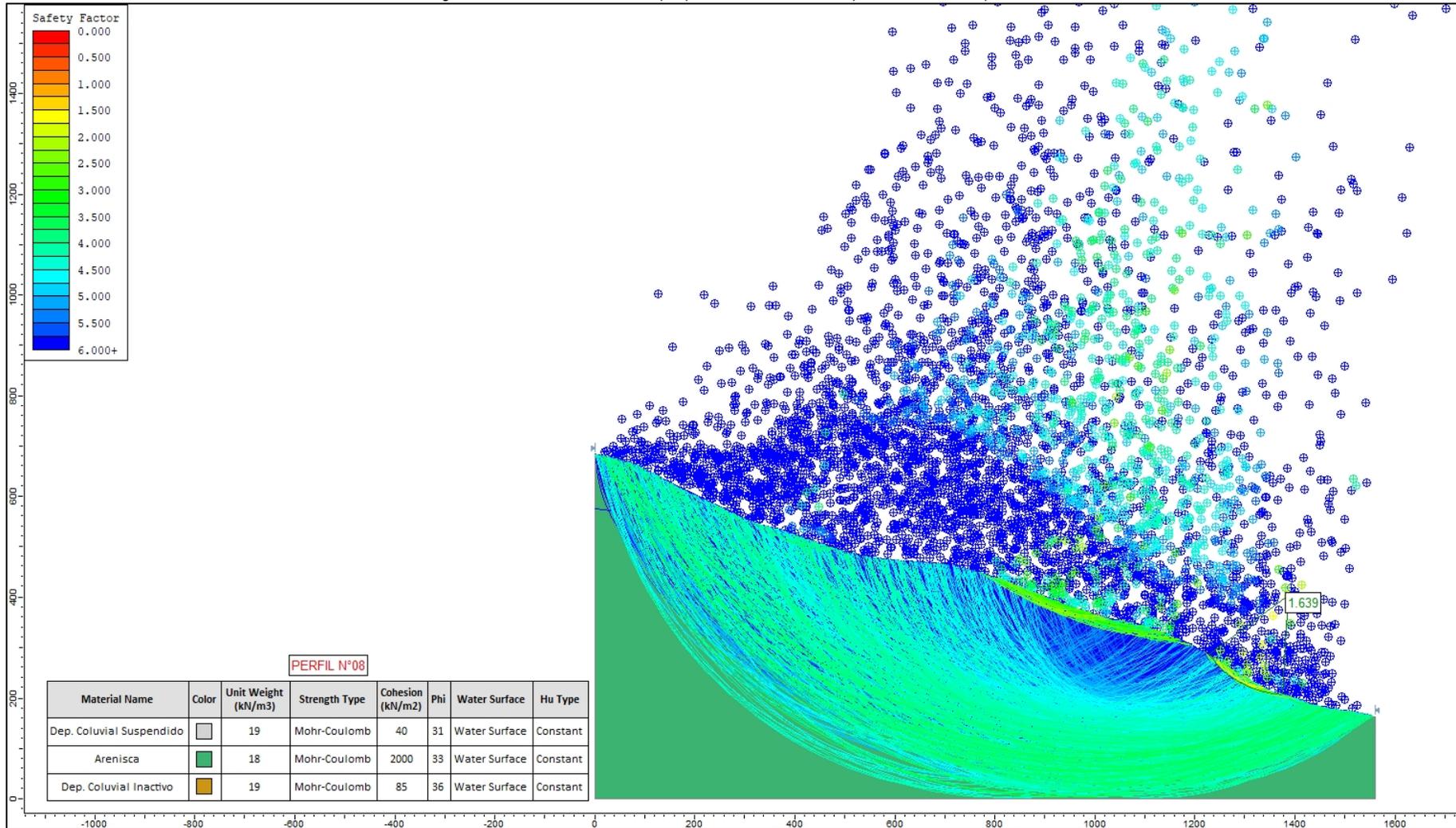
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**ING. LUIS ANGEL ALBINEZ BOCA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 188-2018-CENEPREQU

**Figura N° 8.** Perfil geotécnico AC-08 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.639, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



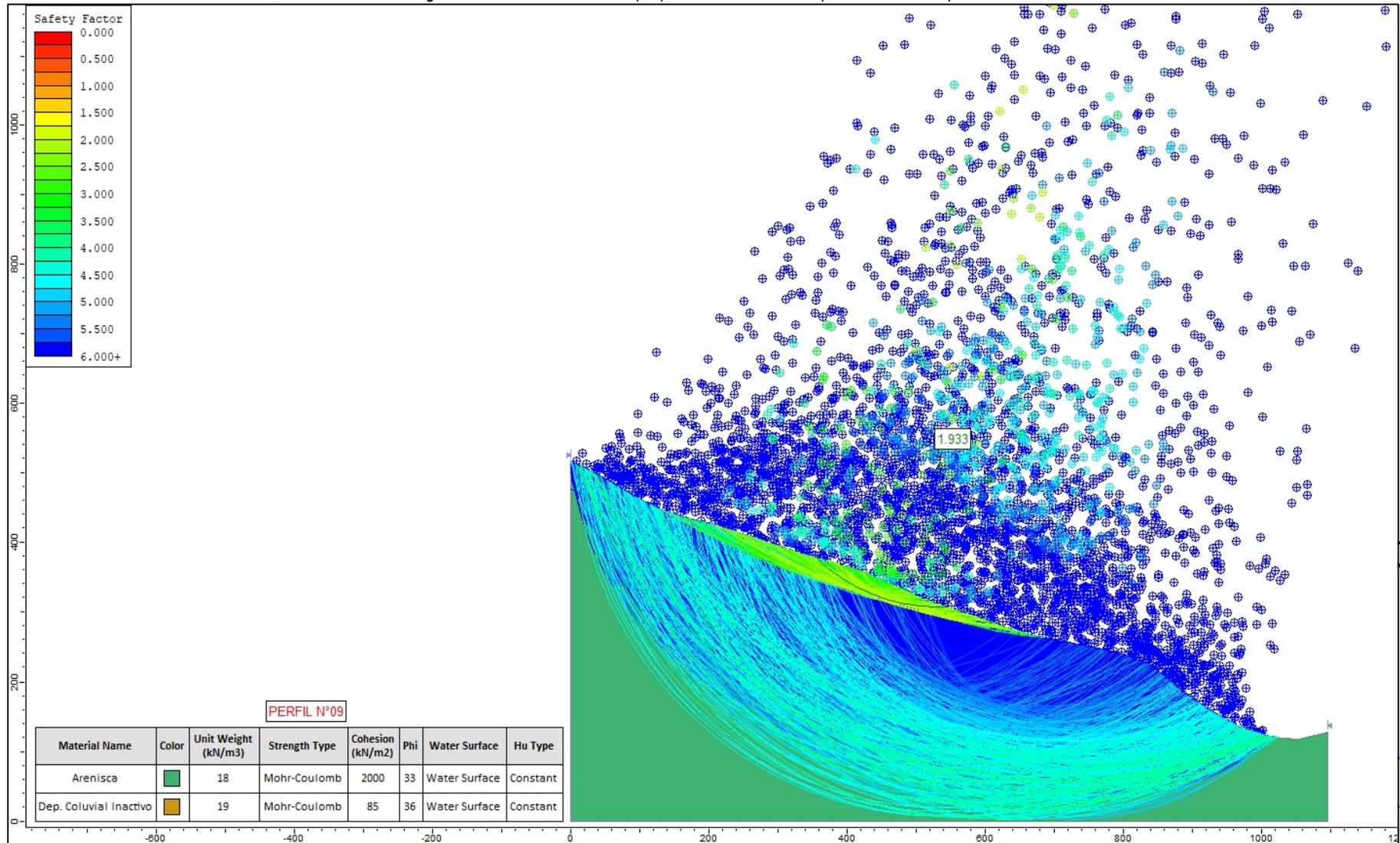
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 100-2010-CENEPREQU

**Figura N° 9.** Perfil geotécnico AC-09 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.933, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



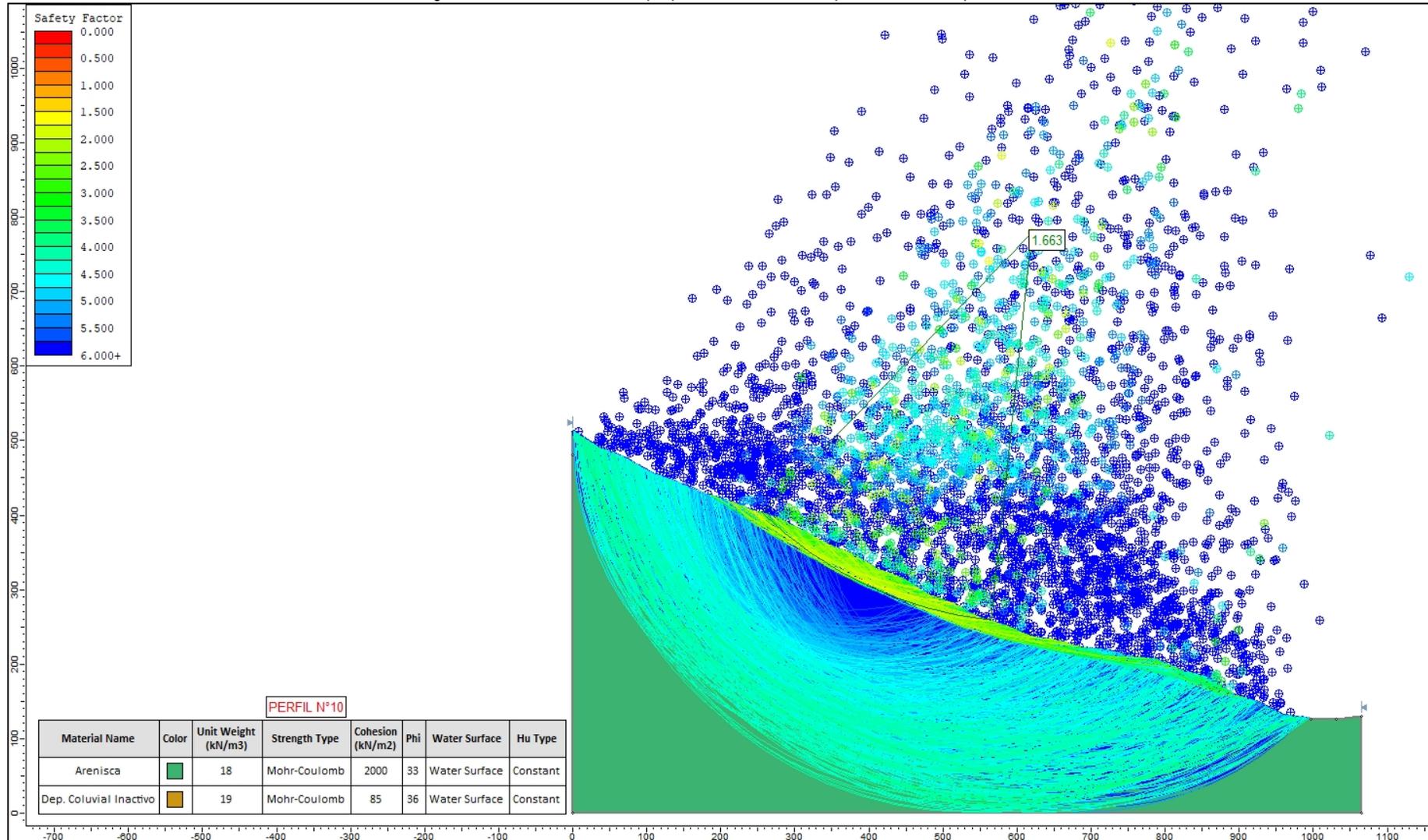
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R. L. N° 148-2018-CENEPREQU

Figura N° 10. Perfil geotécnico AC-10 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.663, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



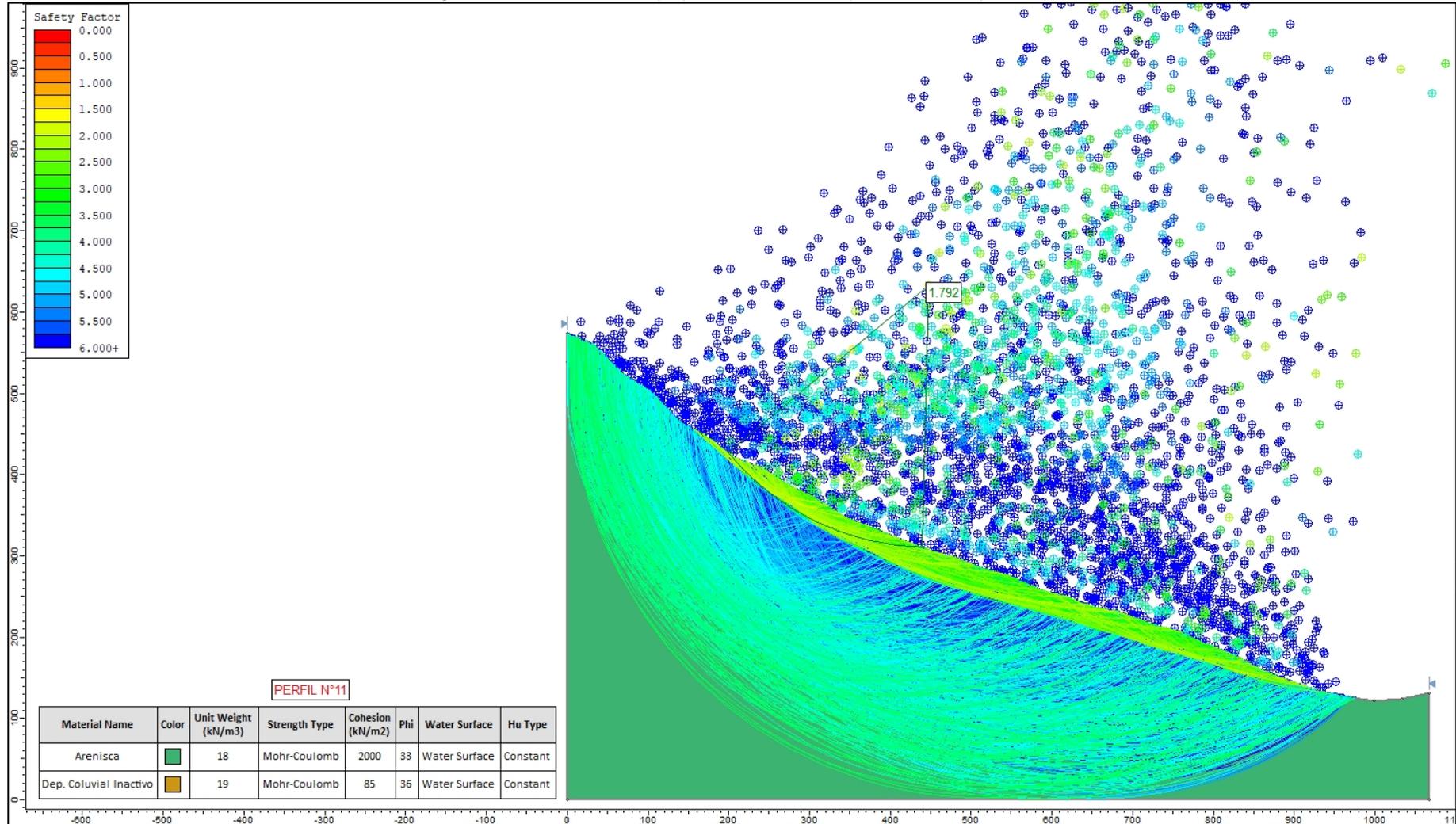
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 188-2010-CENEPREQU

Figura N° 11. Perfil geotécnico AC-11 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.792, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



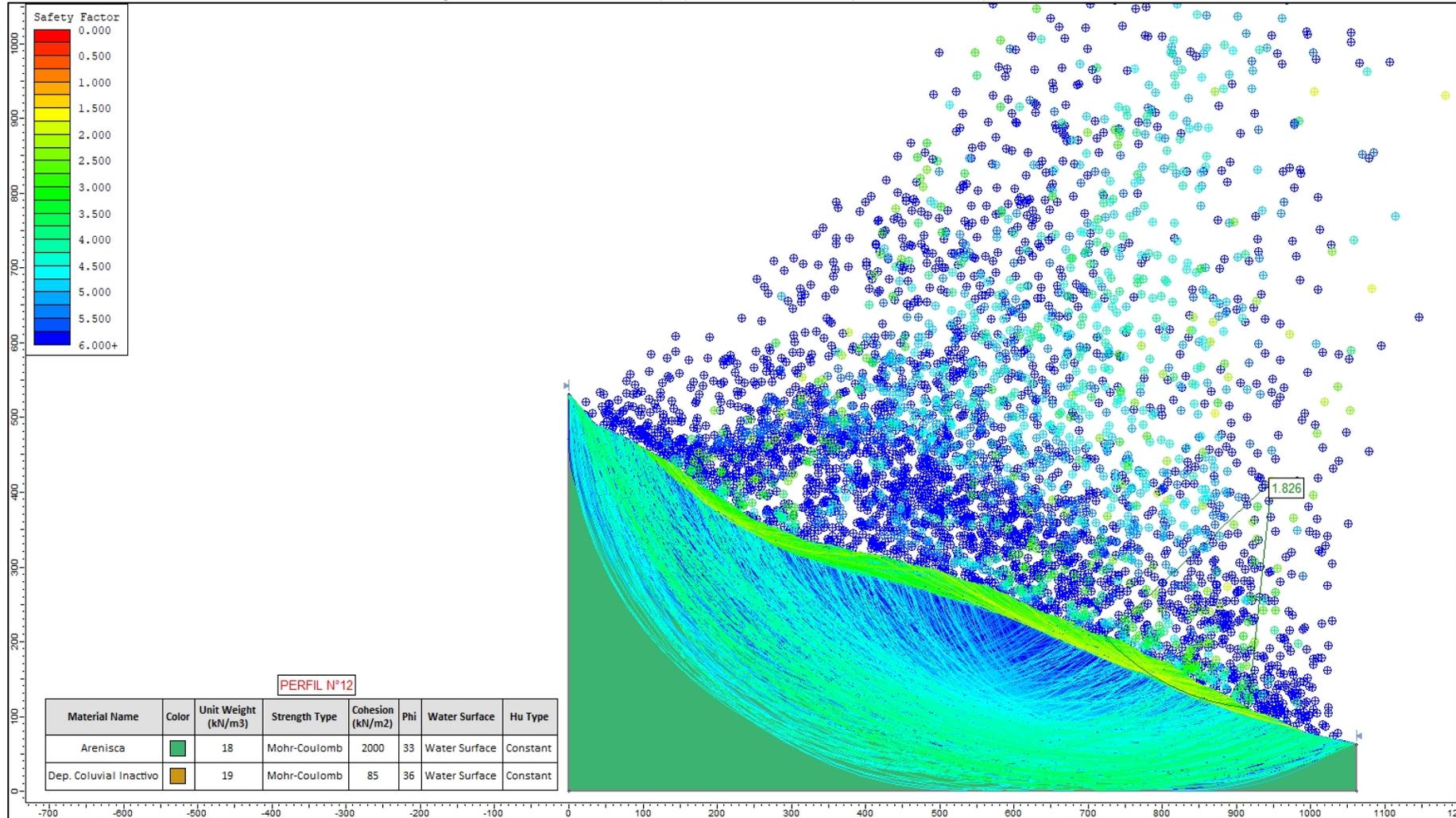
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinos Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 188-2018-CENEPREQJ

**Figura N° 12.** Perfil geotécnico AC-12 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.826, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



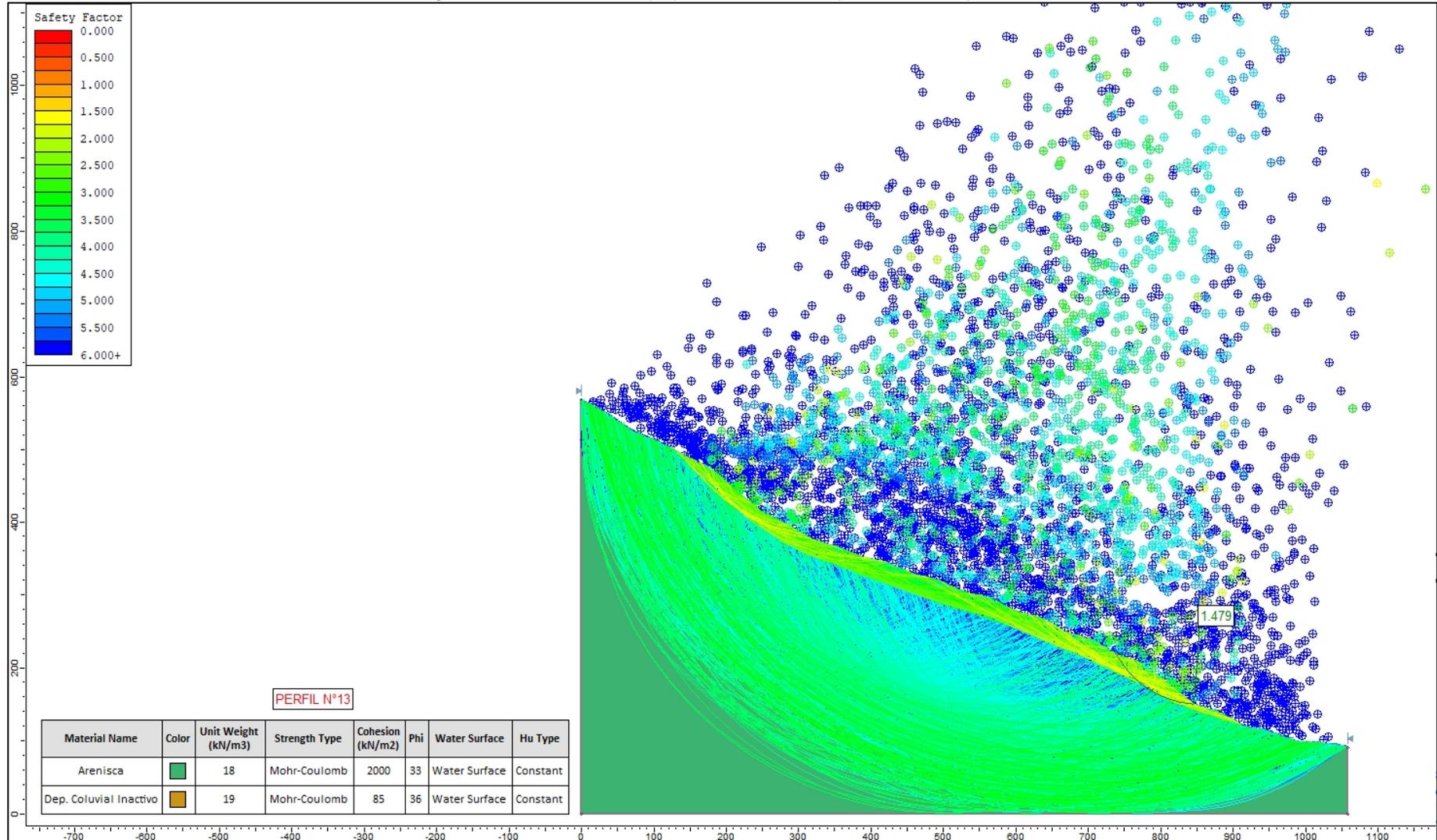
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinos Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 188-2018-CENEPREQU

**Figura N° 13.** Perfil geotécnico AC-13 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.479, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



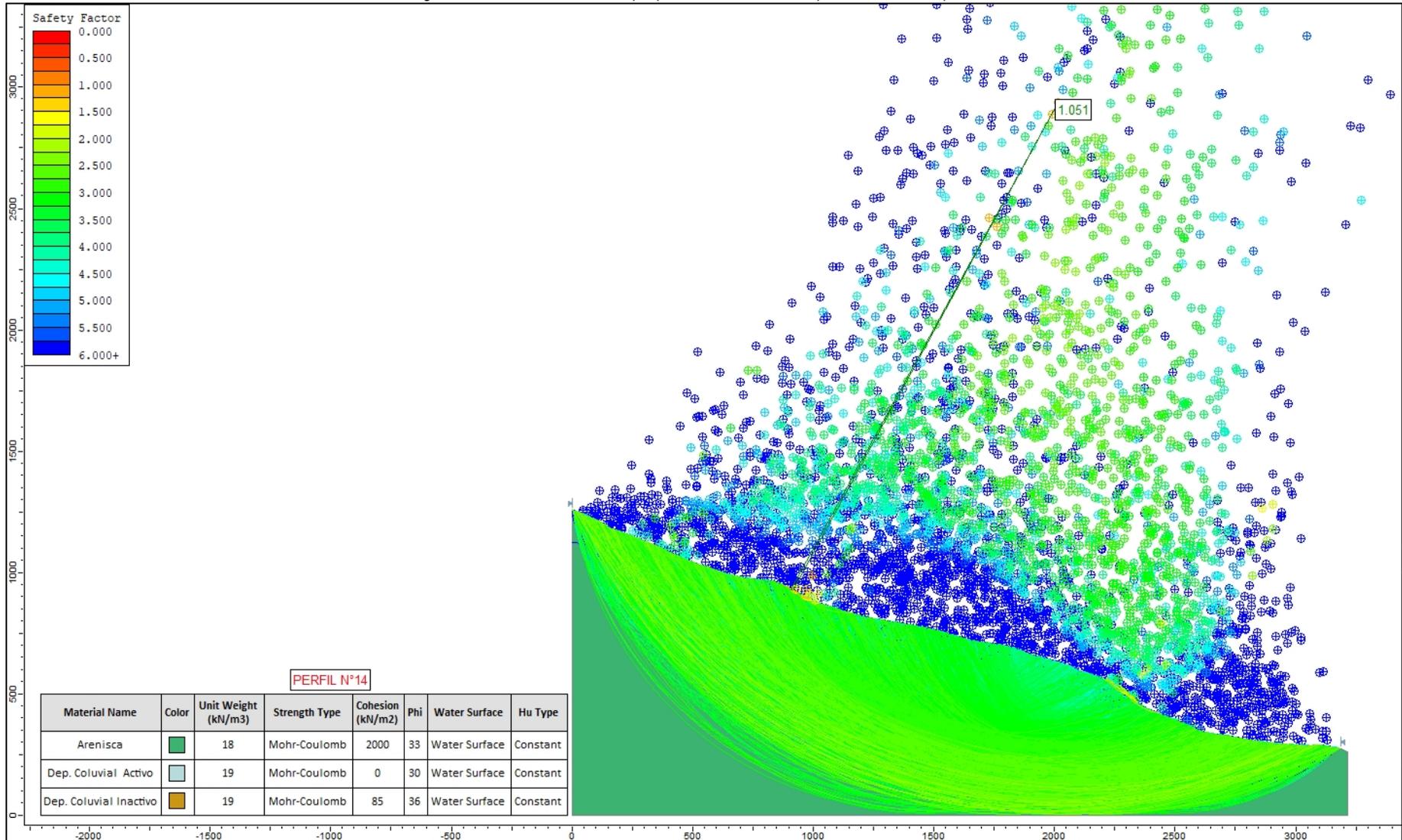
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

*[Signature]*  
**ING. LUIS ANGEL ALBINOZ BOCA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 180-2010-CENEPREQU

Figura N° 14. Perfil geotécnico AC-14 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.051, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



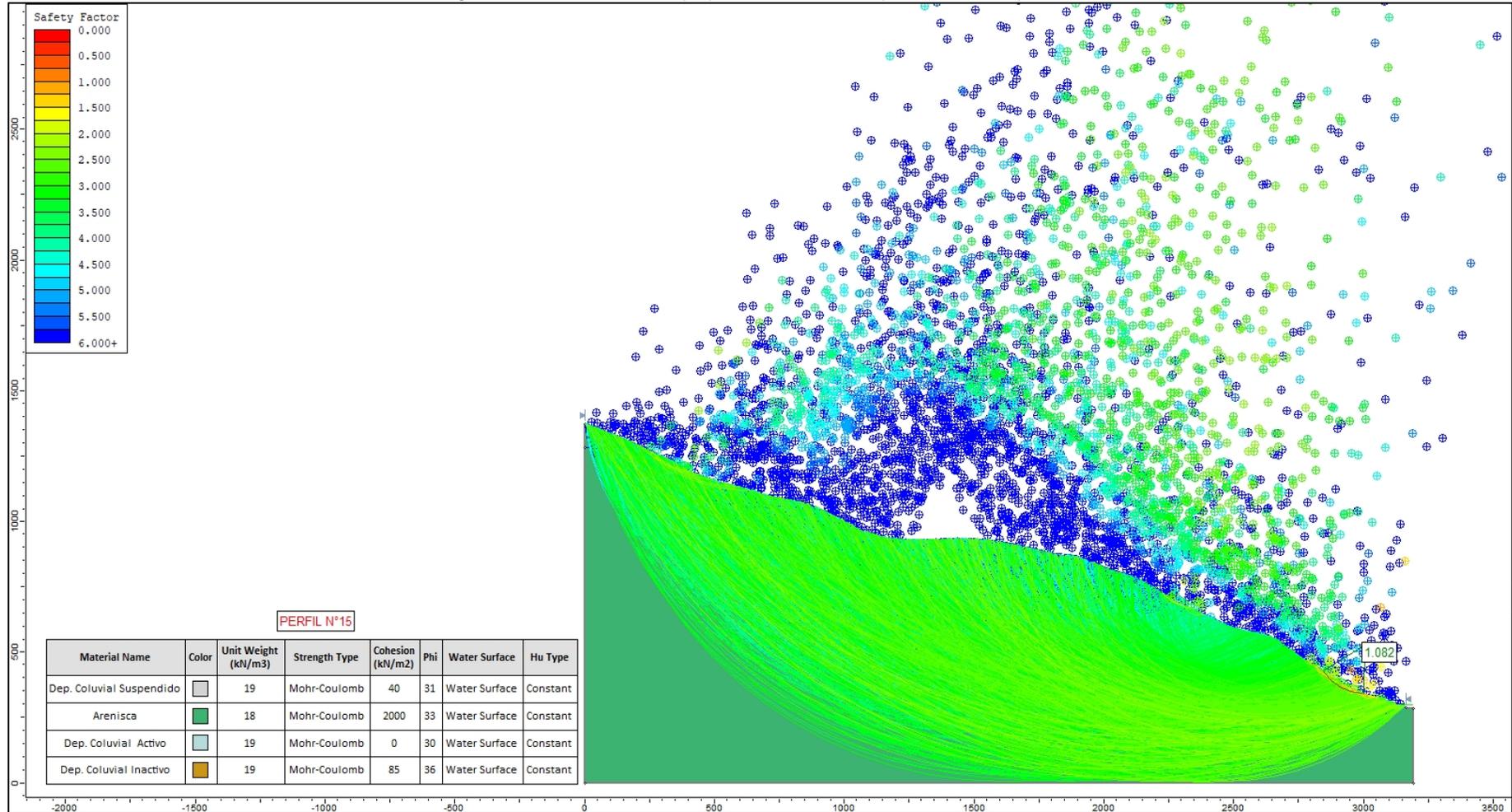
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 188-2018-CENEPREQU

Figura N° 15. Perfil geotécnico AC-15 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 1.082, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



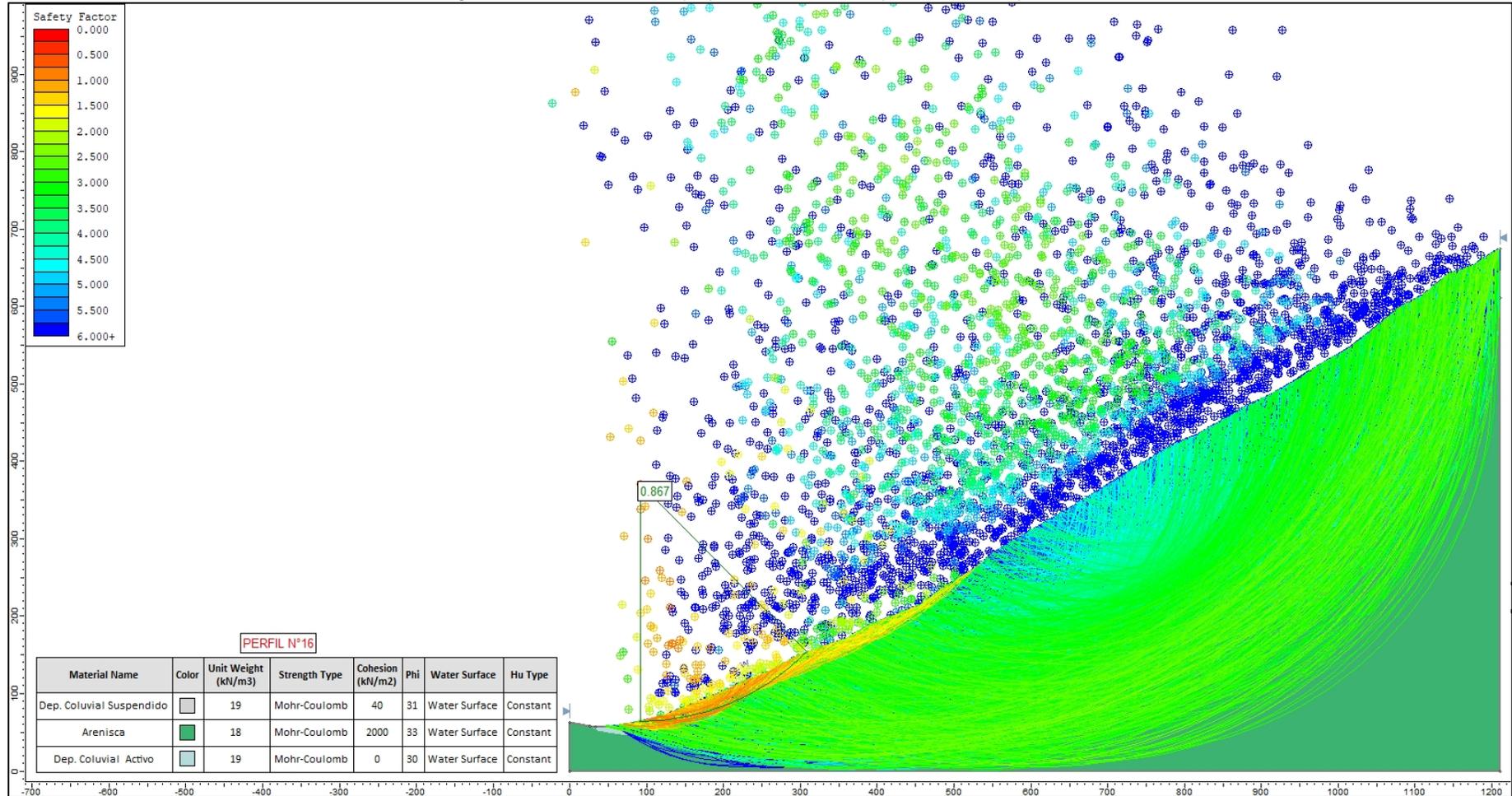
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 100-2010-CENEPREQU

**Figura N° 16.** Perfil geotécnico AC-16 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 0.867, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



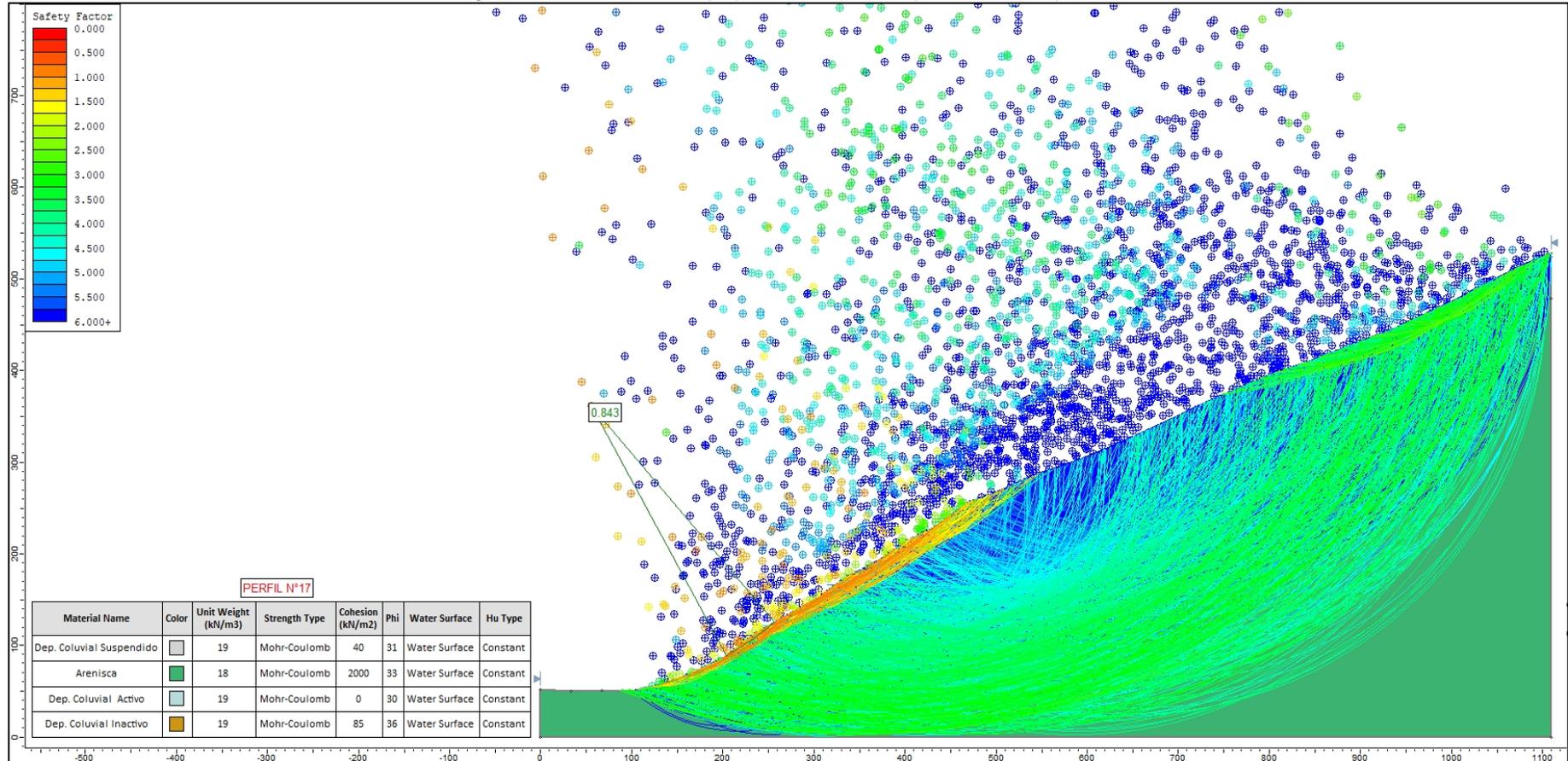
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**ING. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 188-2018-CENEPREQU

Figura N° 17. Perfil geotécnico AC-17 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 0.843, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



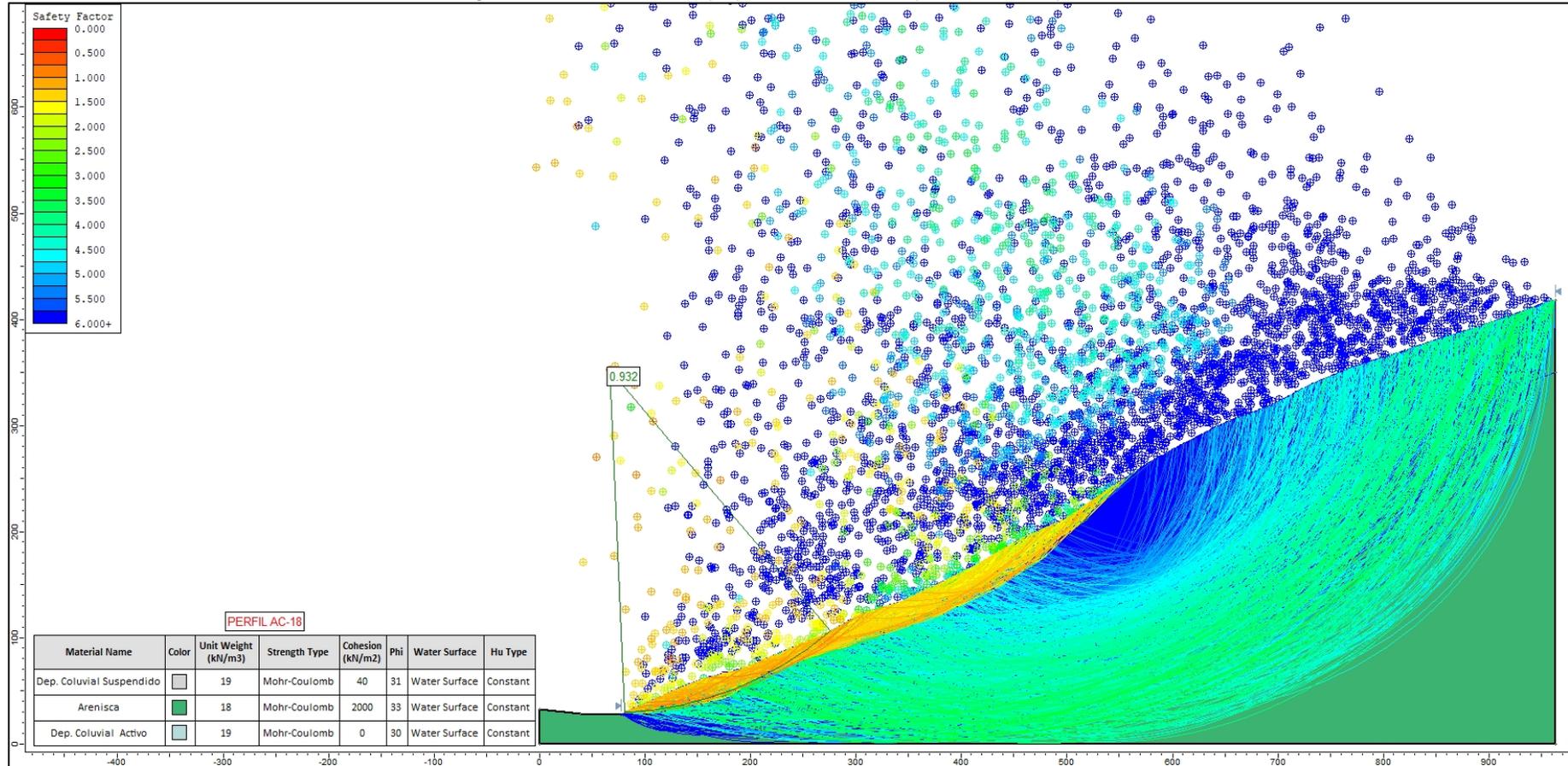
*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 88066

*[Signature]*  
**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 148-2010-CENEPREQU

**Figura N° 18.** Perfil geotécnico AC-18 del sector de Aquia Cruz, analizado en SLIDE mediante el método Slope Search con una superficie circular. La evaluación se centra en la estabilidad del terreno, con un factor de seguridad calculado de 0.932, proporcionando una comprensión técnica precisa de las condiciones del talud.



*[Signature]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

*[Signature]*  
**ING. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222858

*[Signature]*  
**ING. LUIS ABEL VANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 100-2010-CENEPREQU

### ANEXO 3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHIN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBDO  
ING. LUIS ALBERTO ANCOZAR BECERRA  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222659

  
ING. LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDUJ

## ANEXO 3.1 FICHAS DE CAMPO DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHIN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBDO  
Ing. Lucio Torres Añoraz Becerra  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222659

  
INGRID LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDUJ

Ubicación en el plano

**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		16. Foto
1. Departamento	Ancash	
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	264342 , 8884800	
7. Elemento	Pista asfaltada	
8. Actividad económica asociada		

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95066

**LUCIA VERÓNICA  
PÁREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**Ing. Luis Angel Alpínez Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222659

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.LM° 136-2018-CENEPREDJ

**C. ESTADO DEL PREDIO**

9. Tipo de vía	10. Tipo de material	11. Estado de conservación	12. Años de antigüedad
Trocha	El mismo suelo	Muy malo	
Sin Afirmary	Grava	Malo	x
Asfaltado económico	Hormigón	Regular	
Asfaltado	x	Asfalto	x
Afirmado	Cemento Asfáltico	Muy bueno	

**D. ELEMENTOS EXPUESTOS**

% de área expuesta de la edificación	30%
17. Peligro/amenaza identificada	Socavación de la pista

**E. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

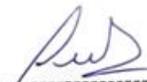
14. Descripción del evento / Otra característica	15. Fuente (Entrevistado)
<p>La socavación ha aumentado en la pista, se inició debido a la crecida del rio la que se dio por la precipitación. Se recomienda realizar defensa ribereña a la ladera del rio para evitar la socavación.</p>	Verificación externa

Ubicación en el plano

**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		16. Foto 
1. Departamento	Ancash	
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad de Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	-10° 4' 55'' S, -77° 9' 2'' W	
7. Elemento	Pista asfaltada	
8. Actividad económica asociada		

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 95066

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Luis Angel Albinz Baca  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 222658

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M° 106-2018-CENEPREDUJ

**C. ESTADO DEL PREDIO**

9. Tipo de vía	10. Tipo de material	11. Estado de conservación	12. Años de antigüedad
Trocha	El mismo suelo	Muy malo	
Sin Afirmar	Grava	Malo	
Asfaltado económico	Hormigón	Regular	
Asfaltado	Asfalto	Bueno	x
Afirmado	Cemento Asfáltico	Muy bueno	

**D. ELEMENTOS EXPUESTOS**

% de área expuesta de la edificación	30%
17. Peligro/amenaza identificada	Caída de piedras y Falta de mantenimiento

**E. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

14. Descripción del evento / Otra característica	15. Fuente (Entrevistado)
La Vía puede verse obstruida por la caída de rocas en ese tramo, referencia al ingreso de Aquia en dirección Chiquián - Aquia.	Verificación externa

**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
1. Departamento	Ancash	16. Foto 
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad de Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	E 264490, N 8884864	
7. Elemento	Canal de riego	
8. Actividad económica asociada	Agropecuaria	

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95066

**LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

**Ing. Luis Angel Albinéz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222659

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.N° 136-2018-CENEPREDJ

**B. ESTADO**

9. Tipo de riego		10. Tipo de material		11. Estado de conservación		12. Tipo de canal	
Por superficie o gravedad	x	El mismo suelo	x	Muy malo		Abierto	x
Por Aspersión		Grava		Malo		Cerrado	
Riego por goteo		Hormigón		Regular	x		
Riego subterráneo		Asfalto		Bueno			
Riego automático		Concreto		Muy bueno			

**C. ELEMENTOS EXPUESTOS**

13. Tipo de edificación	Canal de Riego
14. % de infraestructura deteriorada	30%
15. Amenaza identificada	Lluvias

**D. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

16. Descripción del evento / Otra característica	17. Fuente (Entrevistado)
El canal de riego es de tierra sin revestimiento. Asimismo, tiene L: 40m.aprox., ancho: 0.30cm, H: 0.30.	Verificación externa

Ubicación en el plano

**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
1. Departamento	Ancash	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>16. Foto</p>  </div> <div style="flex: 0.5; font-size: 8px; text-align: right; padding-left: 5px;"> <p>30 mar 2023 11:18:29 a. m. 18L 264572 8884896 C.p. Aquia Barrio Huacnin Aquia Bolognesi Ancash Altitud: 3460.0m Número de índice: 1093</p> </div> </div>
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad de Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	E 264572, N 8884896	
7. Elemento	Canal de riego	
8. Actividad económica asociada	Agropecuaria	

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95066

  
**LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**Ing. Luis Angel Albino Beca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222658

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 136-2010-CENEPREQU

**B. ESTADO**

9. Tipo de riego		10. Tipo de material		11. Estado de conservación		12. Tipo de canal	
Por superficie o gravedad	x	El mismo suelo		Muy malo		Abierto	x
Por Aspersión		Grava		Malo		Cerrado	
Riego por goteo		Hormigón		Regular	x		
Riego subterráneo		Asfalto		Bueno			
Riego automático		Concreto	x	Muy bueno			

**C. ELEMENTOS EXPUESTOS**

13. Tipo de edificación	Canal de Riego
14. % de infraestructura deteriorada	30%
15. Amenaza identificada	Lluvias - Caída de rocas

**D. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

16. Descripción del evento / Otra característica	17. Fuente (Entrevistado)
El canal de riego es de concreto . Asimismo, tiene L: 200m.aprox., ancho: 0.30cm, H: 0.30.	Verificación externa

Ubicación en el plano

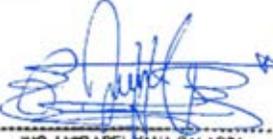
**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
1. Departamento	Ancash	16. Foto 
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad de Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	E 264437, N 8884118	
7. Elemento	Camino	
8. Actividad económica asociada	Transporte - Comunicación	

  
**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 65066

  
**LUCIA VERÓNICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

  
**Ing. Luis Angel Albinoz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222658

  
**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. 100-2010-CENEPREDJ

**C. ESTADO DEL PREDIO**

9. Tipo de vía	10. Tipo de material	11. Estado de conservación
Trocha	El mismo suelo	Muy malo
Sin Afirmar	Grava	Malo
Asfaltado económico	Hormigón	Regular
Asfaltado	Asfalto	Bueno
Afirmado	Cemento Asfáltico	Muy bueno

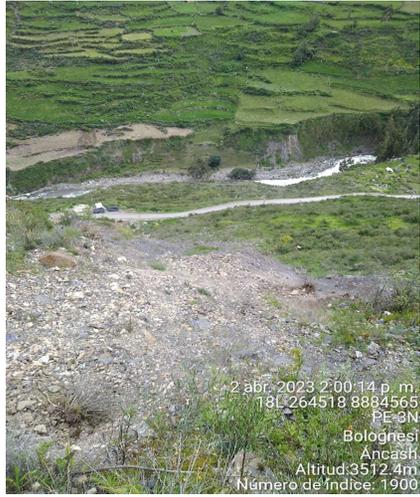
**D. ELEMENTOS EXPUESTOS**

12% de área expuesta de la edificación	30%
13. Peligro/amenaza identificada	Deslizamiento - derrumbe

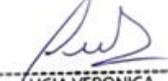
**E. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

14. Descripción del evento / Otra característica	15. Fuente (Entrevistado)
El camino en Aquia Cruz se ha visto afectado por deslizamiento y derrumbes ya que se ubica en la ladera inclinada del cerro. Se encuentra expuesto a la erosión pluvial	Verificación externa

**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		18. Foto 
1. Departamento	Ancash	
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad de Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	E 264518, N 8884565	
7. Elemento	Cultivo	
8. Actividad económica asociada	Agropecuaria	

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 95066

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N°92025

  
ING. LUIS ANGEL ALBINEX BACA  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 222658

**C. ESTADO DEL PREDIO**

9. Tipo de Cultivo	10. Tipo de riego	11. Uso de cultivo		12. Observación
Estacionario	Por gravedad	Forraje	x	
		Alimenticio	x	
		Forestal		
		Medicinal		
		Ornamental		

  
ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.N° 106-2010-CENEPREDJ

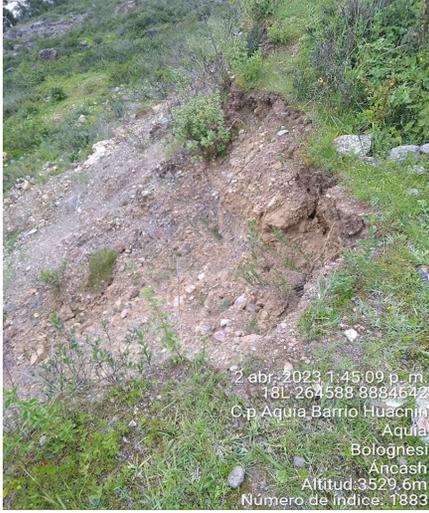
**D. ELEMENTOS EXPUESTOS**

13. % de área expuesta	40%
14. Peligro/amenaza identificada	Lluvias - Deslizamiento - Caída de rocas
15. N° de animales expuestos	

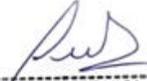
**E. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

16. Descripción del evento / Otra característica	17. Fuente (Entrevistado)
Cultivo de tipo estacionario con uso alimenticio y de forraje. A la fecha de inspección en el predio agrícola este se ha visto afectado por deslizamiento de rocas y derrumbe ya que se ubica en la ladera escarpada del cerro en la zona Pie de Coca.	Inspección en campo

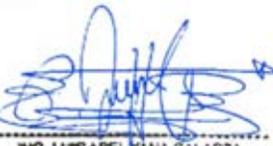
**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		18. Foto 
1. Departamento	Ancash	
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad de Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	E 264588, N 8884642	
7. Elemento	Cultivo	
8. Actividad económica asociada	Agropecuaria	

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 95066

  
LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
ING. Luis Angel Albinoz Baca  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 222559

  
ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L.M° 106-2018-CENEPREDIJ

**C. ESTADO DEL PREDIO**

9. Tipo de Cultivo	10. Tipo de riego	11. Uso de cultivo		12. Observación
Estacionario	Por gravedad	Forraje	x	
		Alimenticio	x	
		Forestal		
		Medicinal		
		Ornamental		

**D. ELEMENTOS EXPUESTOS**

13. % de área expuesta	40%
14. Peligro/amenaza identificada	Lluvias - Deslizamiento
15. N° de animales expuestos	

**E. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

16. Descripción del evento / Otra característica	17. Fuente (Entrevistado)
Cultivo de tipo estacionario con uso alimenticio y de forraje. A la fecha de inspección en el predio agrícola este se ha visto afectado por deslizamiento ya que se ubica en la ladera del cerro que tiene una pendiente moderada y problemas de inestabilidad del suelo por presencia de fallas geológicas.	Inspección en campo

**A. LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		18. Foto
1. Departamento	Ancash	<p>2 abr. 2023 1:40:38 p. m. 18L 264551 8884646 Bolognesi Ancash Altitud: 3508.7 m Número de índice: 1872</p>
2. Provincia	Bolognesi	
3. Distrito	Aquia	
4. Comunidad	Comunidad de Aquia	
5. Sector / Centro poblado	Sector Aquia Cruz	
6. Coordenadas (UTM)	E 264551, N 8884646	
7. Elemento	Cultivo	
8. Actividad económica asociada	Agropecuaria	

**FLOR KARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 95068

**LUCIA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N°92025

**Ing. Luis Angel Albinez Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222698

**ING. LUIS ABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINADO  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L.M. N° 108-2018-CENEPREQJ

**C. ESTADO DEL PREDIO**

9. Tipo de Cultivo	10. Tipo de riego	11. Uso de cultivo		12. Observación
Estacionario	Por gravedad	Forraje	x	
		Alimenticio		
		Forestal		
		Medicinal		
		Ornamental		

**D. ELEMENTOS EXPUESTOS**

13. % de área expuesta	40%
14. Peligro/amenaza identificada	Lluvias - Deslizamiento - Caída de rocas- Falla geológica
15. N° de animales expuestos	

**E. REGISTRO DE UN ÚLTIMO EVENTO**

16. Descripción del evento / Otra característica	17. Fuente (Entrevistado)
Cultivo con uso para forraje. A la fecha de inspección la zona se ha visto afectado por deslizamiento de rocas y derrumbe ya que se ubica en una zona de falla geológica	Inspección en campo

## ANEXO 3.2 PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHIN (MIEMBROS DEL PER  
CONSEJO DEPARTAMENTAL OMBUD  
Ing. Luis Alberto Ancozar Becerra  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222659

  
ING. LUISABEL VANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. J.M. 139-2010-CENEPREDUJ

## PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

### 1. Vistas de la pista asfaltada que se ubica antes del ingreso del Pueblo de Aquia.

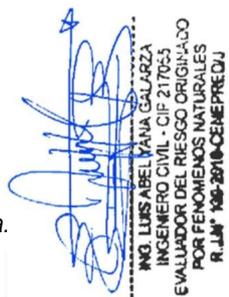


**Fotografia1.** Vista de la carretera que se ve obstruida por el desprendimiento del talud que arrastra rocas y tierra.

  
LUCÍA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N°92025

  
FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

  
CALECHAY INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL CUBRO  
ING. LUIS ALBERTO ALVARADO BECERRA  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CIP 222658

  
ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. 158-28710-CENEPREDJ

2. Canales de riego



**Fotografia2.** Canal de riego sin revestir y obstruido por material suelto

LUCIA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

COLEGIO INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 ING. LUIS ALBERTO ALVAREZ BACCA  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP 222558



**Fotografia3.** Canal de riego de concreto

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. J.M. N° 28710-CENEPREDU

### 3. Camino



1 abr. 2023 11:04:28 a. m.  
18L-264437-8884118  
Vía sin nombre  
Chiquian  
Bolognesi  
Ancash  
Altitud: 3436.6m  
Número de índice: 1432

**Fotografía4.** Camino que se ha visto obstruido por deslizamiento.

LUCÍA VERÓNICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

FLOR KARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEOGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

CALECHIN INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO PROFESIONAL CUBRO  
ING. LUIS ALBERTO ALVAREZ BACCA  
ING. INGENIERO GEOLOGO  
CIP 222558

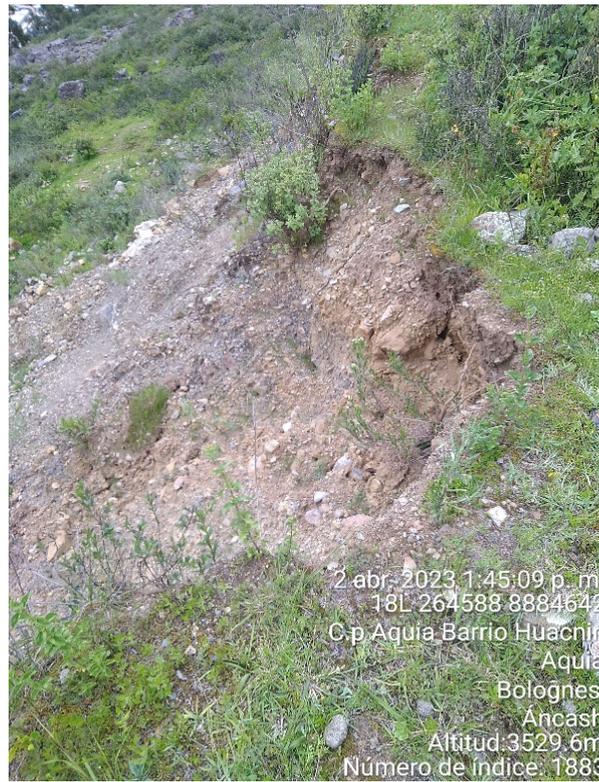
### 4. Áreas de Cultivo



2 abr. 2023 2:00:14 p. m.  
18L-264518-8884565  
PE-3N  
Bolognesi  
Ancash  
Altitud: 3512.4m  
Número de índice: 1900

**Fotografía5.** En la inspección, el predio agrícola se ha visto afectado por deslizamiento de rocas y derrumbe, se ubica en el cerro zona Pie de Coca.

ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R. JUN. 158-28710-CENEPREDU



  
 LUCÍA VERÓNICA  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
 FLOR KARINA SUELDO NIETO  
 INGENIERA GEOGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
 COLEGIO INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 ING. LUIS ALBERTO ALVAREZ BECERRA  
 Reg. CIP N° 222558

**Fotografía 6.** En la inspección el predio agrícola, se ha visto afectado por deslizamiento ya que se ubica en la ladera del cerro.



  
 ING. LUIS ABEL YANA GALARZA  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217053  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R. JUN. 158-28710-CENEPREDU

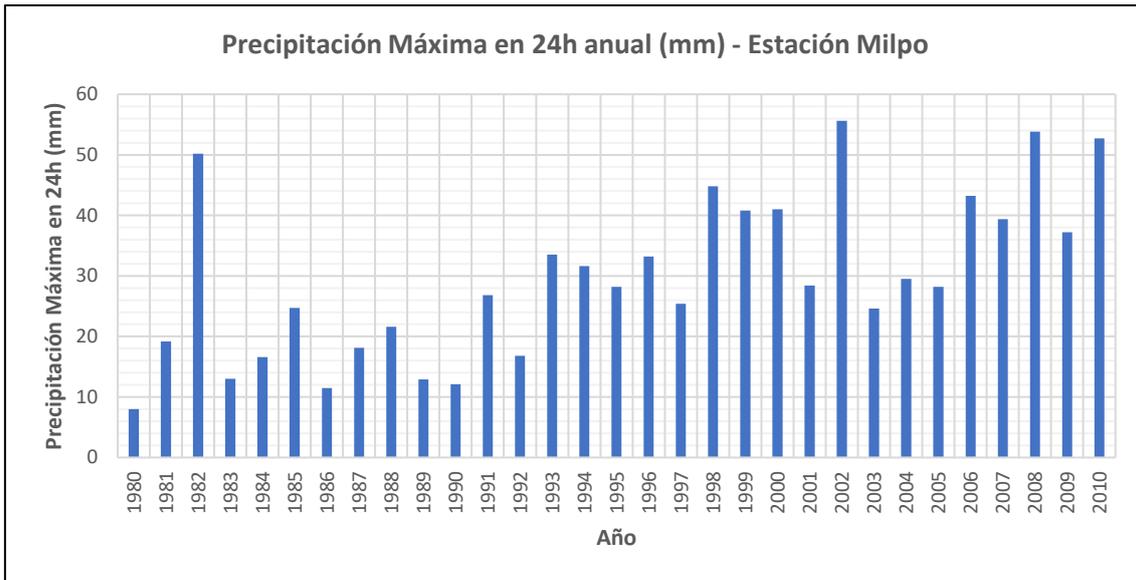
**Fotografía 7.** Las áreas de cultivo se han visto afectado por deslizamientos.



## PRECIPITACIÓN: BONDAD DE AJUSTE DE LOS DATOS HISTÓRICOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HR

### A. ESTACIÓN MILPO

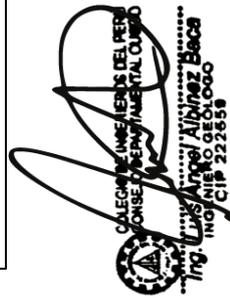
**Figura A-1:** Histograma de Precipitación Máxima de 24h anual – Estación Milpo



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

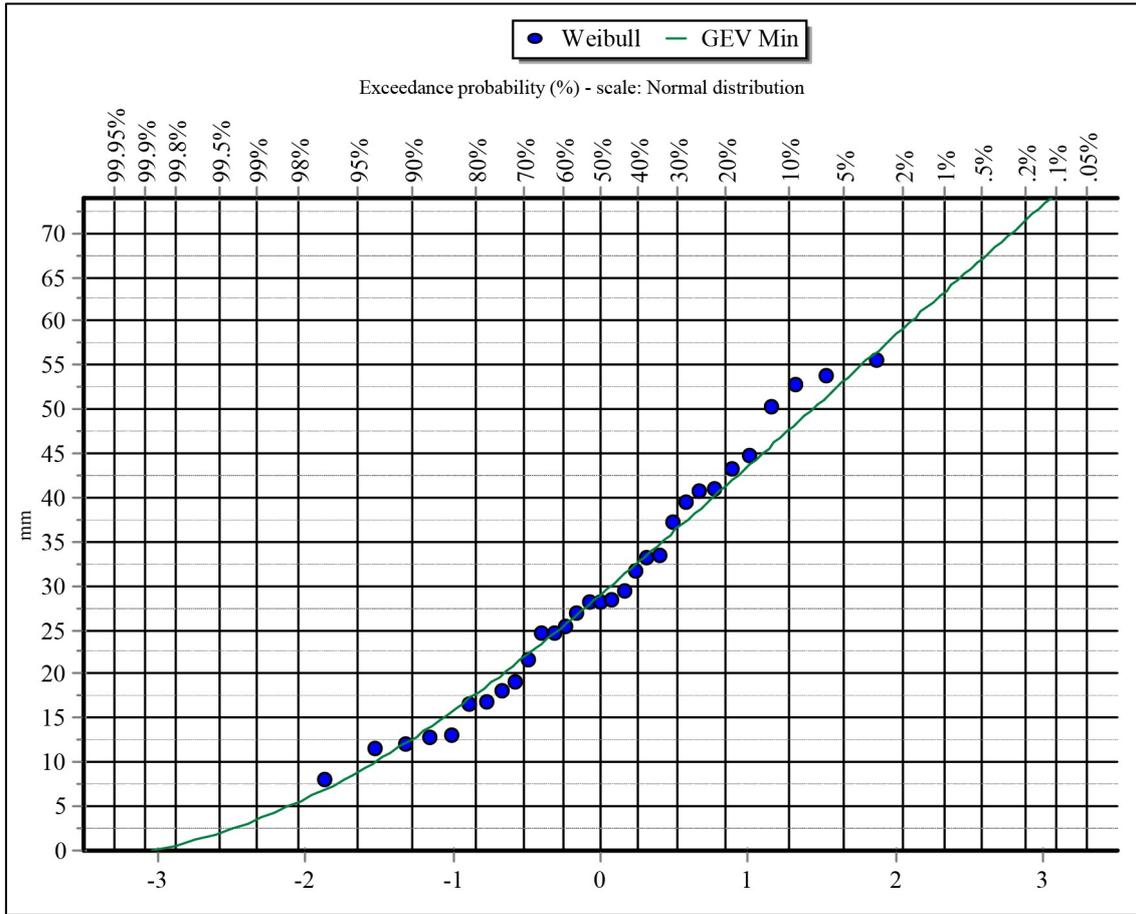
  
**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

  
**Luis Angel Albiniz Baca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222659

  
**LUISABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 100-2010CENEPREDU

**Figura A-2:** Análisis gráfico de las pruebas de bondad que representa el mejor ajuste



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

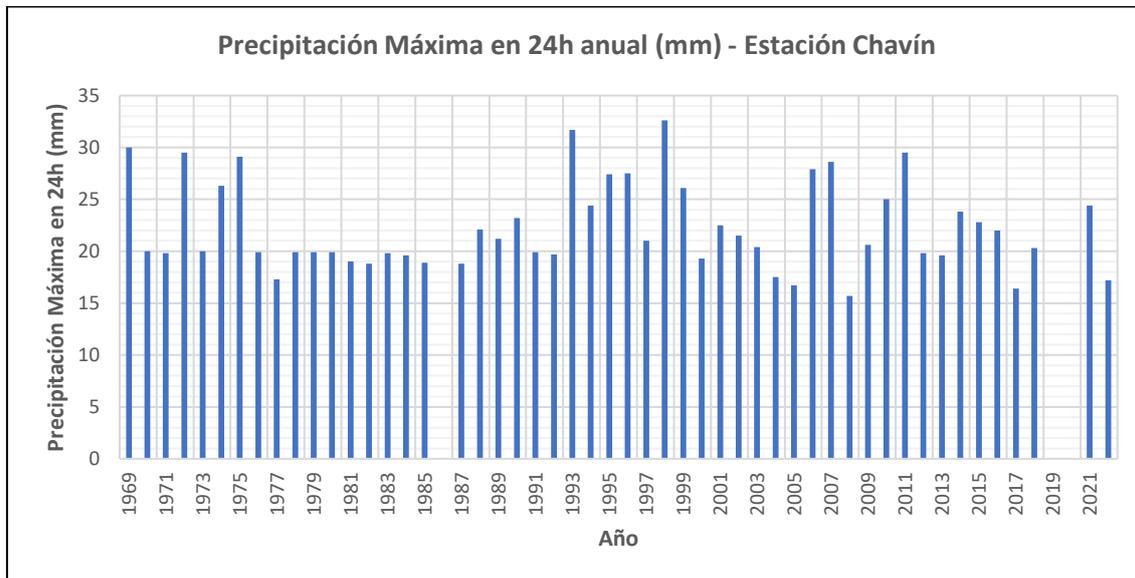
*[Signature]*  
LUCIA VERONICA  
PAREDES SOLANO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP N° 92025

*[Signature]*  
FLOR MARINA SUELDO NIETO  
INGENIERA GEÓGRAFA  
Reg. CIP. N° 98066

*[Signature]*  
CALIFICACIONES DEL PER  
INGENIERO CIVIL  
Ing. Luis Angel Albiniz Bacca  
INGENIERO GEOLOGO  
R.UM. 188-2810CENEPRECU  
CIP 222859

**B. ESTACIÓN CHAVÍN**

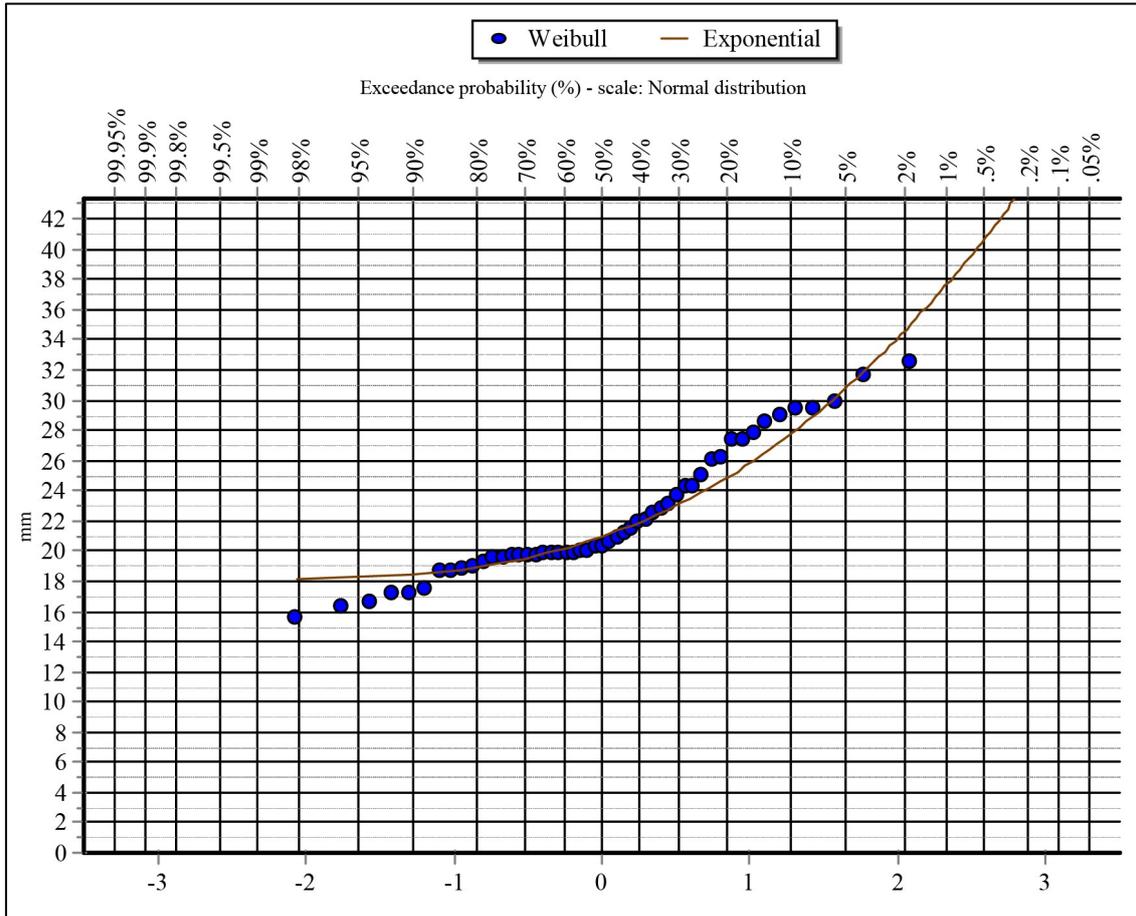
**Figura B-1:** Histograma de Precipitación Máxima de 24h anual – Estación Chavín



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Signature]*  
ING. LUISABEL YANA GALARZA  
INGENIERO CIVIL - CIP 21705-5  
EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
POR FENOMENOS NATURALES  
R.UM. 188-2810CENEPRECU

Figura B-2: Análisis gráfico de las pruebas de bondad que representa el mejor ajuste



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**LUCIA VERONICA PAREDES SOLANO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

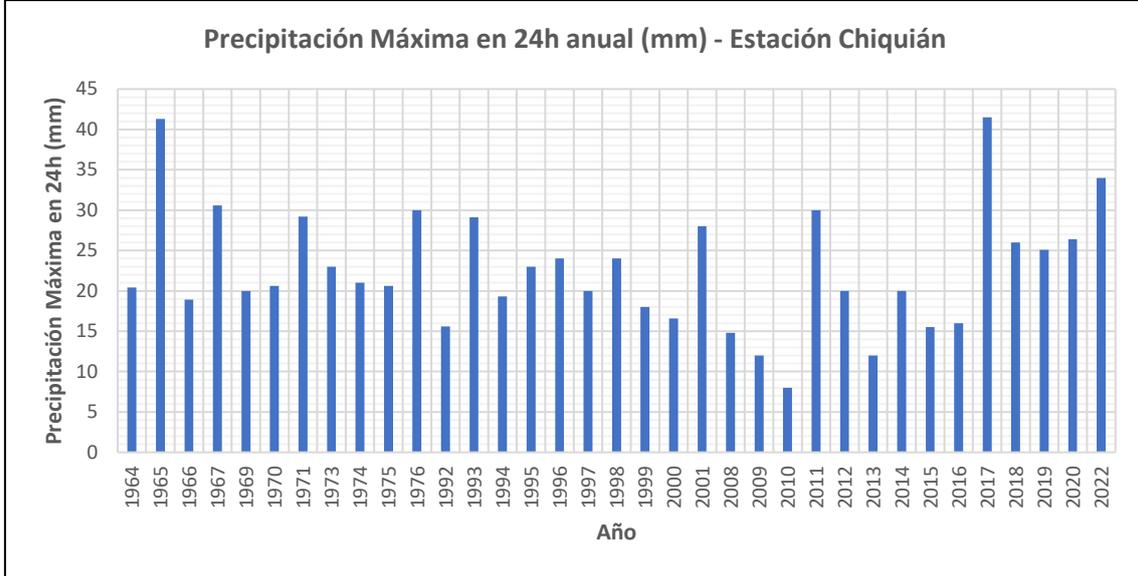
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

**Luis Angel Albiniz Bacca**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222659

**ING. LUISABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L.M. 100-2010CENEPRECU

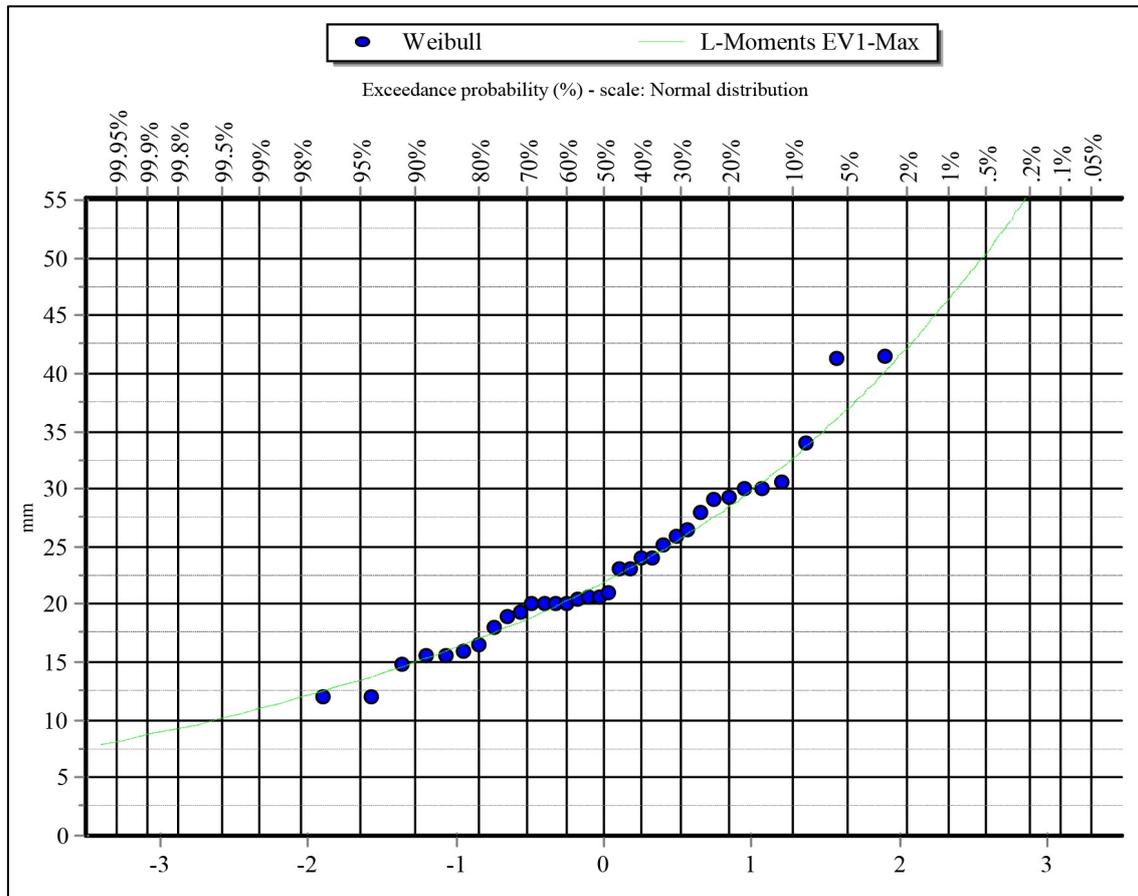
**C. ESTACIÓN CHIQUIÁN**

**Figura C-1:** Histograma de Precipitación Máxima de 24h anual – Estación Chiquián



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

**Figura C-2:** Análisis gráfico de las pruebas de bondad que representa el mejor ajuste



Elaboración: Walsh Perú S.A., 2023.

*[Firma]*  
**LUCIA VERONICA**  
 PAREDES SOLANO  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP N° 92025

*[Firma]*  
**FLOR MARINA SUELDO NIETO**  
 INGENIERA GEÓGRAFA  
 Reg. CIP. N° 98066

*[Firma]*  
**ING. LUIS ANGELO ALPINEZ BACA**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 222659

*[Firma]*  
**ING. LUISABEL YANA GALARZA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 217055  
 EVALUADOR DEL RIESGO ORIGINAL  
 POR FENÓMENOS NATURALES  
 R. I.M. 100-2010 (CENEPRECU)