

# PROYECTO PIP

“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743”

## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA

Preparado para:

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ**



Tomado del RPAS. En primer plano, el colegio P.P. Atusparia y sus componentes.

Preparado por:

**Ing. Juan Carlos Torres Lázaro**

**Marzo, 2026**

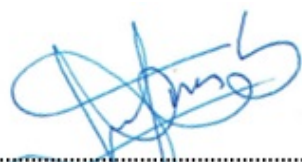
.....  
Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## CONTENIDO

1	CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES .....	12
1.1	INTRODUCCIÓN .....	12
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.1	General .....	12
1.2.2	Específicos .....	12
1.3	FINALIDAD.....	12
1.4	JUSTIFICACIÓN.....	13
1.5	ANTECEDENTES.....	14
1.6	MARCO NORMATIVO VIGENTE.....	14
2	CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	16
2.1	UBICACIÓN.....	16
2.1.1	Geográfica .....	16
2.1.2	Político .....	16
2.1.3	Hidrográfica .....	16
2.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA.....	18
2.3	SITUACIÓN DE LA LOCALIDAD DONDE SE UBICA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA .....	18
2.4	BASE TOPOGRÁFICA.....	20
2.4.1	Modelo digital de elevación (DEM).....	21
2.5	HIDROGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO, ANÁLISIS LOCAL.....	21
2.6	HIDROLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO, ANÁLISIS LOCAL.....	25
2.7	CLIMATOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
2.8	VÍAS DE ACCESO.....	27

1

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

2.9	CARACTERÍSTICAS SOCIALES .....	27
2.10	CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS.....	28
2.11	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	29
2.12	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DEL TRABAJO.....	30
2.12.1	Descarte de problema de incompatibilidad de ubicación 1.....	31
2.12.2	Disponibilidad de servicios básicos .....	32
2.13	CONDICIONES FÍSICAS DEL TERRITORIO .....	34
2.13.1	Geología.....	34
2.13.1.1	Depósitos antrópicos (Q-an).....	34
2.13.1.2	Depósitos fluviales (Q-fl) .....	35
2.13.1.3	Depósitos aluvionales (Q-alv) .....	36
2.13.1.4	Depósitos aluviales (Q-al) .....	36
2.13.1.5	Grupo Calipuy (PN-vca).....	37
2.13.2	Geomorfología.....	40
2.13.2.1	Superficie antrópica (Ga-sa).....	40
2.13.2.2	Cauce fluvial (Ga-cf).....	41
2.13.2.3	Terraza aluvional (Ga-alv) .....	41
2.13.2.4	Terraza aluvial (Ga-ta).....	42
2.13.2.5	Superficie volcánica (Gd-sv).....	43
2.13.3	Geotecnia.....	45
	Unidades Geotécnicas .....	45
2.13.3	.1 Unidad geotécnica S-V (UG-S5) .....	45
2.13.3	.2 Unidad geotécnica S-IV (UG-S4) .....	46
2.13.3	.4 Unidad geotécnica S-III (UG-S3).....	47
2.13.3	.3 Unidad geotécnica S-II (UG-S2).....	48
2.13.3	.5 Unidad geotécnica R-III (UG-R3).....	49
2.13.4	Pendientes.....	52
2.13.4.1	Pendiente menor a 5°.....	52
2.13.4.2	Pendiente entre 5 a 15° .....	52
2.13.4.3	Pendiente entre 15 a 25° .....	52

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

2.13.4.4	Pendiente entre 25 a 45°.....	52
2.13.4.5	Pendiente mayor a 45° .....	52
2.14	REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS ESPECÍFICOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO COMPLEMENTARIOS.....	54
2.15	IMAGEN DE VERIFICACIÓN DE PELIGROS ASOCIADOS EN LA PLATAFORMA DE SIGRID.....	54
3	CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO .....	56
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....	56
3.1.1	Metodología de Ponderación .....	56
3.2	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO.....	58
3.2.1	Simulación o modelamiento numérico por aluvión.....	58
3.2.2	Insumos fundamentales para el modelamiento .....	58
3.3	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN .....	59
3.3.1	Ponderación de los Parámetros de Evaluación del Peligro por Aluvión.....	59
	Parámetro de evaluación .....	59
3.4	SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO.....	62
3.4.2	Factores condicionantes.....	65
3.4.2.1	Geomorfología.....	65
3.4.2.2	Pendientes.....	66
3.4.2.3	Geotecnia.....	67
3.4.2.4	Geología.....	68
3.5	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	69
3.5.1	Mapa de elementos expuestos.....	69
3.6	DEFINICIÓN DEL ESCENARIO .....	71
3.7	ESTRATIFICACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN.....	71
3.8	NIVELES DE PELIGRO.....	74
3.9	MAPA DE PELIGRO .....	74

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

4	CAPITULO IV: ANALISIS DE VULNERABILIDAD .....	76
4.1	METODOLOGÍA DE LA VULNERABILIDAD .....	76
4.2	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....	77
4.2.1	Vulnerabilidad en dimensión social .....	77
4.2.1.1	Exposición social .....	77
4.2.1.1.1	Servicio educativo expuesto.....	78
4.2.1.2	Fragilidad social.....	78
4.2.1.2.1	Estado de conservación.....	79
4.2.1.2.2	Antigüedad.....	80
4.2.1.3	Resiliencia social.....	80
4.2.1.3.2	Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres (GRD).....	80
4.2.4	Vulnerabilidad en dimensión económica.....	81
4.2.4.1	Exposición económica.....	82
4.2.4.1.1	Ubicación respecto al aluvión .....	82
4.2.4.2	Fragilidad económica.....	83
4.2.4.2.1	Niveles de construcción.....	83
4.2.4.2.2	Material predominante en paredes.....	84
4.2.4.3	Resiliencia económica.....	84
4.2.4.3.1	Sistemas de protección ante aluvión.....	85
4.2.4.3.2	Seguro ante desastres.....	86
4.2.3	Vulnerabilidad en dimensión ambiental .....	86
4.2.3.1	Exposición ambiental.....	87
4.2.3.1.1	Distancia a quebradas o ríos.....	87
4.2.3.2	Fragilidad ambiental .....	88
4.2.3.2.1	Estabilidad de suelos .....	88
4.2.3.3	Resiliencia ambiental.....	89
4.2.3.3.1	Manejo y disposición de residuos solidos .....	89
4.2.3.3.2	Manejo y disposición de aguas residuales.....	90
4.3	ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	91

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

4.3.1	Resumen del cálculo de la vulnerabilidad.....	91
4.3.2	Estratificación de la vulnerabilidad.....	92
4.4	NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	92
4.5	MAPA DE VULNERABILIDAD.....	92
5.	CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO .....	94
5.1	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO.....	94
5.2	NIVELES DEL RIESGO .....	95
5.3	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO.....	95
5.4	NIVELES DE RIESGOS.....	97
5.5	MAPA DEL RIESGO POR ALUVIÓN.....	97
5.6	CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES CONDICIÓN EXTRAORDINARIA.....	99
6.	CAPITULO VI: CONTROL DE RIESGO .....	100
6.1	COSTO EFECTIVIDAD .....	100
6.1.1	Análisis Costo/efectividad.....	100
6.2	CONTROL DE RIESGOS .....	100
6.2.1	Valoración de consecuencias.....	100
6.2.2	Valoración de frecuencia.....	101
6.2.3	Nivel de consecuencia y daños.....	101
6.2.4	Aceptabilidad o tolerancia .....	102
6.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.....	102
6.3.1	Medidas estructurales y no estructurales.....	102
7.	CONCLUSIONES.....	104
8.	RECOMENDACIONES.....	105
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	106

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

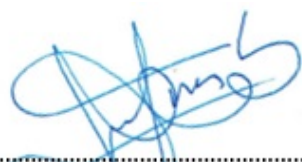
**LISTA DE FIGURAS**

<i>Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.</i>	17
<i>Figura 2. Mapa del área de estudio y de influencia.</i>	19
<i>Figura 3. La imagen que se observa es el orto mosaico del vuelo RPAS en el ámbito del colegio Atusparia.</i>	20
<i>Figura 4. En la imagen se observa el modelo de elevación de superficie.</i>	21
<i>Figura 5. Mapa de hidrografía de la cuenca aportante.</i>	23
<i>Figura 6. Vista de depósitos antrópicos en contacto directo con el río Santa.</i>	34
<i>Figura 7. Vista de depósitos fluviales en el cauce del río Santa.</i>	35
<i>Figura 8. Depósitos aluvionales debajo del I.E. P.P. Atusparia.</i>	36
<i>Figura 9. Depósitos aluviales en contacto con depósitos fluviales del río Santa.</i>	37
<i>Figura 10. Afloramiento rocoso del grupo Calipuy en el margen derecho del río Santa.</i>	38
<i>Figura 11. Mapa de unidades geológicas.</i>	39
<i>Figura 12. Superficies antrópicas cerca al margen derecho del río Santa.</i>	40
<i>Figura 13. Cauce del río Santa.</i>	41
<i>Figura 14. Terraza aluvional entre el colegio Pedro Pablo Atusparia y el margen derecho del río Santa.</i>	42
<i>Figura 15. Terraza aluvial en contacto con depósitos fluviales del río Santa.</i>	42
<i>Figura 16. Vista de cortes naturales de la superficie volcánica.</i>	43
<i>Figura 17. Mapa de unidades geomorfológicas.</i>	44
<i>Figura 18. Suelos compuestos principalmente por desechos antrópicos.</i>	46
<i>Figura 19. Cauce del río Santa.</i>	47
<i>Figura 20. Material aluvial de baja plasticidad.</i>	48
<i>Figura 21. Material aluvional de baja plasticidad.</i>	49
<i>Figura 22. Material rocoso de buena resistencia.</i>	50
<i>Figura 23. Mapa de unidades geotécnicas.</i>	51
<i>Figura 24. Mapa de Pendientes.</i>	53
<i>Figura 25. Metodología para el mapa del peligro por aluvión.</i>	56
<i>Figura 26. Mapa de Presión de Impacto por aluvión.</i>	61
<i>Figura 27. Mapa de elementos expuestos.</i>	70
<i>Figura 28. Mapa del peligro por aluvión.</i>	75
<i>Figura 29. Metodología para el mapa de la vulnerabilidad por aluvión.</i>	76
<i>Figura 30. Mapa de Vulnerabilidad por aluvión.</i>	93
<i>Figura 31. Metodología para el cálculo del riesgo por aluvión.</i>	94
<i>Figura 32. Flujograma para estimación de los niveles de riesgo.</i>	95
<i>Figura 33. Mapa del riesgo por aluvión del Colegio Atusparia.</i>	98

**LISTA DE TABLAS**

<i>Tabla 1. Tabla de Verificación de Incompatibilidad de Ubicación.</i>	31
<i>Tabla 2. Tabla de Verificación de Servicios Básicos.</i>	33
<i>Tabla 3. Clasificación de unidades geotécnicas.</i>	45
<i>Tabla 4. Ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty.</i>	57
<i>Tabla 5. Matriz de comparación de pares de "Presión de Impacto".</i>	59

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

Tabla 6. Matriz de normalización de "Presión de Impacto".....	60
Tabla 7. Índice de consistencia de "Presión de Impacto".....	60
Tabla 8. Factores de la Susceptibilidad del peligro por Aluvión.....	62
Tabla 9. Matriz de comparación de pares para factores condicionantes.....	62
Tabla 10. Matriz de normalización de factores condicionantes.....	62
Tabla 11. Índice de consistencia para factores condicionantes.....	62
Tabla 12. Niveles de volumen de desembalse de las lagunas glaciares.....	63
Tabla 13. Matriz de comparación de pares de "Volumen de Desembalse".....	64
Tabla 14. Matriz de normalización de "Volumen de Desembalse".....	64
Tabla 15. Índice de consistencia de "Volumen de Desembalse".....	64
Tabla 16. Matriz de comparación de pares de "Geomorfología".....	65
Tabla 17. Matriz de normalización de "Geomorfología".....	65
Tabla 18. Índice de consistencia de "Geomorfología".....	65
Tabla 19. Matriz de comparación de pares de "Pendiente".....	66
Tabla 20. Matriz de normalización de "Pendiente".....	66
Tabla 21. Índice de consistencia de "Pendiente".....	66
Tabla 22. Matriz de comparación de pares de "Geotecnia".....	67
Tabla 23. Matriz de normalización de "Geotecnia".....	67
Tabla 24. Índice de consistencia de "Geotecnia".....	67
Tabla 25. Matriz de comparación de pares de "Geología".....	68
Tabla 26. Matriz de normalización de "Geología".....	68
Tabla 27. Índice de consistencia de "Geología".....	68
Tabla 28. Población beneficiaria de la I.E. Pedro Pablo Atusparia.....	69
Tabla 29. Cuadro de cuantificación de los elementos expuestos ante el peligro por aluvión.....	69
Tabla 30. Resumen de las ponderaciones del Parámetro y Descriptor de los Factores Condicionantes.....	72
Tabla 31. Resumen de las ponderaciones del Parámetro y Descriptor del Factor Desencadenante.....	72
Tabla 32. Resumen de las ponderaciones del Parámetro y Descriptor del Factor Desencadenante y la Susceptibilidad.....	73
Tabla 33. Resumen de las ponderaciones del Parámetro de Evaluación y los valores del Peligro.....	73
Tabla 34. Estratificación del nivel de peligrosidad por aluvión.....	74
Tabla 35. Niveles de peligrosidad por aluvión.....	74
Tabla 36. Componentes de la Vulnerabilidad.....	76
Tabla 37. Comparación de pares para "Dimensión Social".....	77
Tabla 38. Matriz de normalización para "Dimensión Social".....	77
Tabla 39. Índice de consistencia para "Dimensión Social".....	77
Tabla 40. Comparación de pares para "Servicio educativo expuesto".....	78
Tabla 41. Matriz de normalización para "Servicio educativo expuesto".....	78
Tabla 42. Índice de consistencia para "Servicio educativo expuesto".....	78
Tabla 43. Comparación de pares para "Estado de conservación".....	79
Tabla 44. Matriz de normalización para "Estado de conservación".....	79
Tabla 45. Índice de consistencia para "Estado de conservación".....	79
Tabla 46. Comparación de pares para "Antigüedad".....	80
Tabla 47. Matriz de normalización para "Antigüedad".....	80

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

Tabla 48. Índice de consistencia para "Antigüedad".	80
Tabla 49. Comparación de pares para "Capacitación en GRD".	81
Tabla 50. Matriz de normalización para "Capacitación en GRD".	81
Tabla 51. Índice de consistencia para "Capacitación en GRD".	81
Tabla 52. Comparación de pares para "Dimensión Económica".	81
Tabla 53. Matriz de normalización para "Dimensión Económica".	82
Tabla 54. Índice de consistencia para "Dimensión Económica".	82
Tabla 55. Comparación de pares para Ubicación respecto al aluvión.	82
Tabla 56. Matriz de normalización para Ubicación respecto al aluvión.	82
Tabla 57. Índice de consistencia para Ubicación respecto al aluvión.	82
Tabla 58. Comparación de pares para Niveles de construcción.	83
Tabla 59. Matriz de normalización para Niveles de construcción.	83
Tabla 60. Índice de consistencia para Niveles de construcción.	83
Tabla 61. Comparación de pares para Material predominante en paredes.	84
Tabla 62. Matriz de normalización para Material predominante en paredes.	84
Tabla 63. Índice de consistencia para Material predominante en paredes.	84
Tabla 64. Comparación de pares para Sistemas de protección.	85
Tabla 65. Matriz de normalización para Sistemas de protección.	85
Tabla 66. Índice de consistencia para Sistemas de protección.	85
Tabla 67. Comparación de pares para Seguro ante desastres.	86
Tabla 68. Matriz de normalización para Seguro ante desastres.	86
Tabla 69. Índice de consistencia para Seguro ante desastres.	86
Tabla 70. Comparación de pares para "Dimensión Ambiental".	87
Tabla 71. Matriz de normalización para "Dimensión Ambiental".	87
Tabla 72. Índice de consistencia para "Dimensión Ambiental".	87
Tabla 73. Comparación de pares para "Distancia a quebradas o ríos".	87
Tabla 74. Matriz de normalización para "Distancia a quebradas o ríos".	88
Tabla 75. Índice de consistencia para "Distancia a quebradas o ríos".	88
Tabla 76. Comparación de pares para "Estabilidad de suelos".	88
Tabla 77. Matriz de normalización para "Estabilidad de suelos".	88
Tabla 78. Índice de consistencia para "Estabilidad de suelos".	89
Tabla 79. Comparación de pares para "Manejo y disposición de residuos sólidos".	89
Tabla 80. Matriz de normalización para "Manejo y disposición de residuos sólidos".	89
Tabla 81. Índice de consistencia para "Manejo y disposición de residuos sólidos".	89
Tabla 82. Comparación de pares para "Manejo y disposición de aguas residuales".	90
Tabla 83. Matriz de normalización para "Manejo y disposición de aguas residuales".	90
Tabla 84. Índice de consistencia para "Manejo y disposición de aguas residuales".	90
Tabla 85. Resumen de las ponderaciones de la Dimensión Social.	91
Tabla 86. Resumen de las ponderaciones de la Dimensión Económica.	91
Tabla 87. Resumen de las ponderaciones de la Dimensión Ambiental.	91
Tabla 88. Estratificación del nivel de Vulnerabilidad por aluvión.	92
Tabla 89. Niveles de vulnerabilidad por aluvión.	92
Tabla 90. Estratificación del nivel de Riesgo por aluvión.	96
Tabla 91. Niveles de riesgo por aluvión.	97
Tabla 92. Cálculos de efectos probables en condición extraordinaria.	99

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

<i>Tabla 93. Tabla de valoración y nivel de frecuencia de consecuencia</i> .....	101
<i>Tabla 94. Tabla de valoración y nivel de frecuencia de ocurrencia</i> .....	101
<i>Tabla 95. Tabla de nivel de consecuencias y daños</i> .....	101
<i>Tabla 96. Tabla de aceptabilidad y tolerancia</i> .....	102

**ANEXO**

**ANEXO A: MAPAS**

**ANEXO B: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

1. Reporte de la simulación hidráulica por flujo de detritos o aluvión
2. Reporte de levantamiento topográfico con RPAS
3. Resultados de laboratorio geotécnico

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente evaluación de Riesgo se realizó para la toma de decisiones en gestión del riesgo y peligro de desastres por aluvión del proyecto denominado **"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"**

El objetivo es determinar los niveles del riesgo originados por la potencial inundación del aluvión en la I. E. Pedro Pablo Atusparia ubicado en la ciudad de Huaraz ante el escenario de los desembalses desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha, ubicada en los distritos de Huaraz e Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash

Como parte de las conclusiones, se realizó el análisis y evaluación del riesgo por aluvión sobre el área del I.E Pedro Pablo Atusparia, considerando los resultados del peligro y vulnerabilidad, obteniendo como resultado que la I.E. Pedro Pablo Atusparia tiene un nivel de riesgo MEDIO.

Se estima la pérdida probable asciende a S/. 5,473,326.56, correspondiente a la I.E. Pedro Pablo Atusparia.


Se tiene un nivel de aceptabilidad o tolerancia del riesgo ante la ocurrencia del aluvión como TOLERABLE, por lo que se deben desarrollar actividades para el manejo del riesgo.

Como parte de las medidas estructurales, se deberá realizar:

- Construcción de un cerco perimétrico de concreto armado ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) con una longitud de 514 ml de la I.E. Pedro Pablo Atusparia para soportar el nivel de presión del impacto del Aluvión. Este tipo de implementación debería ser asistido necesariamente con la participación de un especialista geológico geotécnico, durante la elaboración del proyecto y construcción misma.
- Construcción de la zona del ingreso al I.E. Pedro Pablo Atusparia (puerta y accesos) con un sistema adecuado ante la posible presión de impacto del potencial aluvión para minimizar sus efectos.

Como parte de las recomendaciones, se tiene:

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

- A corto plazo (1-3 meses): Incluir en el proyecto de inversión pública a elaborar, las medidas estructurales y no estructurales indicadas en el presente Estudio de evaluación, con la finalidad de minimizar el impacto del posible peligro potencial.

Los resultados de este informe sólo son válidos para la E.I. Pedro Pablo Atusparia. No podrá ser aplicado a otras estructuras que estén fuera del área de influencia, ni tampoco viviendas y/o estructuras que no tengan el 100% de su área dentro de ella

# 1 CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La presente evaluación de Riesgo se realizó para la toma de decisiones en gestión del riesgo y peligro de desastres por aluvión del proyecto denominado **"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"**

En el caso presente, visto el carácter del proyecto propuesto, la formulación de medidas de riesgo está enfocada en base a los peligros por aluvión e inundaciones post construcción del proyecto. El área en estudio está ubicada en el barrio de Villasol del Distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz, Región de Ancash.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 General

***Determinar los niveles del riesgo originados por la potencial inundación del aluvión en la I. E. Pedro Pablo Atusparia ubicado en la ciudad de Huaraz ante el escenario de los desembalses de las lagunas Palcacocha y Tullpacocha, ubicada en el distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash.***

### 1.2.2 Específicos

- Determinar los niveles de peligrosidad y elaborar el correspondiente mapa de peligros en el área de influencia.
- Analizar la vulnerabilidad de la estructura expuesta del Colegio Atusparia al peligro y presentar en el mapa de vulnerabilidad.
- Calcular los niveles de riesgo, desarrollar un mapa de riesgos y recomendar la implementación de medidas apropiadas para la prevención y/o reducción de dichos riesgos.

## 1.3 FINALIDAD

Se tiene como finalidad contar con herramientas técnico metodológicas para desarrollar e implementar medidas de prevención y reducción del riesgo para el presente proyecto de inversión.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN**


Como parte de los estudios a realizarse para el expediente técnico del proyecto de inversión pública "*Mejoramiento del servicio de educación primaria y servicio de educación secundaria en I.E. 86016 Pedro Pablo Atusparia, distrito de Huaraz de la provincia de Huaraz del departamento de Ancash con código de idea N°249743*" es importante caracterizar el peligro y evaluar el potencial riesgo en la zona de influencia. En este contexto, la "Evaluación del Riesgo por aluvión del Colegio Pedro Pablo Atusparia, distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash" se fundamenta en la necesidad de salvaguardar vidas humanas y promover el desarrollo sostenible en la mejora de la calidad educativa en este emblemático colegio para la población huaracina.

Este informe se ha elaborado tomando como base al "Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales" del CENEPRED, proporciona información esencial para identificar los niveles de riesgo de los elementos expuestos y estimar los daños potenciales. Dicha información permitirá determinar acciones de prevención y reducción de riesgos, contribuyendo al bienestar de la comunidad educativa y viviendas en el área de influencia. Asimismo, servirá como herramienta de gestión para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales y regionales, en concordancia con la Ley N.º 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).

La Resolución Jefatural N°112-2014- CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales" 2da Versión. Que tiene la finalidad de contribuir a prevenir y/o reducir los impactos negativos que puedan ocasionar los desastres en lo concerniente a lo social, económico y ambiental; herramientas básicas para la Gestión del Riesgo de Desastres, aporte técnico que servirá de consulta a fin de evaluar los peligros de origen natural en los diferentes ámbitos jurisdiccionales de nuestro país.

Finalmente, este informe ha tomado en cuenta los lineamientos para la elaboración del Estudio de evaluación del Riesgo de Desastres en Proyectos de Infraestructura Educativa. Que señala que la Evaluación de Riesgos permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, precisando que el CENEPRED es el organismo competente de emitir los procedimientos administrativos, con la finalidad de orientar a las entidades

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

públicas y privadas en los diferentes niveles de gobierno, en la determinación de riesgos de origen natural o inducidos por la acción humana.

### 1.5 ANTECEDENTES

En el 2020, INAIGEM publicó la evaluación del riesgo por aluvión en la ciudad de Huaraz, donde se ha identificado la relación del riesgo en el área de estudio que las viviendas tienen, los cuales el 88% es de riesgo muy alto, el 5% riesgo alto y el 7% riesgo medio; en la estructura, el 16% presenta riesgo muy alto, el 19% riesgo alto, el 63% riesgo medio y el 2% riesgo bajo. Asimismo, ante un aluvión que afecte a la ciudad de Huaraz, los daños probables han sido estimados en un total de S/. 701,274,343.19, lo cual incluye el costo de afectación de 6,583 viviendas, con un costo de S/. 255,941,947.25 y 68 estructuras con un costo de S/. 445,332,395.94. Por lo que concluye que, el cálculo del control de riesgos determina que el nivel de consecuencia y daños es MUY ALTA, el nivel de aceptabilidad y/o tolerancia indica que es INADMISIBLE, donde se deben aplicar inmediatamente medidas de CONTROL FISICO y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos y la prioridad de intervención sería de Nivel I INADMISIBLE. Sin embargo, el I.E. Pedro Pablo Atusparia no fue analizado como estructura, pero se localiza en peligro muy alto. Bajo este escenario, el trabajo del INAIGEM tiene limitaciones para ser aplicado a un nivel local, ya que el DEM usado no tiene detalles a escala local y no se ha analizado la presencia de viviendas con más de dos o tres pisos. Esto podría actuar como barrera para el aluvión durante su desplazamiento en las cercanías de las viviendas a 100 m<sup>1</sup> alrededor de la I.E. Pedro Pablo Atusparia, localizado en esta parte de la ciudad de Huaraz.

### 1.6 MARCO NORMATIVO VIGENTE

- **Constitución Política del Perú.**
- **Ley N°27867**, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales y sus modificaciones.
- **Ley N°27972**, Ley Orgánica de Municipalidades y sus modificaciones.
- **Ley N°29664**, que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres- SINAGERD y sus modificaciones.
- **Ley N°29869**, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy alto Riesgo No Mitigable.

<sup>1</sup> Según indica los Términos de Referencia del

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

- **Decreto de Urgencia N°024-2010.** Dictan medidas económicas y financieras para la creación del "*Programa Presupuestal Estratégico de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres en el Marco del Presupuesto por Resultados*".
- **Decreto Supremo N°048-2011-PCM.** Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y sus modificaciones.
- **Resolución Ministerial N°276-2012-PCM,** que establecen "*Lineamientos para la constitución y funcionamiento de los Grupos de Trabajo de GRD en todos los niveles de gobierno*".
- **Resolución Jefatural N°112-2014-CENEPRED/J,** que aprueba el "*Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales*" 2da Versión.
- **Resolución Ministerial N°185-2015-PCM:** Define lineamientos para la implementación de los procesos de gestión reactiva ante desastres.
- **Resolución Jefatural N°RJ-058-2020-CENEPRED/J,** con fecha 10 de julio de 2020 donde se aprueba los "*Lineamientos para la elaboración del Estudio de evaluación del Riesgo de Desastres en Proyectos de Infraestructura Educativa*".
- **Decreto Supremo N°038-2021-PCM,** Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.
- **Decreto Supremo N°115-2022-PCM:** Aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) 2022-2030.
- **Resolución Ministerial N°010-2022-MINEDU,** con fecha 25 de enero de 2022 donde se aprueba la actualización de la Norma Técnica denominada "*Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa*".
- **Decreto Supremo N°095-2024-EF,** aprueba las disposiciones reglamentarias para la gestión de los recursos del "*Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales*".
- **Resolución de Secretaria de Gestión de Riesgo de Desastres N°09-2025-PCM,** con fecha 5 de noviembre del 2025, aprueban "*Lineamientos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres*".

## 2 CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 UBICACIÓN

#### 2.1.1 Geográfica

El área de estudio se localiza en las siguientes coordenadas, dentro del Datum WGS 84, Zona 18S Sur, para el siguiente punto 1:

Punto 1: Centroides del polígono del Colegio Pedro Pablo Atusparia.

<u>Coordenadas UTM (m)</u>		<u>Coordenadas Geográficas (°, ', ")</u>	
Este:	221,686 m;	Longitud:	77°32'6.38"O
Norte:	8'945,719.00 m;	Latitud:	9°31'41.91"S

#### 2.1.2 Político

El área de estudio se localiza políticamente:

##### UBIGEO

Distrito:		Huaraz.
Provincia	:	Huaraz
Departamento	:	Ancash

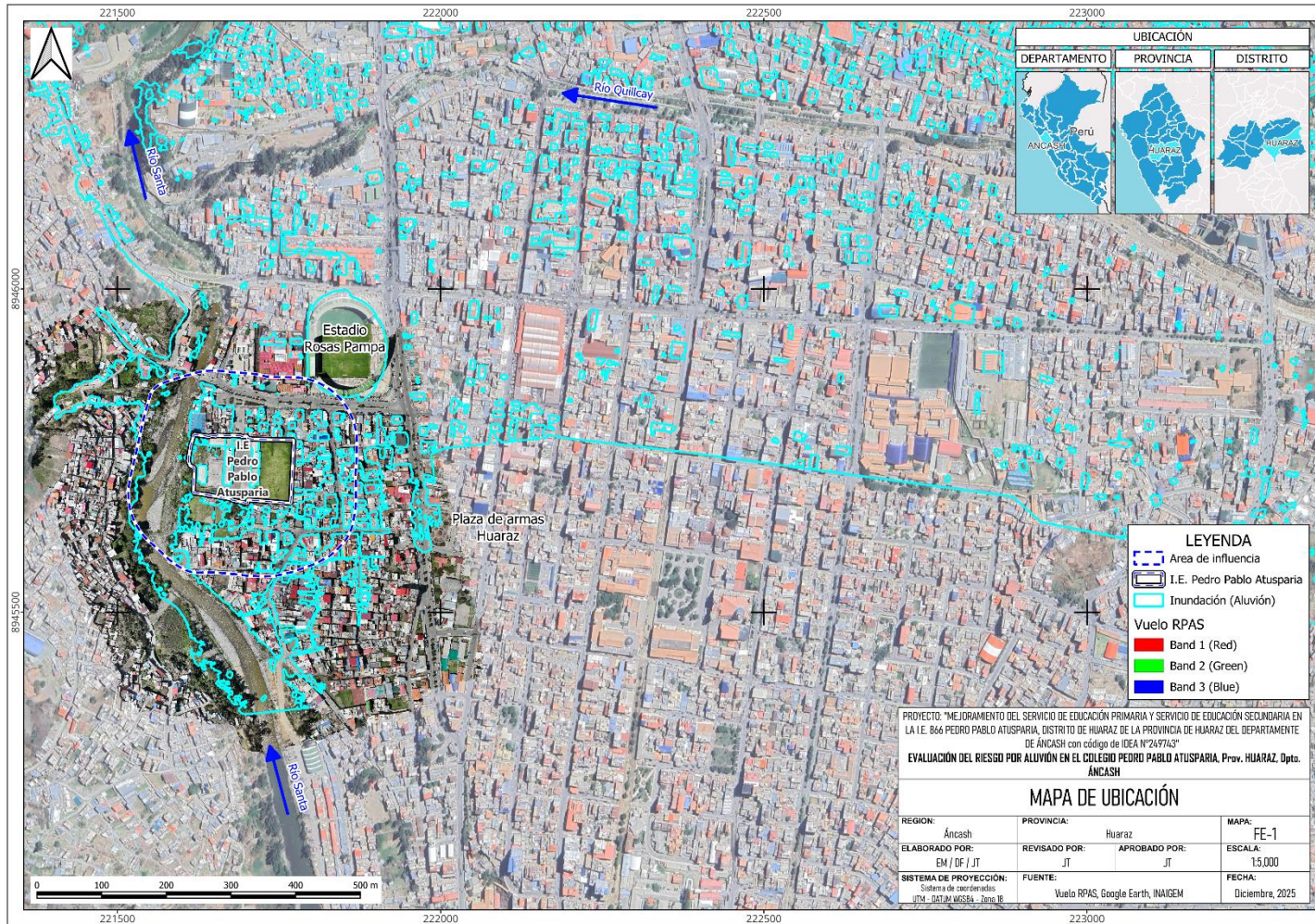
#### 2.2.3 Hidrográfica

El área de estudio se localiza hidrográficamente:

<u>Clasificación Strahler</u>		<u>Nombre</u>
Subcuenca	:	U.H. Quillcay
Cuenca	:	Río Santa
Vertiente	:	Pacífico

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.**



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

## **2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA**

La ciudad de Huaraz está localizada dentro de la cuenca del río Santa, las características del entorno de la ciudad de Huaraz corresponden a un valle interandino. Geográficamente, está localizada en el Callejón de Huaylas (Valle del río Santa), limitado por las cordilleras Blanca y Negra, cuyo río principal es el Santa que la atraviesa por la margen izquierda de sur a norte y el río Quillcay que la cruza de este a oeste.

El territorio alrededor de Huaraz es de topografía heterogénea, montañosa y abrupta, las pendientes existentes alrededor de la ciudad varían de 2 % a 25 % en la zona central, y de 15 % a 45 % en la zona periférica. La Cordillera Blanca (lado este) presenta un relieve más accidentado, con un suelo de mayor resistencia, de rocas intrusitas (tipo granito/granodiorita); y con acumulación de nieves perpetuas en las cumbres por encima de los 5000 m s. n. m. La Cordillera Negra, ubicada en la vertiente occidental es menos abrupta, con suelo menos resistente, de rocas volcánicas, y sin áreas glaciares. Es así como en el entorno inmediato de la ciudad de Huaraz predominan las rocas volcánicas, formando lomadas de relieve moderado. Existe acumulación de relleno en el relieve superficial del suelo, en todo lo que es el emplazamiento de la ciudad de Huaraz.

## **2.3 SITUACIÓN DE LA LOCALIDAD DONDE SE UBICA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA**

### **2.3.1 Área de influencia**

El área de influencia del proyecto es la extensión de territorio susceptible de experimentar las acciones derivadas del proceso de EVAR de peligro y vulnerabilidad en la ejecución y/o operación del proyecto. En tal sentido el área de influencia del proyecto denominado: "**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743**", se analiza el área urbana de 100 metros a la redonda del área de estudio, según lineamientos para las infraestructuras educativas, en la que se encuentran viviendas y obras públicas. Asimismo, se toman las características de vulnerabilidad en dimensión social (exposición social, fragilidad social, resiliencia social); en vulnerabilidad dimensión económica (exposición económica, fragilidad económica, resiliencia

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

económica); y en vulnerabilidad dimensión ambiental (exposición ambiental, fragilidad ambiental, resiliencia ambiental).

**2.3.2 Área de trabajo**

El área de estudio es la Institución Educativa N° 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA de la ciudad de Huaraz, la cual se encuentra con una infraestructura deteriorada y pronta a colapsar por antigüedad por lo que la Municipalidad provincial de Huaraz está realizando un proyecto denominado "**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743**", que por los antecedentes de los estudios realizados por el INAIGEM y los lineamientos para la construcción de infraestructuras educativas en zonas de alto riesgo, se debe de realizar proyectos de estudios en valuación ante riesgo de peligro y vulnerabilidad permitiendo mitigar y/o reducir posibles daños; es por eso que el EVAR será de mucha ayuda para el desarrollo del proyecto.

**Figura 2. Mapa del área de estudio y de influencia.**



Fuente: Google Earth 2025

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**2.4 BASE TOPOGRÁFICA**

Se ha desarrollado la topografía del ámbito de estudio mediante vuelo fotogramétrico (RPAS) con el cual se puede identificar elementos que componen la zona de interés. El levantamiento topográfico tiene como finalidad obtener información precisa sobre la configuración del terreno, sus pendientes, elevaciones y elementos naturales o construidos para identificar condiciones que puedan representar amenazas o vulnerabilidades frente a fenómenos naturales o antrópicos.

El levantamiento topográfico se ejecutó mediante vuelos con RPAS, aprovechando la capacidad de estos sistemas para obtener imágenes aéreas de alta resolución y generar modelos digitales del terreno. Esta metodología permite cubrir áreas extensas con rapidez y precisión, reduciendo tiempos y costos frente a métodos tradicionales. Como parte del equipo usado, se tiene:

- ❖ RPAS utilizado: Multirrotor con cámara RGB de alta resolución.
- ❖ Sistema de posicionamiento: GPS/GLONASS integrado para georreferenciación de imágenes.
- ❖ Software de procesamiento: Aplicaciones de fotogrametría para generación de ortomosaicos, modelos digitales de superficie (MDS) y modelos digitales de terreno (MDT).

Finalmente, como resultado del levantamiento se obtuvo un ortomosaico de alta resolución (Ver figura adyacente) que permite identificar con claridad las edificaciones, áreas verdes y vías de acceso dentro y alrededor del Colegio Pedro Pablo Atusparia.

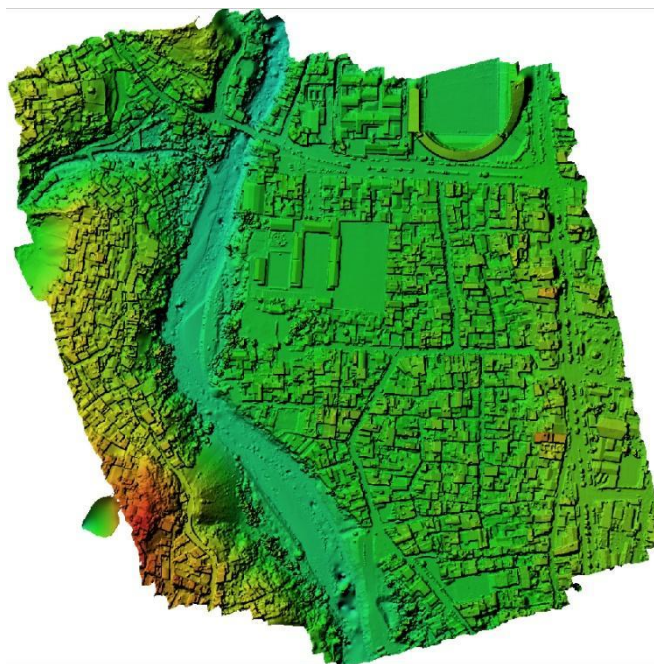


**Figura 3. La imagen que se observa es el orto mosaico del vuelo RPAS en el ámbito del colegio Atusparia.**

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

El Modelo Digital de Superficie (MDS) evidenció variaciones en la topografía, resaltando pendientes moderadas de pendientes en el entorno de la I.E. Pedro Pablo Atusparia.

**Figura 4. En la imagen se observa el modelo de elevación de superficie**



#### **2.4.1 Modelo digital de elevación (DEM)**

A partir del modelo digital de superficie (MDS), se obtiene el modelo digital de elevación (DEM), insumo importante para realizar las simulaciones y/o modelamientos numéricos que son parte importante del presente estudio de evaluación del riesgo por aluvión en esta parte de la ciudad de Huaraz.

Esta información se adjunta en el enlace virtual que será compartida por el suscrito.

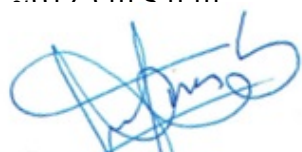
#### **2.5 HIDROGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO, ANÁLISIS LOCAL**

La subcuenca pertenece a la gran cuenca del río Santa y se ubica en la parte central de la Cordillera Blanca, dentro del departamento de Áncash.

Características hidrográficas principales:

- Área aproximada de la subcuenca: 237 km<sup>2</sup>.
- Altitud mínima: ≈3050 m s.n.m.
- Altitud máxima: ≈6173 m s.n.m.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

- Altitud media:  $\approx 4476$  m s.n.m.

El río Quillcay se forma por la confluencia de dos ríos principales:

- Río Paria
- Río Auqui

Estos ríos confluyen aguas arriba de la ciudad de Huaraz y posteriormente el río Quillcay atraviesa la ciudad y desemboca en el río Santa.

Dentro de la subcuenca destacan varias quebradas glaciares:

- Quebrada Cojup
- Quebrada Churup
- Quebrada Quillcayhuanca
- Quebrada Shallap

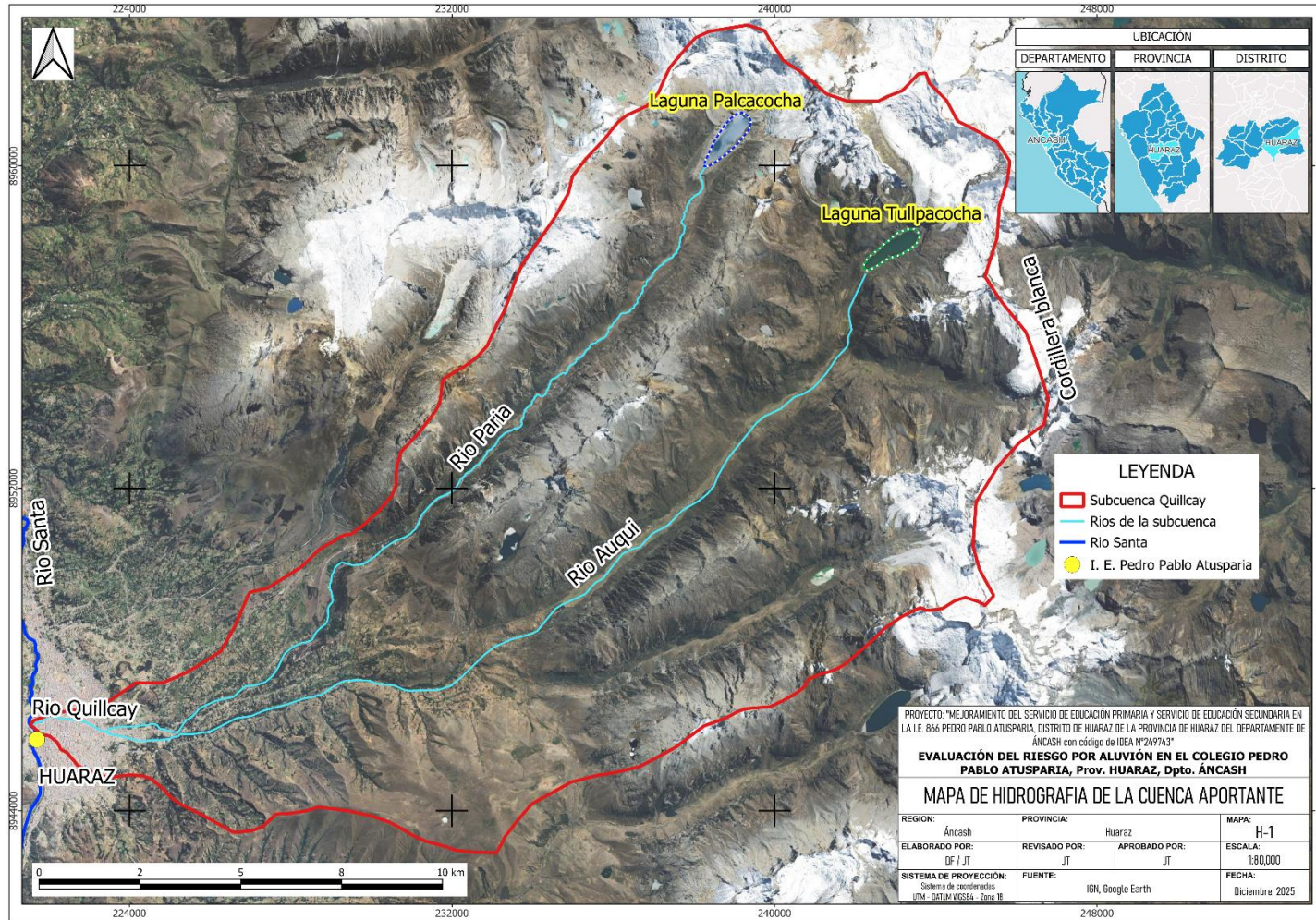
En estas zonas altas se localizan aproximadamente:

- 10 glaciares
- 12 lagunas de origen glaciar


Estas lagunas y glaciares constituyen importantes reservorios naturales de agua que regulan los caudales del río durante todo el año.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Figura 5. Mapa de hidrografía de la cuenca aportante.**



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

  
 .....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**La Laguna Palcacocha**


Se localiza en las coordenadas geográficas: 9°23' 43.36" S, 77°22' 43.53" W, a una altitud de 4,562 m sobre el nivel del mar, en el departamento de Ancash. Forma parte de la subcuenca del río Quillcay en la Cordillera Blanca, y su desembocadura se conecta con la quebrada Cojup, que desemboca en el río Paria, un afluente del río Quillcay que atraviesa la ciudad de Huaraz en dirección al río Santa, el río más importante de la región.

El retroceso de los glaciares en los nevados Pucaranra y Palcaraju dio origen a la laguna Palcacocha. Según los estudios de batimetría más recientes realizados en 2016 por la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de la ANA, la laguna tiene un volumen de 17,403,353 m<sup>3</sup> de agua y una profundidad máxima de 71.10 m. Cabe mencionar que en 1974, al finalizar la construcción de las obras de seguridad en la laguna Palcacocha, su volumen era de 514,800 m<sup>3</sup> y su profundidad máxima alcanzaba los 13 m, lo que resalta el notable aumento de su volumen en un corto periodo de tiempo.

El área alrededor de la laguna Palcacocha está formada por depósitos glaciares en forma de morrenas, incluyendo dos morrenas laterales y una morrena frontal con una brecha, que alcanzan más de 80 metros de altura. Se observa que hay conexión entre la laguna y la parte frontal de la masa de glaciares, siendo esta zona notable por la frecuencia de avalanchas. En el lado derecho del circo glaciar, se puede ver el afloramiento del macizo rocoso del batolito de la cordillera Blanca, situado bajo el nevado Palcaraju y el nevado Pucaranra.

La laguna Palcacocha cuenta con una serie de obras de seguridad, que incluyen un dique de seguridad situado en el lado derecho aguas abajo, el cual consiste en una presa de tierra recubierta con un emboquillado de piedra mezclada con mortero de concreto, que se encuentra visiblemente deteriorada, presentando depresiones en su superficie. Por otro lado, hay un dique principal ubicado en el lado izquierdo aguas abajo, que también está compuesto por una presa de tierra recubierta de un emboquillado de piedra mezclada con concreto. Esta presa cuenta con un conducto de desagüe con canales de entrada y salida, a través del cual transitan diez tuberías de HDPE, que actúan como sifones entre el vaso de almacenamiento y la zona posterior al dique.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**La Laguna Tullpacocha**

También conocida como Tullparaju, está situada en las coordenadas geográficas: 9°25'9.27"S y 77°20'26.96"O, a una altura de 4,319 m s.n.m., en el departamento de Ancash. Esta laguna forma parte de la unidad hidrográfica del río Quillcay en la Cordillera Blanca; su desembocadura se dirige hacia la quebrada Quillcayhuanca, fluyendo hacia el río Auqui, el cual es un afluente del río Quillcay que atraviesa la ciudad de Huaraz y desemboca en el río Santa, el principal río de la región.

La laguna Tullpacocha se originó por el retroceso del glaciar de los nevados Tullparaju y Chinchey. Según los estudios de batimetría más recientes, realizados por la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de la ANA en noviembre de 2011, presenta un área de 463,757 m<sup>2</sup>, un volumen de 12,474,812 m<sup>3</sup> y una profundidad máxima de 63 metros.

El entorno de la laguna está limitado por depósitos cuaternarios, incluyendo morrenas glaciares (dos laterales y una frontal que tiene una brecha). En el circo glaciar, se pueden observar rocas meta-sedimentarias pertenecientes a la formación Chicama, situadas bajo los nevados Chinchey y Tullparaju. Actualmente, la lengua glaciar se halla alejada del espejo de agua. En las morrenas laterales se observan deslizamientos provocados por la inestabilidad en las paredes internas que cierran la laguna Tullpacocha.


En la morrena frontal de la laguna se encuentra un túnel de descarga con 205 metros de longitud y una sección en forma de herraje de 1.48 metros de altura y 1.56 metros de ancho. La estructura de salida consiste en aletas y losa; así como una presa de tierra y enrocado, y un emboquillado de 8 metros de altura; estas obras de seguridad fueron realizadas por la Corporación Peruana del Santa y ELECTROPERU y se completaron en la década de los 70 para evacuar las aguas generadas por el deshielo de la lengua glaciar.

**2.6 HIDROLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO, ANÁLISIS LOCAL**

La hidrología del Quillcay está fuertemente condicionada por precipitación en la cordillera blanca, aporte glaciar y escorrentía superficial en laderas de alta pendiente.

La cuenca presenta un régimen hidrológico pluvial-nival (pluvio-glaciar) característico de los Andes tropicales:

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

Temporada de lluvias (noviembre – abril) con mayor generación de escorrentía en consecuencia incremento de caudales de los ríos.

Temporada de estiaje (mayo – octubre) con disminución de las precipitaciones, los caudales de los ríos se mantienen gracias al deshielo glaciar y almacenamiento en lagunas.

En cuanto a escorrentía los estudios hidrológicos basados en el método SCS indican que la subcuenca tiene número de curva ponderado aproximado de 72, lo que indica alto potencial de escorrentía debido a la poca presencia de cobertura vegetal, suelo de baja infiltración y pendientes pronunciadas.

Esto explica por qué la cuenca responde rápidamente a eventos de lluvia intensa, generando crecidas repentinas.

El sistema hidrológico depende en gran parte de los glaciares de la cordillera blanca y las lagunas de origen glaciar quienes aportan al caudal constante y flujo base a los ríos

Los estudios indican que el retroceso glaciar por cambio climático está modificando la disponibilidad del agua, regímenes de caudales, riesgos de avalanchas y aluviones y problemas de acidificación del agua denominado drenaje ácido de roca (DAR).


## **2.7 CLIMATOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El clima es típico de la alta montaña tropical andina con tipo de clima frío de montaña con gran variación térmica diaria y precipitaciones concentradas en el verano austral.

La temperatura en la cuenca alta registra valores de temperatura media anual aproximada: 5°C – 12°C y temperaturas bajo cero en zonas glaciares. Mientras que en las zonas bajas cercanas a Huaraz el promedio anual de temperatura es de 12°C – 15°C.

La precipitación anual promedio oscila aproximadamente entre 700 mm y 1000 mm/año con una distribución temporal de 80–90 % de ocurrencia entre noviembre y abril. Los factores climáticos dominantes son la altitud, topografía de la cordillera blanca, circulación atmosférica desde el Amazonas y eventos de variabilidad climática

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

como el ENSO. Estos factores determinan la disponibilidad de agua y la generación de escorrentía en la subcuenca.

### 2.8 VÍAS DE ACCESO

Para llegar a la zona de estudio tomando como referencia centro de Lima, por la Av. Miguel Grau toma el desvío hacia el Jr. Huánuco hasta llegar a la vía auxiliar de la Panamericana Norte, Luego se sigue por la Panamericana Norte hasta el Óvalo Paramonga, y se toma el desvío hacia Huaraz por la Ruta Nacional PE-16 hasta Conococha, a partir de allí se sigue el trayecto por la vía 3N hasta Belén, luego se sigue la Av. Mariscal Toribio Luzuriaga hasta llegar a la Plaza de Armas de Huaraz. Este trayecto recorre 409 Km en aproximadamente 8 horas 40 minutos.

### 2.9 CARACTERÍSTICAS SOCIALES

Huaraz es una ciudad que paso por muchas transformaciones y cambios, recordando que en el año 1970 la ciudad y los pueblos de Ancash fueron destruidos y enlutados por el fatídico terremoto donde hubo más de 75 mil muertes. De esta manera Huaraz empezó a recibir migrantes de procedentes de diferentes provincias de Ancash y de otras regiones; haciendo que de esta manera Huaraz se repobló de gente foránea que le dio un nuevo cariz y transformó su rostro sociocultural de antaño. Las relaciones con las ciudades de la costa y de la sierra se intensificaron y transformaron definitivamente el espectro social, económico, político y cultural de Huaraz, convirtiéndolo en una ciudad andina Cosmopolita con una composición social muy variada.

La segunda transformación de la sociedad huaracina se da a partir de los últimos años de la década de los 90's y los inicios de los 2000, con la llegada de las 2 megaempresas mineras Barrick y Antamina; así como los efectos de la modernización (agua y desagüe, electricidad, alcantarillado, carreteras, etc), el desarrollo tecnológico (internet, telefonía móvil, y otros), la globalización, y el turismo. En definitiva, la ciudad de Huaraz se constituye como una ciudad totalmente nueva y/o ciudad andina hibrida, semirural y semiurbana, porque no conserva el diseño tradicional de las décadas pasadas sino porque es una urbe andina con problemas complejos por la informalidad, desborde popular migración permanente y otros fenómenos.

Según el último censo la provincia de Huaraz tiene 163,936 habitantes y el distrito de Huaraz 60, 896 habitantes de los cuales 30, 087 son hombres y 30, 809 son

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

mujeres, y según estimaciones al 2025 se proyecta que el distrito de Huaraz tiene alrededor de 145,000 habitantes; siendo el sexo femenino predominante en masa poblacional que la masculina (INEI, 2017). Por otro lado, la ruralidad en la ciudad y la urbanidad en el campo es una de las características de la capital ancashina por ello se presencia la lengua quechua, uso de hipocorísticos quechuizados, la música, danza, vestimenta, gastronomía, costumbres y tradiciones. La presencia de los elementos culturales rural- andinos en la ciudad también se manifiesta en la gastronomía, y por ello cuentan con diversos restaurantes y recreos turísticos con gastronomía andina pero también se cuenta con gastronomía de otras regiones y países. Asimismo, la medicina tradicional es otro de los aspectos que caracteriza a la ciudad e Huaraz, porque existen tratamientos de los curanderos, chamanes, hueseros, comadronas curiosas y otros.

Es importante comentar que la ciudad de Huaraz a crecido territorialmente sin una base de planificación espacial donde cunde el desorden en muchos barrios y sectores populares. El crecimiento demográfico y territorial también ha permitido el crecimiento de sus problemas sociales como el desorden y la informalidad, y lo más alarmante de la construcción de casas al borde los ríos y en zonas altamente riesgosas<sup>2</sup>.

## **2.10 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS**

Las principales actividades económicas de la ciudad de Huaraz están relacionadas con el comercio, distribución de alimentos de primera necesidad, restaurantes, establecimiento de servicios como talleres de mecánica, venta de repuestos de vehículos, vidrieras, farmacias, bodegas, algunas pequeñas manufacturas como cervecera, comestibles, yaserías, aserraderos, y otros. No existe gran industria solo distribuidoras autorizadas de mercado intermedio; actualmente Huaraz esta creciendo y hay empresas internacionales que abrieron sus puertas como Dollar city. Y además está la industria turística y gastronómica.

Podemos entonces clasificar de esta manera, que el sector primario esta caracterizado por el 19% por la actividad minera desde la fundación de la minera Barrick y actualmente con Antamina. El sector secundario tiene el 13% de la actividad económica Huaracina por las micro y pequeñas empresas dedicadas a rubro de las industrias como la elaboración de lácteos, gaseosa, cerveza carne procesada y otros

---

<sup>2</sup> Tomado de Julca Guerrero & Nivin Varga

## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

de origen agropecuario, los del rubro de la construcción como las ladrilleras, cementeras y madereras, y también los del rubro textil, artesanías, y manufacturas. Y por último tenemos al sector terciario que se caracteriza por tener el 50% de la economía activa, y estos son predominantes por el comercio y los servicios los cuales aportan mucho para la disminuir el desempleo, Huaraz y todo el callejón de Huaylas están impulsando con las microempresas de exportación en el sector agrario, el comercio, turismo y artesanías<sup>3</sup>.

### 2.11 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

La caracterización ambiental del área de estudio de la Institución Educativa (IE) N° 86016 Pedro Pablo Atusparia, ubicada en el Barrio Villasol del Distrito de Huaraz, está definida por rasgos geológicos, climáticos y biofísicos que determinan el entorno y la vulnerabilidad de la infraestructura educativa. Climatológicamente, Huaraz presenta un clima frío y seco, con un promedio de precipitación pluvial anual de 732 mm. Las lluvias son estacionales, acentuándose entre enero y abril, lo cual genera abundante escorrentía superficial, mientras que los meses de mayo a agosto son periodos de estiaje con presencia de heladas. Además, el área experimenta una intensa exposición solar, con una radiación promedio de 4211 W/m<sup>2</sup>, un factor que requiere atención en el diseño arquitectónico de la IE.

Geológicamente, la ciudad de Huaraz se asienta sobre el abanico deyectivo del río Quillcay, compuesto por materiales aluvionales y limitado por el sistema de fallas activas de la Cordillera Blanca, una morfoestructura que, junto con las pendientes abruptas, genera condiciones propicias para fenómenos de remoción en masa y aluviones. El ámbito biofísico de la IE se encuentra en la zona de vida de Bosque Seco Montano Bajo Tropical (2,600 a 3,200 m.s.n.m.), donde la vegetación representativa incluye especies como el aliso (*Agnus jorulensis*), eucaliptos (*Eucaliptos Sp*), y pino (*Pinus sp*). La fauna característica del entorno inmediato abarca especies como el zorrillo (*Conepatus rex*), la comadreja (*Mustela frenata*) y diversas aves como la tortolita (*Eupelia cruxiana*) y el Yuquis (*Turdus chiguanco*).

En cuanto a los Factores Ambientales cruciales para la Evaluación del Riesgo (EVAR), el análisis de la Densidad de Áreas Verdes revela una baja Resiliencia Ambiental en el área urbana. Estudios locales indican que la ciudad de Huaraz tiene un número limitado de parques (un total de 20 parques) y que los valores de sostenibilidad

<sup>3</sup> Tomado de Morales Carhuayano et al, s.f

## **ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

generados por estas áreas no cumplen con los estándares requeridos. Esta insuficiencia de cobertura vegetal es un factor condicionante, ya que disminuye la capacidad del suelo para controlar la erosión superficial, un proceso que contribuye a la inestabilidad en el cono aluviónico del río Quillcay.

La existencia de Factores Contaminantes de Suelo y del Aire es una consecuencia directa del crecimiento urbano desordenado, el cual ha generado la contaminación general del agua, aire y suelo, principalmente por el manejo deficiente de los desechos de basura. Si bien los monitoreos atmosféricos han reportado que las concentraciones de material particulado se mantienen por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) durante periodos de evaluación específicos, la acumulación de relleno superficial y el desorden exponen a la comunidad educativa a contaminantes difusos y lixiviados, lo cual compromete la salubridad y representa una Fragilidad Ambiental para la IE.


La problemática de la Disposición de Residuos Sólidos y Biológicos es un riesgo ambiental compuesto. Los residuos sólidos municipales son recolectados y transportados al Botadero de Carhuash Jirca. A pesar de los esfuerzos municipales por la segregación y valorización, incluyendo el manejo de 188.03 toneladas de residuos inorgánicos, la escasa segregación en la fuente y la informalidad en el manejo de residuos sólidos persisten, lo que se clasifica como una alta Fragilidad Ambiental. Este factor tiene una implicación crítica en el riesgo de aluvión: los residuos mal dispuestos se movilizan en eventos de precipitación intensa, actuando como material de arrastre, obstruyendo sistemas de drenaje y amplificando la capacidad destructiva del aluvión y la amenaza de inundación en el Barrio Villasol.

### **2.12 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DEL TRABAJO**

La Institución Educativa se localiza geográficamente en las coordenadas UTM y geográficas, dentro de Datum WGS'84, Zona L-18 Sur, y sus características se resumen a continuación:

- Institución Educativa (Unidad Productora): I.E. N° 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA.
- Proyecto de Inversión: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH".

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

- Ubicación de Intervención: Barrio de Villasol, Distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz, Región de Ancash.
- Estado de la Infraestructura: Desgastada y próxima a colapsar por antigüedad.
- Marco de Evaluación: Enfoque Correctivo de la Gestión del Riesgo, dado que la intervención es un Mejoramiento en una infraestructura existente.
- Coordenadas de Referencia (UTM, zona L-18 Sur): Se asumen las coordenadas del centroide del área de estudio, se tiene: 221,686 Este y 8'945,719 Norte.

**2.12.1 Descarte de problema de incompatibilidad de ubicación 1**

Para la verificación de incompatibilidad, se realiza de acuerdo con el Artículo 8.4 y el Cuadro N° 1 de la RVM N° 010-2022-MINEDU, norma técnica que establece los criterios para la mejora de la infraestructura educativa.

**Tabla 1. Tabla de Verificación de Incompatibilidad de Ubicación**

N°	Incompatibilidad por Cercanía de la II.EE.	Dispositivo Legal Sustentatorio	Diagnóstico en el Área de Trabajo	Determinación
1	Velatorios y cementerios	D.S. N° 003-94-SA	No se registra proximidad inmediata.	Cumple
2	Establecimientos de salud (III Nivel)	R.M. N° 862-2015/MINSA	No se registra proximidad inmediata.	Cumple
3	Plantas envasadoras de GLP	D.S. N° 027-94-EM	No se registra proximidad.	Cumple
4	Estaciones de servicio (Grifos), Gasocentros y venta de GNV	D.S. N° 054-93-EM, D.S. N° 006-2005-EM	No se registra proximidad.	Cumple
5	Locales de comercialización y consumo de bebidas alcohólicas	Ley N° 28681	No se registra proximidad.	Cumple
6	Plantas de abastecimiento de combustibles líquidos	D.S. N° 045-2001-EM	No se registra proximidad.	Cumple
7	Fajas marginales de las fuentes de agua, naturales o artificiales	D.S. N° 001-2010-AG	La IE se encuentra cercano al río Santa y por ende, la faja marginal del río. Se deberá respetar dicha faja durante la construcción.	Por cumplir

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**


8	Sistema de transporte de hidrocarburos ductos	D.S. N° 081-2007-EM	No se registra.	Cumple
9	Pozos para exploración y explotación de hidrocarburos	D.S. N° 032-2004-EM	No se registra.	Cumple
10	Aeródromos	D.S. N° 050-2001-MTC	No se registra.	Cumple
14	Plantas de tratamiento de aguas residuales	D.S. N° 011-2006-VIVIENDA, Norma OS.090	No se registra proximidad.	Cumple
16	Zonas restringidas colindantes a vías ferroviarias	D.S. N° 032-2005-MTC	No aplica.	Cumple
18	Centros penitenciarios	D. Leg N° 1229	Se confirma la proximidad inmediata de un centro penitenciario	NC Crítico
Otros (11, 12, 13, 15, 17, 19)	Servidumbre, vías, comercio (casinos, hostales, peñas)	Normativa Sectorial / Local	Se asumen riesgos inherentes al entorno urbano con falta de planificación.	Potencial NC

La verificación arroja una Incompatibilidad Crítica (NC) debido a la localización de la IE en la zona de influencia inmediata al río Santa (Criterio N° 7), lo cual podría clasificarse como zona de peligro alto por aluvión. El Artículo 8.4(b) de la RVM N° 010-2022-MINEDU establece que, ante distancias menores o incumplimiento de criterios, se debe realizar el EVAR para proponer medidas de prevención y/o reducción del riesgo. Por lo tanto, la viabilidad del proyecto no depende de la reubicación, sino de la implementación inmediata de medidas de Control Físico (Capítulo VI) para mejorar la vulnerabilidad y así el riesgo.

**2.12.2 Disponibilidad de servicios básicos**

El análisis se centra en la disponibilidad y operatividad de los servicios básicos, de acuerdo con las consideraciones normativas del Cuadro N° 2 de la RVM N° 010-2022-MINEDU. El diagnóstico de la IE 86016 Pedro Pablo Atusparia indica que la institución cuenta con instalaciones de agua. La existencia de servicios como desagüe y electricidad es inferida por la modernización general de Huaraz, pero la infraestructura interna de la IE se encuentra desgastada y próxima a colapsar.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
 CIP N°132438

  
 .....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Tabla 2. Tabla de Verificación de Servicios Básicos<sup>4</sup>**

<b>Servicio Básico</b>	<b>Consideración Normativa</b>	<b>Disponibilidad/Condición IE Atusparia</b>
Agua	Red pública, garantizando cantidad y calidad (D.S. N° 031-2010-SA).	Conexión a red pública de agua potable disponible.
Desagüe	Red pública o sistemas de tratamiento (según condiciones de suelo y freático).	Conexión a red pública de alcantarillado, inferido por la modernización general del área.
Electricidad	Red pública o alternativa; uso obligatorio de tecnologías eficientes (bajo consumo, LED).	Conexión a red pública eléctrica, inferido por la modernización del área.
Gestión de Residuos Sólidos	Servicio municipal o provincial; formas de gestión adecuadas sanitaria y ambientalmente.	Servicio de recolección municipal disponible, pero destino final en botadero (Carhuash Jirca).
Telecomunicaciones	Identificación de acceso a teléfono e internet.	Acceso inferido por la modernización tecnológica del área (telefonía móvil, internet).

Este diagnóstico funcional de servicios básicos revela que, aunque las redes externas están disponibles, el proyecto de Mejoramiento es crítico para reducir la Fragilidad Técnica de la IE mediante la renovación integral de la infraestructura interna, asegurando la Funcionalidad y Habitabilidad de los ambientes educativos.

<sup>4</sup> Resolución Viceministerial N° 010 - 2022

## 2.13 CONDICIONES FÍSICAS DEL TERRITORIO

### 2.13.1 Geología

En el sector de la zona de estudio, sobresalen rocas del Grupo Calipuy, compuesto por tobas piroclásticas y lavas andesíticas. Sobreyaciendo a esta unidad se encuentran las unidades de depósitos cuaternarios. Se observó depósitos antrópicos, depósitos fluviales, depósitos aluvionales y depósitos aluviales.

#### 2.13.1.1 Depósitos antrópicos (Q-an)

Corresponden a materiales de relleno colocados por actividad humana. Se observan suelos removidos, fragmentos de roca heterométricos y restos de construcción. Estos depósitos muestran baja compactación natural y estructura desordenada, típica de zonas intervenidas. En un escenario de peligro por aluvión, este tipo de rellenos incrementa significativamente la vulnerabilidad del terreno, ya que su baja cohesión y alta permeabilidad favorecen la erosión, el socavamiento y la remoción parcial o total del material ante el impacto de aluvión. Además, su estructura suelta puede amplificar los efectos del flujo al facilitar el arrastre de sedimentos y el colapso del terreno intervenido.

**Figura 6. Vista de depósitos antrópicos en contacto directo con el río Santa.**

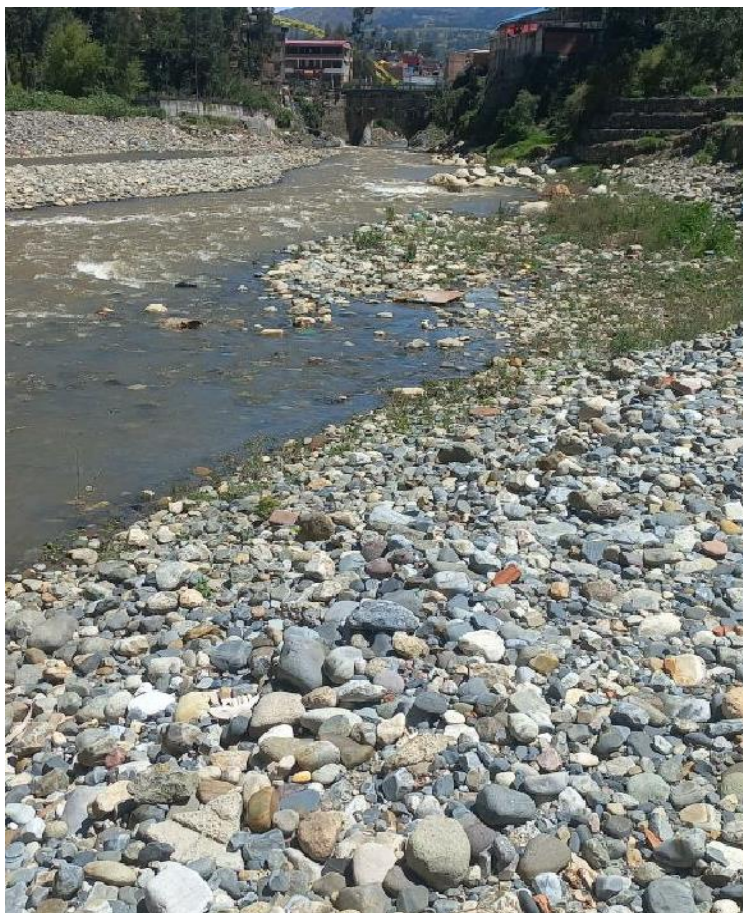


**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**2.13.1.2 Depósitos fluviales (Q-fl)**

Los depósitos fluviales son sedimentos transportados y depositados por el río, compuestos por gravas, arenas y limos con estratificación irregular. En las imágenes se aprecia una mezcla de cantos rodados y material granular, característicos de un ambiente fluvial activo de energía variable. En contextos de peligro geológico por aluvión, este tipo de depósitos evidencia que la zona ha sido moldeada por flujos con alta capacidad de transporte, lo cual indica susceptibilidad a futuros eventos de aluvión. La naturaleza suelta, heterométrica y poco consolidada de estos sedimentos facilita su removilización ante lluvias intensas, pudiendo generar o agravar el impacto de un aluvión al actuar como fuente de material adicional.

***Figura 7. Vista de depósitos fluviales en el cauce del río Santa.***



**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**2.13.1.3 Depósitos aluvionales (Q-alv)**

La imagen muestra una superficie compuesta por bloques, gravas y matriz arenosa mal seleccionada. La geometría indica deposición por flujos torrenciales antiguos. La presencia de este tipo de depósitos evidencia que el área ha sido afectada históricamente por aluviones, lo cual implica una susceptibilidad elevada a que eventos similares se repitan. Estos materiales, al ser de origen torrencial y de mala selección, pueden ser fácilmente desmovilizados ante lluvias intensas, incrementando el riesgo de nuevos aluvion que podrían afectar zonas bajas adyacentes.

**Figura 8. Depósitos aluvionales debajo del I.E. P.P. Atusparia.**



**2.13.1.4 Depósitos aluviales (Q-al)**

Presentan gravas, arenas y capas de finos dispuestos de manera más ordenada que los aluvionales. Se observan materiales de tamaño medio y menor cantidad de bloques, indicando un ambiente de menor energía en comparación con los flujos torrenciales. Sin embargo, en un contexto de peligro geológico por aluvión, estos depósitos pueden actuar como zonas susceptibles a la removilización, ya que sus capas arenosas y limosas pueden ser fácilmente erosionadas o saturarse durante lluvias intensas, facilitando la inestabilidad y el desencadenamiento de nuevos flujos. Además, la estratificación fina puede comportarse como planos de debilidad donde el agua se infiltra y reduce la resistencia del material, incrementando la peligrosidad del sector.

**Figura 9. Depósitos aluviales en contacto con depósitos fluviales del río Santa.**



#### **2.13.1.5 Grupo Calipuy (PN-vca)**

Se observan afloramientos de roca volcánica, con fracturación moderada y superficies meteorizadas. Estas rocas conforman el basamento rocoso y se observan en taludes naturales o cortes expuestos. En un contexto de peligro por aluvión, la presencia de fracturas y meteorización en el basamento puede favorecer la generación de detritos y bloques sueltos que, al desprenderse por saturación o erosión intensa, pueden incorporarse al flujo aluvional, aumentando su carga sólida y capacidad destructiva. Asimismo, los taludes expuestos pueden ser erosionados rápidamente por el impacto del flujo, generando inestabilidades locales que amplifican los efectos del evento aluvional.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

***Figura 10. Afloramiento rocoso del grupo Calipuy en el margen derecho del río Santa.***

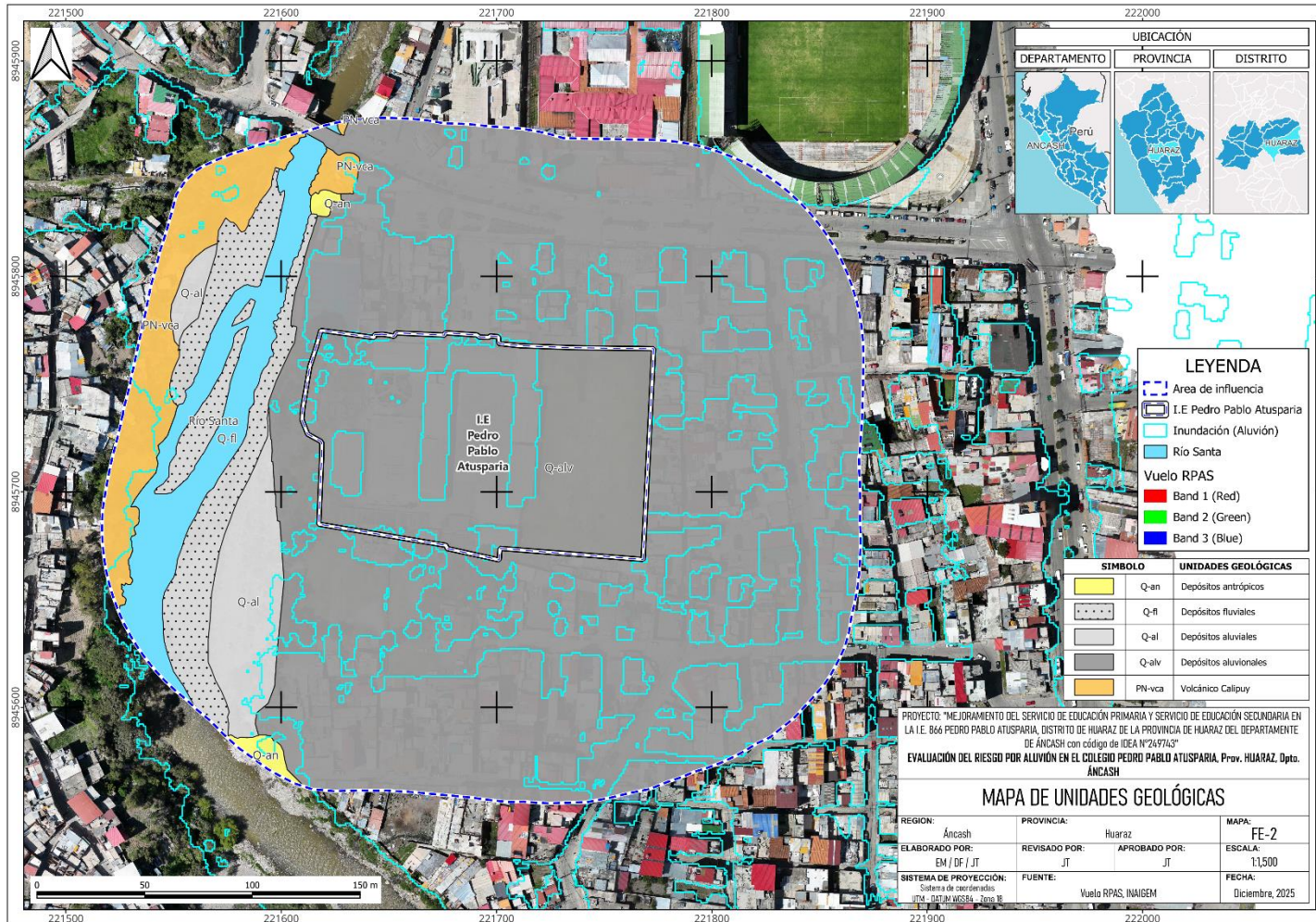


Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 11. Mapa de unidades geológicas



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

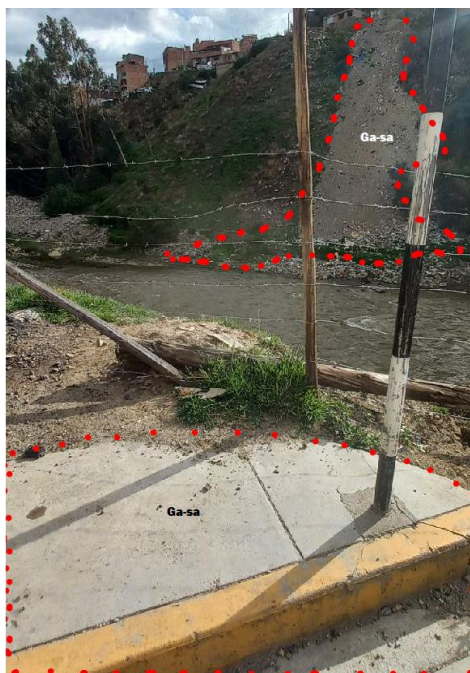
**2.13.2 Geomorfología**

En la zona de estudio predominan superficies estructurales y laderas desarrolladas sobre rocas volcánicas, las cuales conforman relieves moderadamente disectados. Por encima de este relieve se distribuyen formas y depósitos cuaternarios, dentro de los cuales se reconocen superficies antrópicas asociadas a la modificación del terreno, depósitos fluviales correspondientes a cauces y planicies, depósitos aluviales vinculados a terrazas aluviales, y depósitos aluvionales representativos de terrazas.

**2.13.2.1 Superficie antrópica (Ga-sa)**

Se aprecia un terreno modificado artificialmente mediante nivelación, rellenos y construcción de estructuras como muros o plataformas. La morfología muestra superficies planas o rectangulares, evidenciando intervención directa para uso urbano o institucional. En un contexto de peligro geológico por aluvión, estas superficies artificiales aumentan la susceptibilidad del área, debido a que los rellenos y cortes suelen presentar baja compactación, drenaje deficiente y menor resistencia frente al impacto de aluvion. Asimismo, la presencia de plataformas y muros rígidos puede generar obstrucciones o desvíos inesperados del flujo aluvional, intensificando la erosión lateral, el socavamiento y la afectación directa a las infraestructuras asentadas sobre estos terrenos intervenidos.

**Figura 12. Superficies antrópicas cerca al margen derecho del río Santa**



**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**2.13.2.2 Cauce fluvial (Ga-cf)**

Se observan materiales típicos del lecho del río, como cantos rodados, gravas y arenas, distribuidos por la corriente. La morfología corresponde a un canal activo, con evidencias de erosión lateral y transporte continuo de sedimentos. Estas características indican una alta susceptibilidad a la ocurrencia de aluviones, ya que la presencia de un canal activo y de sedimentos sueltos fácilmente movilizables favorece la concentración y el desplazamiento rápido de aluvion. La erosión lateral observada evidencia la inestabilidad del cauce, lo que incrementa el riesgo de desbordes repentinos, cambios bruscos en la dirección del flujo y aumentos súbitos en el caudal durante eventos de lluvias intensas.

**Figura 13. Cauce del río Santa**



**2.13.2.3 Terraza aluvional (Ga-alv)**

Estos depósitos representan eventos torrenciales o flujos hiperconcentrados provenientes de laderas, con transporte de alta energía. La presencia de estos materiales evidencia que la zona ha sido afectada previamente por aluviones, lo que indica un peligro geológico recurrente. Su ubicación sobre obras de contención sugiere que, ante nuevas precipitaciones intensas, podrían volver a activarse aluvion capaces de sobrepasar o socavar las estructuras, generando erosión, inestabilidad y posibles daños a la infraestructura situada aguas abajo.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Figura 14. Terraza aluvional entre el colegio Pedro Pablo Atusparia y el margen derecho del río Santa**



**2.13.2.4 Terraza aluvial (Ga-ta)**

Se observa una superficie plana formada por depósitos de gravas, arenas y algunos bloques menores. Corresponde a un nivel fluvial antiguo, más ordenado y estable, representando períodos pasados de equilibrio del río. Sin embargo, al ubicarse dentro del ámbito de influencia del cauce, estos niveles pueden ser nuevamente reactivados o erosionados durante eventos de aluvión. La presencia de sedimentos sueltos y la posición topográfica relativamente baja frente al valle facilitan que aluvion o avenidas extraordinarias invadan la superficie, generando procesos de socavamiento, inundación rápida y retrabajo del depósito. Por ello, pese a su origen más estable, estos niveles fluviales antiguos constituyen zonas potencialmente expuestas a peligros por aluviones.

**Figura 15. Terraza aluvial en contacto con depósitos fluviales del río Santa**

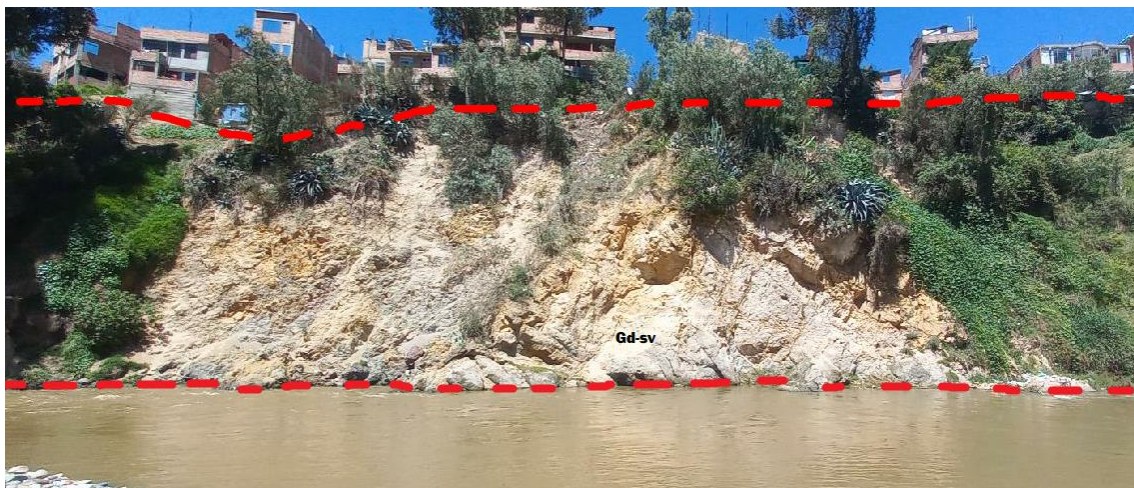


**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**2.13.2.5 Superficie volcánica (Gd-sv)**

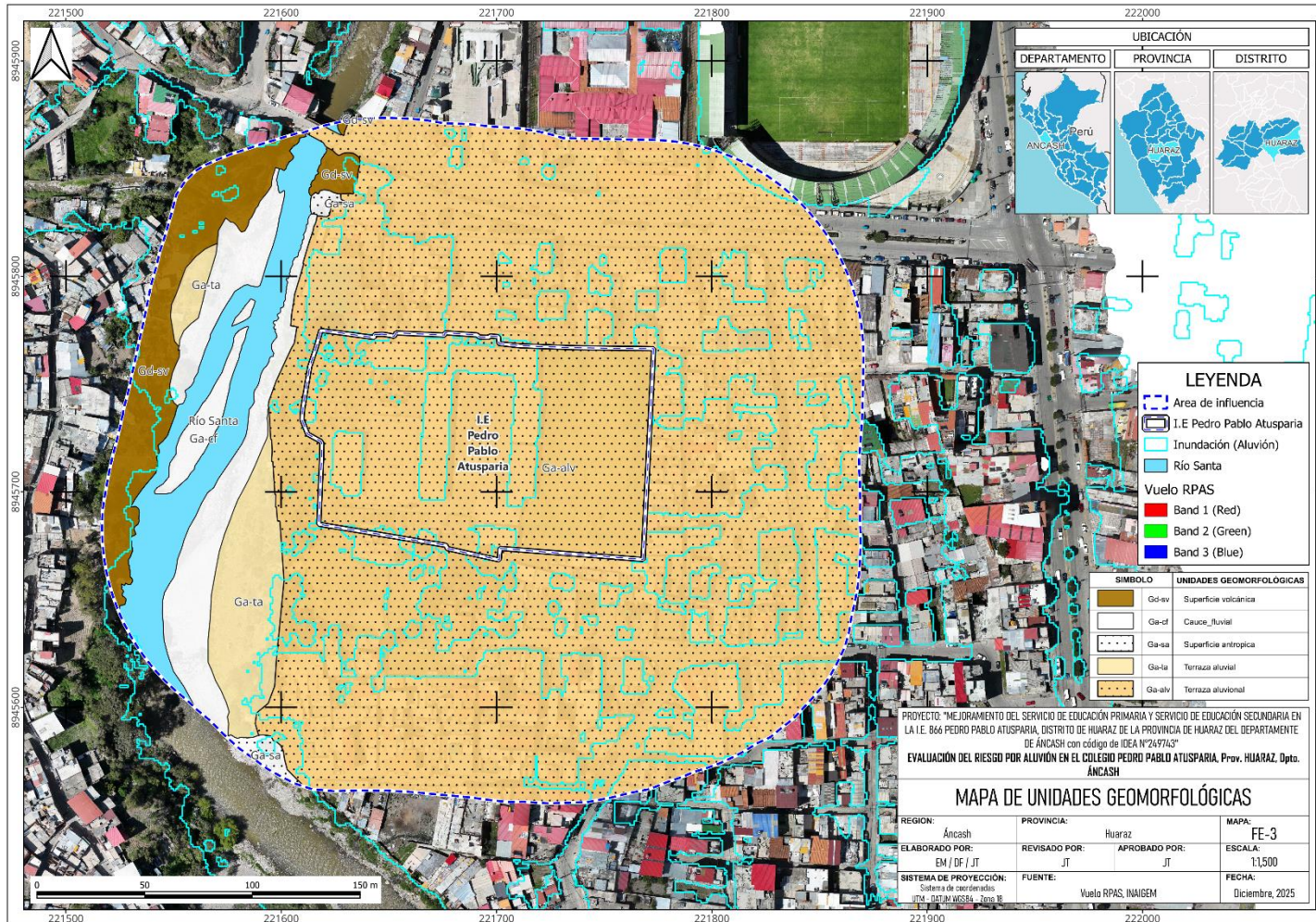
Se observan afloramientos de roca volcánica en laderas o cortes naturales, mostrando superficies irregulares, fracturas y zonas de meteorización. La unidad resalta por su mayor competencia y rigidez respecto a los depósitos sueltos circundantes. Sin embargo, en un contexto de peligros geológicos por aluvión, estas laderas rocosas pueden actuar como zonas de generación y canalización de flujos, especialmente cuando las fracturas y la meteorización favorecen la infiltración y el desprendimiento de fragmentos. El alta pendiente y la presencia de planos de debilidad pueden contribuir a la caída de bloques o al aporte de material al cauce, aumentando la carga sólida y la energía del aluvión.

***Figura 16. Vista de cortes naturales de la superficie volcánica.***



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 17. Mapa de unidades geomorfológicas



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

### 2.13.3 Geotecnia

En la zona de estudio predominan macizos rocosos volcánicos competentes, conformados por lavas y piroclastos con alta resistencia, baja deformabilidad y fracturamiento moderado, generando laderas cuya estabilidad depende de la densidad de discontinuidades. Sobre este sustrato se desarrollan depósitos cuaternarios de comportamiento granular, entre los que se identifican rellenos antrópicos sueltos y de baja compactación, propensos a asentamientos; depósitos fluviales de cantos rodados, con baja capacidad portante; depósitos aluviales densos de gravas y arenas gruesas, propios de terrazas y con alta capacidad portante; y depósitos aluvionales con gravas, arenas y bloques, que presentan variaciones laterales y verticales en su resistencia. En la tabla N°3, se describen las unidades geotécnicas correspondientes al área de estudio. Estas unidades han sido descritas de acuerdo a sus características geológicas, morfológicas y geomecánicas.

**Tabla 3. Clasificación de unidades geotécnicas.**

TIPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
SUELO	UG-S5	Suelo de muy baja resistencia
	UG-S4	Suelo de baja resistencia
	UG-S2	Suelo de alta resistencia
	UG-S3	Suelo de resistencia media
ROCA	UG-R3	Roca de resistencia media

Fuente: INAIGEM. (2020). Evaluación del riesgo por aluvión en la ciudad de Huaraz, distritos de Huaraz e Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

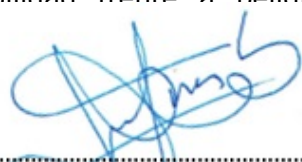
### Unidades Geotécnicas

#### 2.13.3.1 Unidad geotécnica S-V (UG-S5)

Corresponde a suelos finos, rellenos y materiales heterogéneos con baja compacidad. En las imágenes se observa un terreno de textura suelta, con humedad variable y presencia de materiales mezclados, lo que refleja menor capacidad portante. Estas características incrementan la susceptibilidad frente a peligros geológicos por

45

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

  
.....  
Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

aluvión, ya que los suelos poco compactos y de granulometría fina pueden saturarse rápidamente, perder resistencia y ser fácilmente erosionados o removidos por aluvion. La mezcla de materiales sueltos favorece el arrastre masivo durante un evento aluvional, aumentando la inestabilidad y el potencial de colapso del terreno.

**Figura 18. Suelos compuestos principalmente por desechos antrópicos**



**2.13.3.2 Unidad geotécnica S-IV (UG-S4)**

Se observa el cauce del río que presentan suelos granulares como gravas y arenas medianamente compactas. La zona es susceptible a erosión y pérdida de soporte si se satura. En condiciones de crecidas o eventos de aluvión, estos materiales pueden ser fácilmente removidos y transportados debido a su baja cohesión, aumentando el riesgo de socavación de márgenes, inestabilidad de taludes y pérdida de infraestructura cercana. La saturación previa a un evento aluvional reduce aún más su capacidad portante, facilitando el inicio y la propagación del aluvión a lo largo del cauce.

**Figura 19. Cauce del río Santa.**



#### **2.13.3.4 Unidad geotécnica S-III (UG-S3)**

Se observa un conjunto de gravas y arenas de terraza aluvial, de compacidad media a buena, con baja plasticidad y estructura relativamente estable. Los suelos muestran mejor comportamiento que los depósitos antrópicos y menor susceptibilidad a asentamientos. Sin embargo, en un contexto de peligros geológicos por aluvión, estas terrazas pueden actuar como zonas de tránsito o expansión lateral del flujo, especialmente cuando se ubican en los bordes de valles o conos aluviales activos. Aunque su mejor compactación les confiere mayor resistencia, su origen fluvial las hace susceptibles a procesos de socavación, erosión basal y eventual remoción superficial cuando un aluvión de gran energía impacta el área. Por ello, su estabilidad relativa no elimina el riesgo, sino que condiciona la forma en que el flujo podría redistribuir materiales o afectar la morfología del terreno.

Durante los trabajos de campo, se extrajo una muestra de suelo **M-1** con coordenadas UTM 221,577 E y 8'945,694 N. Se realizó los ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg, se obtuvieron los siguientes resultados: **Arena limosa con gravas (SM)** cuya clasificación contiene 31.6% de gravas, 54.6% de arenas y 14.1% de finos (Limos y arcillas); humedad presenta en 3.2% y no presenta (NP) Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad.

**Figura 20. Material aluvial de baja plasticidad**



### **2.13.3.3 Unidad geotécnica S-II (UG-S2)**

La unidad está formada por materiales gruesos como bloques, gravas angulosas y arenas compactas. Las imágenes revelan depósitos de origen torrencial con buena resistencia natural, pero con alta variabilidad interna que puede influir en su comportamiento mecánico. En condiciones de peligro por aluvión, esta heterogeneidad interna puede generar zonas de debilidad que faciliten la movilización de sedimentos y la inestabilidad local del depósito. Aunque los materiales presentan cierta compactidad, su origen torrencial indica que pueden ser reactivados ante eventos de lluvias intensas, actuando como fuentes potenciales de aporte para nuevos o incrementando la energía del aluvión por la presencia de bloques y gravas angulosas.

Durante los trabajos de campo, se extrajo una muestra de suelo identificado como **M-2** con coordenadas UTM 221,603 E y 8'945,758 N. Se realizó los ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg, se obtuvieron los siguientes resultados: **Arena limosa con gravas (SM)** cuya clasificación contiene 23.1% de gravas, 57.2% de arenas y 19.1% de finos (Limos y arcillas); humedad presenta en 3.0% y no presenta (NP) Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad.

**Figura 21. Material aluvional de baja plasticidad**



#### **2.13.3.5 Unidad geotécnica R-III (UG-R3)**

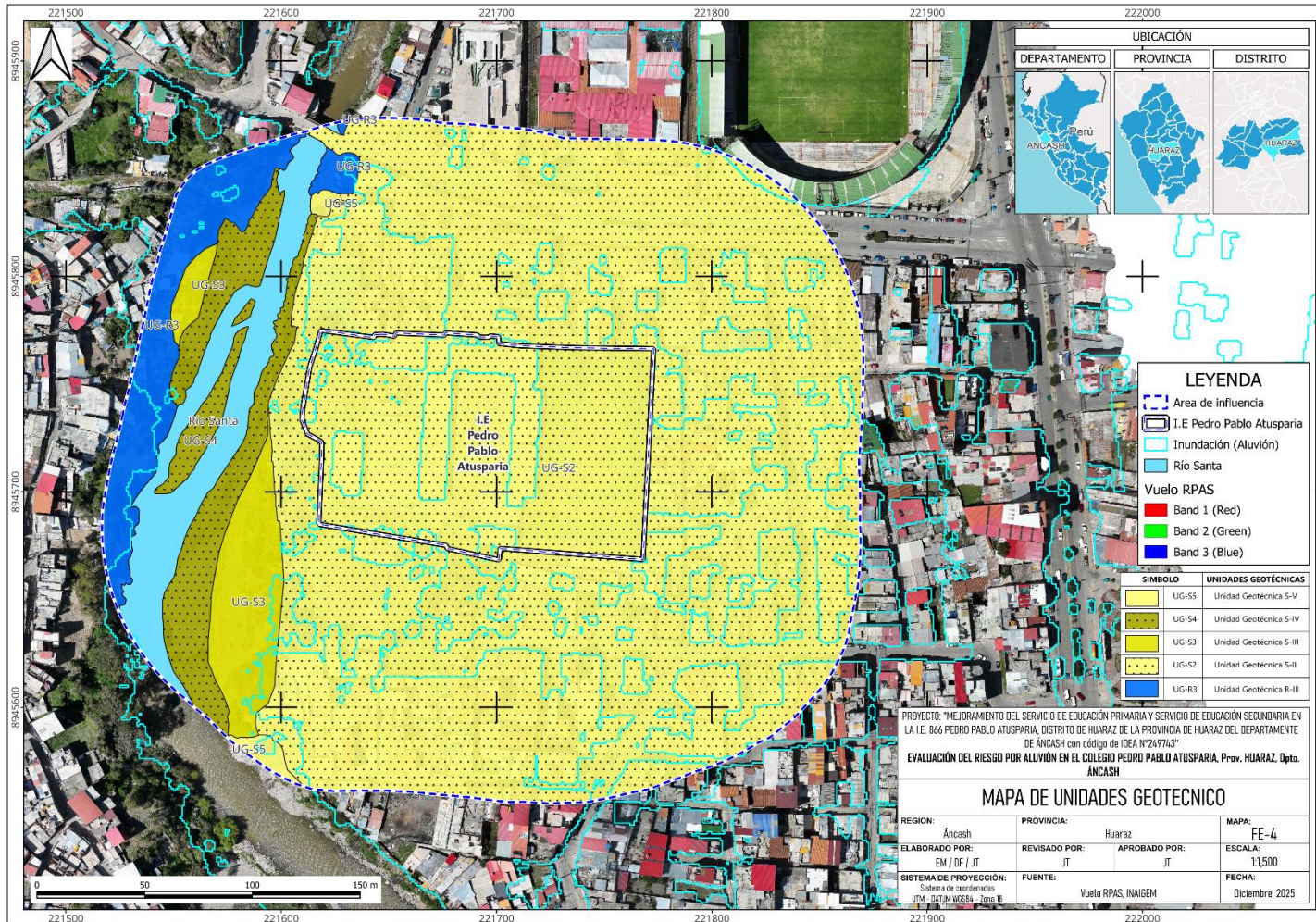
La fotografía muestra roca volcánica competente, con fracturas y sectores meteorizados. Se identifica un macizo rocoso que actúa como soporte natural más estable, aunque su fracturación puede influir en la estabilidad de taludes y laderas. En condiciones de peligros por aluvión, estas fracturas y zonas meteorizadas pueden convertirse en puntos de debilidad donde el agua de escorrentía o el impacto de flujos torrenciales generen desprendimientos, deslizamientos locales o aporte adicional de bloques al canal. La presencia de un macizo rocoso fracturado puede aumentar la disponibilidad de material suelto que, al ser incorporado por el aluvión, incrementa la energía, el volumen y el alcance del flujo.

**Figura 22. Material rocoso de buena resistencia**



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 23. Mapa de unidades geotécnicas



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**2.13.4 Pendientes**

Las pendientes que muestra el área de estudio son heterogéneas debido a que las condiciones ambientales y geológicas han modelado el terreno de formas distintas; referente al ámbito de estudio las pendientes se han clasificado en cinco rangos principales. Adaptado del reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (Decreto supremo N°017-2009-AG) pendiente larga (e)". Tomado de (INAIGEM, 2020). De igual manera, las siguientes definiciones de intervalos fueron tomadas y adaptadas de (INAIGEM, 2020).

**2.13.4.1 Pendiente menor a 5°**

Son áreas o superficies que se encuentran prácticamente al mismo nivel y que, en algunos casos, presentan una ligera pendiente. A menudo se les denomina terrenos planos.

**2.13.4.2 Pendiente entre 5 a 15°**

Los espacios ubicados dentro de este intervalo de pendientes corresponden a zonas con inclinaciones que van de leves a moderadas, donde se pueden apreciar diversas actividades que se desarrollan en la cuenca y donde la intervención humana resulta más evidente.

**2.13.4.3 Pendiente entre 15 a 25°**

Se trata de áreas con pendientes moderadamente pronunciadas, donde se observan edificaciones de viviendas y una mayor presencia de terrenos destinados a la agricultura.

**2.13.4.4 Pendiente entre 25 a 45°**

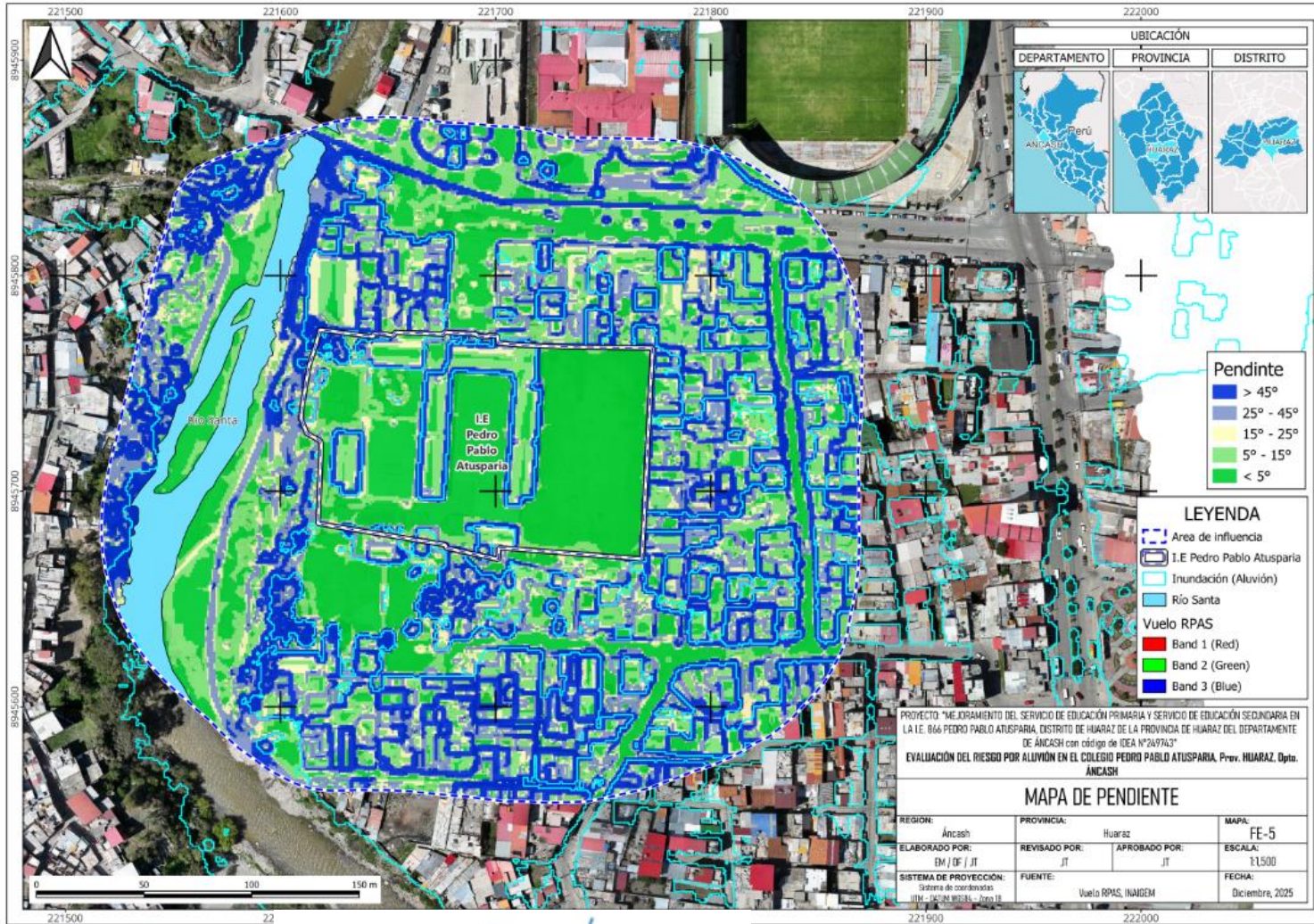
Se trata de áreas de fuerte pendiente, pero que aún permiten cierto grado de acceso. En estos sectores es posible encontrar parcelas agrícolas y, en algunos casos, infraestructuras como caminos de herradura.

**2.13.4.5 Pendiente mayor a 45°**

Son áreas que se caracterizan por pendientes muy pronunciadas a extremadamente inclinadas, generalmente de difícil acceso.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Figura 24. Mapa de Pendientes**



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**2.14 REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS ESPECÍFICOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO COMPLEMENTARIOS.**

El estudio más relevante es la "*Evaluación del Riesgo por aluvión en la ciudad de Huaraz, distritos de Huaraz e Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash*" (INAIGEM, 2020), cuya finalidad fue identificar el posible impacto del peligro de origen natural "aluvión" en la parte baja de la subcuenca del río Quillcay. Las conclusiones de este estudio son críticas para el proyecto:

1. El tipo de estudio y enfoque que emplea es adecuado respecto al modelamiento hidrológico e hidráulico para definir el escenario.
2. Las conclusiones del estudio determinaron que, ante un evento de aluvión, el nivel de consecuencia y daños es MUY ALTA, y el nivel de aceptabilidad es INADMISIBLE. Esto implica la necesidad de aplicar inmediatamente medidas de Control Físico (estructurales) y la priorización de la intervención.

Adicionalmente, se cuenta con estudios de zonificación de peligros realizados por diversas entidades como el mapa de zonificación de uso de suelo ante desastres para la ciudad de Huaraz, Ancash; elaborado en conjunto por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el año 2003.

Existen también estudios complementarios sobre movimientos en masa en el distrito de Huaraz y sus alrededores, realizados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como el informe general de los peligros geológicos que afectan la ciudad de Huaraz, región Ancash (2015). Estos estudios geológicos confirman la alta susceptibilidad del terreno en la cuenca del Quillcay a fenómenos de remoción en masa.

**2.15 IMAGEN DE VERIFICACIÓN DE PELIGROS ASOCIADOS EN LA PLATAFORMA DE SIGRID**

La verificación de peligros se realiza consultando la información georreferenciada oficial de las entidades técnico-científicas peruanas a través del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) del CENEPRED.

- Revisión de peligros existentes: El territorio de Huaraz, por su ubicación en el Callejón de Huaylas, está expuesto a múltiples peligros de origen natural. Los peligros identificados y cartografiados incluyen:

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

1. Sismos: Huaraz es una zona sísmica, lo cual requiere que la nueva infraestructura sea una "Edificación Esencial" conforme a la Norma E.030 del RNE<sup>5</sup>.
  2. Inundaciones fluviales: Directamente asociados al río Santa y Quillcay, al encontrarse la ciudad en recorrido.
  3. Movimientos en Masa: Deslizamientos, derrumbes y aluviones, influenciados por la pendiente abrupta de la zona y la desglaciación en la Cordillera Blanca.
  4. Heladas y Bajas Temperaturas: Fenómenos recurrentes durante el estiaje (mayo-agosto).
- Sustento del peligro principal: El peligro principal y prioritario para la IE N° 86016 Pedro Pablo Atusparia, conforme a los antecedentes documentales (INAIGEM 2020) y la cartografía de SIGRID (PNUD 2003), son: Aluvión e Inundación Fluvial.
    1. El enfoque de la EVAR se centra en el aluvión porque la I.E. se ubica en el área de influencia del cono aluviónico del río Quillcay, una zona históricamente afectada y clasificada como de peligro medio-alto en los mapas de peligros de Huaraz.
    2. Así mismo, el riesgo se amplifica por factores ambientales asociados al río Santa (el más caudaloso del departamento), como la proximidad a su faja marginal (NC Crítico) y la contribución de los residuos sólidos como material de arrastre durante una crecida, lo que hace este peligro con mayor potencial destructivo y que requiere la máxima prioridad de mitigación estructural.

---

<sup>5</sup> RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones

### 3 CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

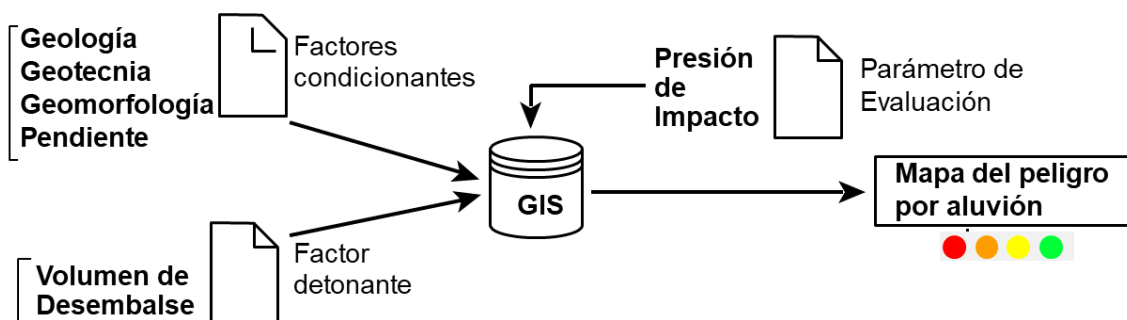
#### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para determinar los niveles de peligrosidad se empleó la metodología basada en el proceso de análisis jerárquico (AHP), además, se tuvo en cuenta los alcances establecidos en el "Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales", 2da versión, elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014).

El análisis consideró como factor desencadenante el volumen de desembalse el cual fue calculada mediante simulaciones numéricas basadas en un escenario hipotético de inundación, en base a la información del INAIGEM. Por otra parte, los factores condicionantes incluyen características intrínsecas del terreno, como la geomorfología, pendiente, geotecnia y geología, representadas en mapas temáticos detallados.

Adicionalmente, el parámetro de evaluación se centró en la presión de impacto del aluvión, el cual fue calculada mediante simulaciones numéricas basadas en un escenario hipotético de inundación, utilizando datos de topografía e imágenes satelitales.

**Figura 25. Metodología para el mapa del peligro por aluvión.**



##### 3.1.1 Metodología de Ponderación

Según el CENEPRED (2014), la ponderación de los criterios, subcriterios y descriptores se utilizó el proceso de análisis jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

considerados en la gestión del riesgo de desastres. La matriz que se genera es cuadrada es decir tiene el mismo número de filas y columnas.

Este método fue desarrollado por un matemático, consiste en una técnica que permite la resolución de problemas multicriterio, multientorno y multiactores, incorporando en el modelo los aspectos tangibles e intangibles, así como el subjetivismo y la incertidumbre inherente en el proceso de toma de decisiones (Saaty, 1980). En este sentido, el Proceso Analítico Jerárquico es una teoría general sobre juicios y valoraciones que, basada en escalas de razón, permite combinar lo científico y racional con lo intangible para ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de nuestras experiencias capturadas a través de la ciencia (Moreno, 2002).

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, la escala es la que se muestra a continuación.

**Tabla 4. Ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty.**

ESC. NUM	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o <b>muchísimo más</b> importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o <b>muchísimo más</b> importante que el segundo.
7	<b>Mucho más</b> importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera <b>mucho más</b> importante o preferido que el segundo.
5	<b>Más</b> importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera <b>más</b> importante o preferido que el segundo
3	<b>Ligeramente más</b> importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera <b>más</b> importante o preferible que el segundo
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay <b>indiferencia</b> entre ellos.
1/3	<b>Ligeramente menos</b> importante o preferible que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera <b>ligeramente menos</b> importante o preferible que el segundo.
1/5	<b>Menos</b> importante o preferible que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera <b>menos</b> importante o preferible que el segundo.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

1/7	<b>Mucho menos</b> importante o preferible que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera <b>mucho menos</b> importante o preferible que el segundo.
1/9	Absolutamente o <b>muchísimo menos</b> importante o preferible que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o <b>muchísimo menos</b> importante o preferible que el
2, 4, 6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores	

Fuente: Metodología Saaty propuesto en 1980 (CENEPRED, 2014).

### 3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO.

El peligro a evaluar es el aluvión, el cual se genera desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha, llegando al río Quillcay y generando el abanico aluvional sobre la ciudad de Huaraz y entre ellos, la I.E. Pedro Pablo Atusparia.

#### 3.2.1 Simulación o modelamiento numérico por aluvión

Para la simulación de este evento extremo se utilizó el hidrograma de entrada para el desembalse de cada laguna de acuerdo al volumen mencionado para un tiempo de desembalse violento de 15 a 20 minutos, teniendo en cuenta la superficie de cobertura presentes en el tramo de la llanura de inundación en formas de shapefile, el modelo digital de elevación DEM de una resolución adecuada que refleje y permita la visualización adecuada del aluvión en el momento de la inundación, la simulación de inundación se realizó en el software Hec RAS 6.6.

#### 3.2.2 Insumos fundamentales para el modelamiento

- Hidrogramas de entrada distribuidos cada 5 segundos y caudales en m<sup>3</sup>/s con volumen de entrada de 12 millones m<sup>3</sup> para la laguna de Palcacocha y 12.47 millones m<sup>3</sup> para la laguna Tullpacocha.
- Modelo de elevación digital (DEM) con una resolución de 1m para la parte urbana de la ciudad y DEM de resolución de 4 m para la parte alta cerca de las lagunas.
- Mallado computacional de 5 m de resolución para la simulación numérica.
- Shapefile de superficies de rugosidad o coeficientes de Manning para aluvión con valores de 0.16 para zonas boscosas, 0.13 para cauce del río, 0.2 para sectores urbanos, 0.013 para superficies desnudas como tierra y rocas, 0,14 para pastizales y zonas agrícolas (zonificación de rugosidades sólo en la parte baja).
- Propiedades reológicas del aluvión tomados de bibliografías respectivas usando la ecuación de O'Brian Ecuation (Cuadratic) con concentración volumétrica de

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

33.1% con parámetros de a: 0.291 b: 14.3, B: 33.1 y tamaño representativo de partículas 120 mm, el cual es usado por el INAIGEM, en sus diversos estudios ejecutados.

**3.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

**3.3.1 Ponderación de los Parámetros de Evaluación del Peligro por Aluvión**

Son las variables o indicadores que permiten definir las características del peligro. En esta sección se consideró la "Presión o fuerza de impacto" del flujo de inundación como parámetro de evaluación del peligro. En el Anexo C, se muestran las tablas utilizadas; con las variables de ponderación del indicador que permiten definir las características del peligro

**Parámetro de evaluación**

**Presión de impacto**

**Tabla 5. Matriz de comparación de pares de "Presión de Impacto"**

PRESIÓN DE IMPACTO	Mayor a 250 kPa	Mayor o igual a 200 kPa y menor a 250 kPa	Mayor o igual a 100 kPa y menor a 200 kPa	Mayor o igual a 25 kPa y menor a 100 kPa	Menor a 25 kPa
Mayor a 250 kPa	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mayor o igual a 200 kPa y menor a 250 kPa	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Mayor o igual a 100 kPa y menor a 200 kPa	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Mayor o igual a 25 kPa y menor a 100 kPa	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 25 kPa	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

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 6. Matriz de normalización de "Presión de Impacto"**

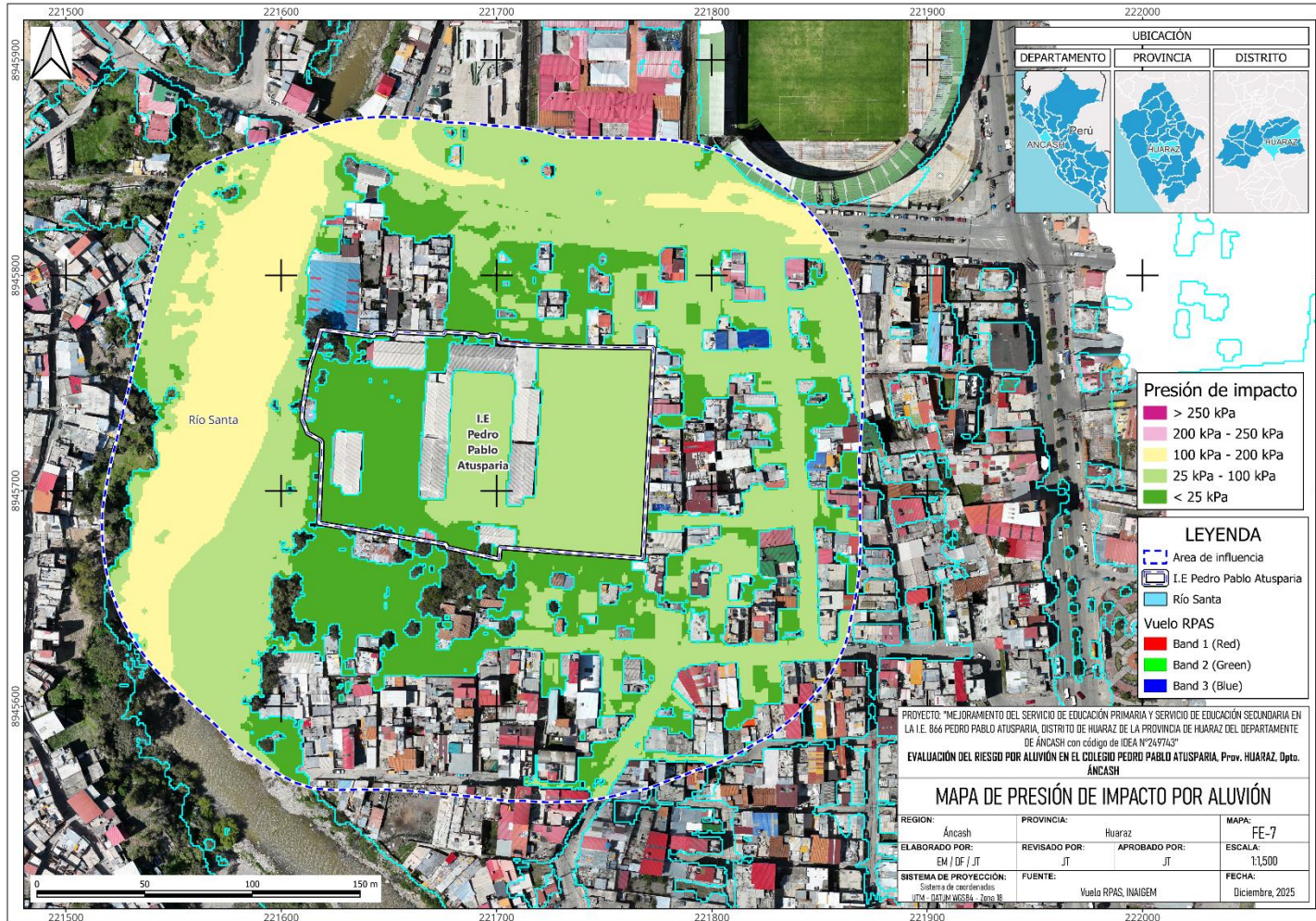
PRESIÓN DE IMPACTO	Mayor a 250 kPa	Mayor o igual a 200 kPa y menor a 250 kPa	Mayor o igual a 100 kPa y menor a 200 kPa	Mayor o igual a 25 kPa y menor a 100 kPa	Menor a 25 kPa	Vector Priorizacion
Mayor a 250 kPa	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
Mayor o igual a 200 kPa y menor a 250 kPa	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
Mayor o igual a 100 kPa y menor a 200 kPa	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
Mayor o igual a 25 kPa y menor a 100 kPa	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
Menor a 25 kPa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

**Tabla 7. Índice de consistencia de "Presión de Impacto"**

IC	0.061
RC	0.054

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 26. Mapa de Presión de Impacto por aluvión.



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

### 3.4 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad es la predisposición de que sobre determinado ámbito geográfico ocurra un evento, para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia se analizaron los factores desencadenantes y condicionantes, los cuales se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 8. Factores de la Susceptibilidad del peligro por Aluvión**

FACTOR DESENCADENANTE	FACTORES CONDICIONANTES
<b>Volumen de Desembalse</b>	<b>Geomorfología</b>
	<b>Pendientes</b>
	<b>Geotecnia</b>
	<b>Geología</b>

**Tabla 9. Matriz de comparación de pares para factores condicionantes**

PARÁMETRO	Geomorfología	Pendiente	Geotecnia	Geología
<b>Geomorfología</b>	1.00	2.00	3.00	4.00
<b>Pendiente</b>	0.50	1.00	3.00	5.00
<b>Geotecnia</b>	0.33	0.33	1.00	3.00
<b>Geología</b>	0.25	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	2.08	3.53	7.33	13.00
<b>1/SUMA</b>	0.48	0.28	0.14	0.08

**Tabla 10. Matriz de normalización de factores condicionantes**

PARÁMETRO	Geomorfología	Pendiente	Geotecnia	Geología	Vector Priorización
<b>Geomorfología</b>	0.480	0.566	0.409	0.308	0.441
<b>Pendiente</b>	0.240	0.283	0.409	0.385	0.329
<b>Geotecnia</b>	0.160	0.094	0.136	0.231	0.155
<b>Geología</b>	0.120	0.057	0.045	0.077	0.075
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

**Tabla 11. Índice de consistencia para factores condicionantes**

<b>IC</b>	0.049
<b>RC</b>	0.056

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Factor desencadenante**

**3.4.1.1 Volumen de desembalse**

Según indica INAIGEM (2020), "los ensayos geofísicos de sondaje eléctrico vertical (SEV), refracción símica, MAM y MASW, que se realizaron en la morrena frontal de la laguna Palcacocha en el año 2017, identifican de manera indirecta la profundidad del contacto suelo-roca en ~33 m, medido desde la superficie del suelo, complementado con el estudio batimétrico del UGRH-2016, permitieron calcular el probable volumen de desembalse de la laguna Palcacocha en ~12,000,000 m<sup>3</sup>. Así mismo para la laguna Tullpacocha, se consideró un volumen total de desembalse de ~12,400,000 m<sup>3</sup>, dato obtenido considerando solamente la batimetría".

A continuación, se tiene la Tabla 12 donde se muestra los intervalos y niveles de volumen de desembalse desde lagunas de origen glaciar.

**Tabla 12. Niveles de volumen de desembalse de las lagunas glaciares**

Ítem	Volumen de desembalse (Vo) en millones de metros cúbicos (Mm <sup>3</sup> )	Nivel	Descripción
1	Vo menor a 4 Mm <sup>3</sup>	TIPO I	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de <b>muy bajo impacto</b> a ecosistemas, medios de vida, infraestructuras y poblaciones, principalmente
2	Vo mayor o igual a 4 Mm <sup>3</sup> y menor a 8 Mm <sup>3</sup>	TIPO II	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de <b>bajo impacto</b> a ecosistemas, medios de vida, infraestructuras y poblaciones, principalmente
3	Vo mayor o igual a 8 Mm <sup>3</sup> y menor a 12 Mm <sup>3</sup>	TIPO III	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de <b>impacto medio</b> a ecosistemas, medios de vida, infraestructuras y poblaciones, principalmente
4	Vo mayor o igual a 12 Mm <sup>3</sup> y menor a 16 Mm <sup>3</sup>	TIPO IV	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de <b>impacto alto</b> a ecosistemas, medios de vida, infraestructuras y poblaciones, principalmente
5	Vo mayor o igual a 16 Mm <sup>3</sup>	TIPO V	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de <b>impacto muy alto</b> a ecosistemas, medios de vida, infraestructuras y poblaciones, principalmente

Fuente: INAIGEM (2020)

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 13. Matriz de comparación de pares de "Volumen de Desembalse"**

VOLUMEN DE DESEMBALSE	TIPO V	TIPO IV	TIPO III	TIPO III	TIPO I
TIPO V	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
TIPO IV	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
TIPO III	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
TIPO III	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
TIPO I	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

**Tabla 14. Matriz de normalización de "Volumen de Desembalse"**

VOLUMEN DE DESEMBALSE	TIPO V	TIPO IV	TIPO III	TIPO III	TIPO I	Vector Priorizacion
TIPO V	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
TIPO IV	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
TIPO III	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
TIPO III	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
TIPO I	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

**Tabla 15. Índice de consistencia de "Volumen de Desembalse"**

IC	0.061
RC	0.054

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**3.4.2 Factores condicionantes**

Los factores condicionantes son aquellos que van a ser importantes para que el fenómeno ocurra o no, en este estudio los factores considerados como condicionantes son: geomorfología, pendientes del terreno, geotecnia y geología, los cuales son descritos en detalle a continuación.

**3.4.2.1 Geomorfología**

**Tabla 16. Matriz de comparación de pares de "Geomorfología"**

GEOMORFOLOGIA	Superficie antrópica	cauce fluvial	Terraza aluvial	Terraza aluvional	Superficie volcánica
Superficie antrópica	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
cauce fluvial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Terraza aluvial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Terraza aluvional	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Superficie volcánica	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	<b>1.79</b>	<b>4.68</b>	<b>9.53</b>	<b>16.33</b>	<b>25.00</b>
<b>1/SUMA</b>	<b>0.56</b>	<b>0.21</b>	<b>0.10</b>	<b>0.06</b>	<b>0.04</b>

**Tabla 17. Matriz de normalización de "Geomorfología"**

PARAMETRO	Superficie antrópica	cauce fluvial	Terraza aluvial	Terraza aluvional	Superficie volcánica	Vector Priorizacion
Superficie antrópica	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
cauce fluvial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Terraza aluvial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Terraza aluvional	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Superficie volcánica	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

**Tabla 18. Índice de consistencia de "Geomorfología"**

IC	0.061
RC	0.054

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

3.4.2.2 Pendientes

Tabla 19. Matriz de comparación de pares de "Pendiente"

PENDIENTE	Muy Baja (<5°)	Baja (15° - 5°)	Moderada (25° - 15°)	Alta (45° - 25°)	Muy alta (>45°)
Muy Baja (<5°)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Baja (15° - 5°)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Moderada (25° - 15°)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alta (45° - 25°)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alta (>45°)	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

Tabla 20. Matriz de normalización de "Pendiente"

PENDIENTE	Muy Baja (<5°)	Baja (15° - 5°)	Moderada (25° - 15°)	Alta (45° - 25°)	Muy alta (>45°)	Vector Priorizacion
Muy Baja (<5°)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Baja (15° - 5°)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Moderada (25° - 15°)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alta (45° - 25°)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy alta (>45°)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Tabla 21. Índice de consistencia de "Pendiente"

IC	0.061
RC	0.054

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

3.4.2.3 Geotecnia

Tabla 22. Matriz de comparación de pares de "Geotecnia"

GEOTECNIA	Unidad Geotécnica S-V	Unidad Geotécnica S-IV	Unidad Geotécnica S-III	Unidad Geotécnica S-II	Unidad Geotécnica R-III
Unidad Geotécnica S-V	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Unidad Geotécnica S-IV	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Unidad Geotécnica S-III	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Unidad Geotécnica S-II	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Unidad Geotécnica R-III	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

Tabla 23. Matriz de normalización de "Geotecnia"

GEOTECNIA	Unidad Geotécnica S-V	Unidad Geotécnica S-IV	Unidad Geotécnica S-III	Unidad Geotécnica S-II	Unidad Geotécnica R-III	Vector Priorizacion
Unidad Geotécnica S-V	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Unidad Geotécnica S-IV	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Unidad Geotécnica S-III	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Unidad Geotécnica S-II	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Unidad Geotécnica R-III	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Tabla 24. Índice de consistencia de "Geotecnia"

IC	0.061
RC	0.054

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

3.4.2.4 Geología

**Tabla 25. Matriz de comparación de pares de "Geología".**

GEOLOGIA	Depósitos antropicos	Depositos fluviales	Depositos aluviales	Depositos aluvionales	Volcanico Calipuy
Depósitos antropicos	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Depositos fluviales	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Depositos aluviales	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Depositos aluvionales	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Volcanico Calipuy	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	<b>1.79</b>	<b>4.68</b>	<b>9.53</b>	<b>16.33</b>	<b>25.00</b>
<b>1/SUMA</b>	<b>0.56</b>	<b>0.21</b>	<b>0.10</b>	<b>0.06</b>	<b>0.04</b>

**Tabla 26. Matriz de normalización de "Geología"**

GEOLOGIA	Depósitos antropicos	Depositos fluviales	Depositos aluviales	Depositos aluvionales	Volcanico Calipuy	Vector Priorizacion
Depósitos antropicos	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
Depositos fluviales	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
Depositos aluviales	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
Depositos aluvionales	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
Volcanico Calipuy	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

**Tabla 27. Índice de consistencia de "Geología"**

IC	0.061
RC	0.054

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

### 3.5 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

#### 3.5.1 Mapa de elementos expuestos

Para el área de estudio (I.E. N°86016 Pedro Pablo Atusparia), se ha tomado como referencia la cartografía general de la evaluación del riesgo por aluvión en la ciudad de Huaraz (2021) del INAIGEM, que sitúa a la I.E. cerca del cono aluviónico del río Quillcay, zona que concentra la mayor cantidad de elementos expuestos (población, viviendas, infraestructura pública, comercio). La IE es una edificación esencial que requiere protección máxima, pues su colapso implicaría una pérdida irreparable de capital social y físico.

**Tabla 28. Población beneficiaria de la I.E. Pedro Pablo Atusparia**

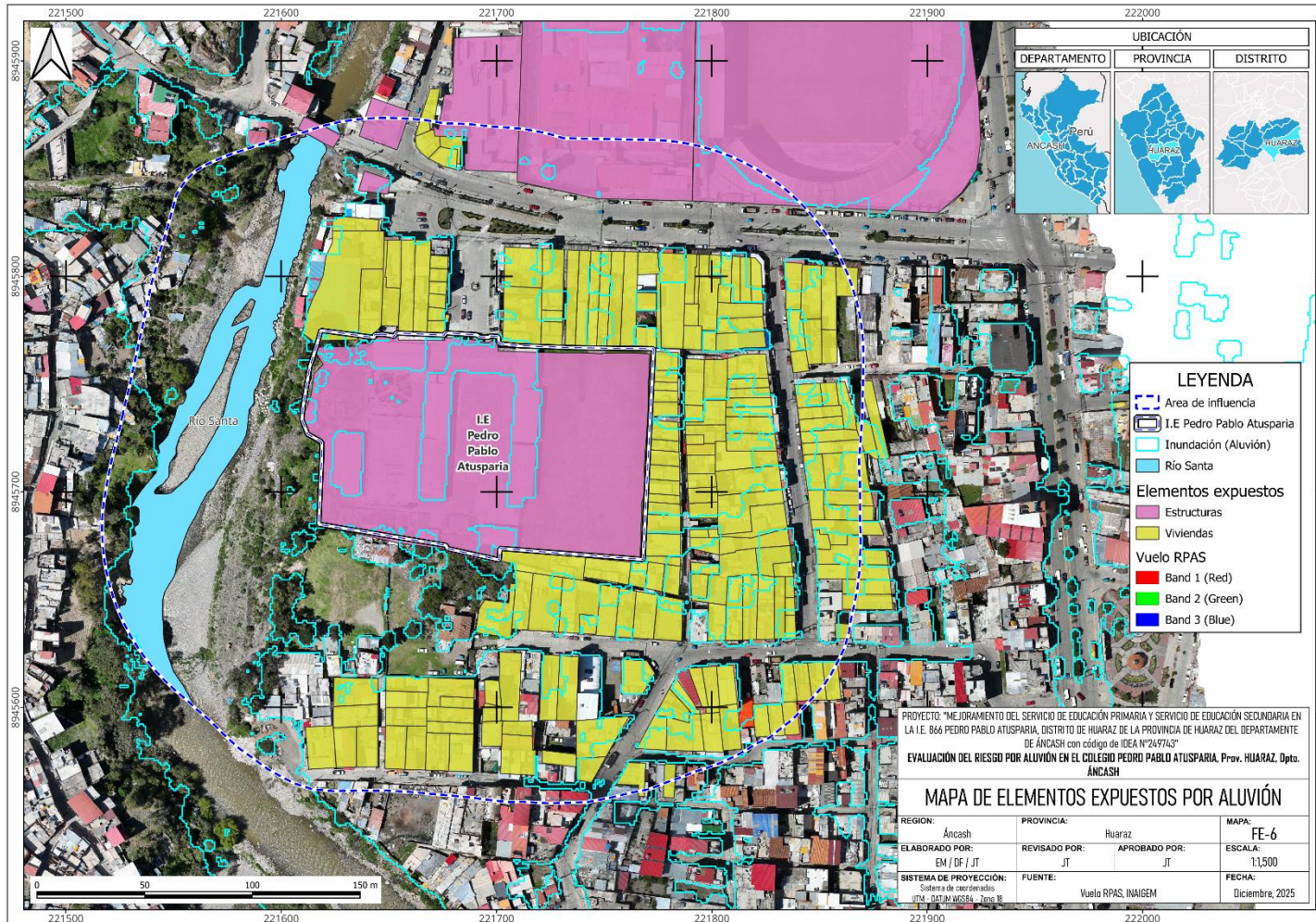
Tipo de Población	Cantidad	Observaciones
Estudiantes	1389	Primaria y secundaria
Profesores y Auxiliares	77	
Administrativos	17	

**Tabla 29. Cuadro de cuantificación de los elementos expuestos ante el peligro por aluvión**

Dimensión	Elementos Expuestos	Cantidad	Observaciones
Social	Población	877 habitantes	Sin considerar 30 viviendas no censadas
Económica	Población Económicamente Activa (PEA)	682 habitantes	Datos estimaciones en base a la encuesta
Física	Viviendas	220 unidades	
	Estructuras	7 unidades	Incluida la IE Pedro Pablo Atusparia
Ambiental	Red de alcantarillado y servicios públicos	220 unidades	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 27. Mapa de elementos expuestos



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

### **3.6 DEFINICIÓN DEL ESCENARIO**

El escenario del riesgo se inicia en la parte alta de la subcuenca Quillcay desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha. Para determinar el volumen de desembalse de dichas lagunas de origen glaciar, se ha tenido en cuenta los volúmenes de masas glaciares desprendidos en un escenario critico las cuales son 1.8 Mm<sup>3</sup> para la laguna Palcacocha y 2.1 Mm<sup>3</sup> para la laguna Tullpacocha (INAIGEM, 2020), cuyo impacto de estas masas glaciares genera olas de impulso que rebasan y erosionan los diques naturales; en consecuencia se liberan 12 Mm<sup>3</sup> para el caso de la Laguna Palcacocha y 12.47 Mm<sup>3</sup> para el caso de la laguna de Tullpacocha. Esta cadena de procesos es propia de fenómenos originados en las lagunas de origen glaciar, las cuales se originan primero por avalancha de hielo, roca y/o ambos a la vez estas generan ondas de impulso las cuales erosionan el dique natural de la laguna que desencadenan en un aluvión que fluye aguas debajo de la quebrada arrastrando los materiales que encuentra en su camino.

Este desembalse de las lagunas genera un aluvión que fluye aguas abajo de la quebrada de Cojup en el caso de la laguna Palcacocha y aguas debajo de la quebrada de Quillcayhuanca para el caso de la laguna de Tullpacocha, estos flujos se encuentran o confluyen en la intersección de los ríos Paria y Auqui distribuyéndose de acuerdo a la topografía de la ciudad de Huaraz, cuya altura de flujo del aluvión llega alcanzar a la I.E. Pedro Pablo Atusparia.

### **3.7 ESTRATIFICACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN**

#### **3.7.1 Resumen del cálculo de los niveles de peligrosidad**

A continuación, se tiene los cuadros resúmenes de donde se obtuvo los valores del nivel del peligro por aluvión aplicado al I.E. Pedro Pablo Atusparia.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Tabla 30. Resumen de las ponderaciones del Parámetro y Descriptor de los Factores Condicionantes**

FACTORES CONDICIONANTES											
GEOMORFOLOGIA			PENDIENTE			GEOTECNIA			GEOLOGIA		
Descriptor	PP	PD	Descriptor	PP	PD	Descriptor	PP	PD	Descriptor	PP	PD
Superficie antrópica	0.441	0.503	Muy Baja (<5°)	0.329	0.503	Unidad Geotécnica S-V	0.155	0.503	Depósitos antropicos	0.075	0.503
cauce fluvial	0.441	0.260	Baja (15° - 5°)	0.329	0.260	Unidad Geotécnica S-IV	0.155	0.260	Depositos fluviales	0.075	0.260
Terraza aluvial	0.441	0.134	Moderada (25° - 15°)	0.329	0.134	Unidad Geotécnica S-III	0.155	0.134	Depositos aluviales	0.075	0.134
Terraza aluvional	0.441	0.068	Alta (45° - 25°)	0.329	0.068	Unidad Geotécnica S-II	0.155	0.068	Depositos aluvionales	0.075	0.068
Superficie volcánica	0.441	0.035	Muy alta (>45°)	0.329	0.035	Unidad Geotécnica R-III	0.155	0.035	Volcanico Calipuy	0.075	0.035

Nota: PP=Ponderación Parámetro; PD=Ponderación Descriptor

**Tabla 31. Resumen de las ponderaciones del Parámetro y Descriptor del Factor Desencadenante**

FACTOR DESENCADENANTE		
VOLUMEN DE DESEMBALSE		
Descriptor	PP	PD
TIPO V	1	0.503
TIPO IV	1	0.260
TIPO III	1	0.134
TIPO III	1	0.068
TIPO I	1	0.035

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**Tabla 32. Resumen de las ponderaciones del Parámetro y Descriptor del Factor Desencadenante y la Susceptibilidad**

VALOR FACTOR CONDICIONANTE	VALOR FACTOR DESENCADENANTE	SUSCEPTIBILIDAD
V FC 0.5	V FD 0.5	V SUSCEP 0.5
0.502819496	0.502819496	<b>0.502819496</b>
0.260231588	0.260231588	<b>0.260231588</b>
0.134350441	0.134350441	<b>0.134350441</b>
0.067777667	0.067777667	<b>0.067777667</b>
0.034820809	0.034820809	<b>0.034820809</b>

**Tabla 33. Resumen de las ponderaciones del Parámetro de Evaluación y los valores del Peligro**

PARAMETRO DE EVALUACIÓN			VALOR DE PELIGRO
PRESION DE IMPACTO			VP
PP	PD	0.5	
1	0.503	<b>0.502819496</b>	<b>0.502819496</b>
1	0.260	<b>0.260231588</b>	<b>0.260231588</b>
1	0.134	<b>0.134350441</b>	<b>0.134350441</b>
1	0.068	<b>0.067777667</b>	<b>0.067777667</b>
1	0.035	<b>0.034820809</b>	<b>0.034820809</b>

**3.7.2 Estratificación de los niveles del peligro por aluvión**

Para fines de la evaluación del peligro, las zonas del peligro se han estratificado en cuatro niveles: BAJO, MEDIO, ALTO Y MUY ALTO; cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación.

**Tabla 34. Estratificación del nivel de peligrosidad por aluvión.**

<b>NIVEL DE PELIGRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RANGO</b>
<b>MUY ALTO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto mayor a 250 kPa, sobre una superficie antrópica y de pendiente muy baja (menor a 5°), con suelos identificados como unidad geotécnica UG-SV y geológicamente corresponde depósitos antrópicos.	<b>0.260 ≤ P ≤ 0.503</b>
<b>ALTO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto mayor o igual a 200 kPa y menor de 250 kPa, sobre cauce fluvial y de pendiente baja (mayor a 5° y menor a 15°), con suelos identificados como unidad geotécnica UG-SIV y geológicamente corresponde a depósitos fluviales.	<b>0.134 ≤ P &lt; 0.260</b>
<b>MEDIO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto mayor o igual a 100 kPa y menor de 200 kPa, sobre terraza aluvial y de pendiente media (mayor a 15° y menor a 25°), con suelos identificados como unidad geotécnica UG-SIII y geológicamente corresponde a depósitos aluviales.	<b>0.068 ≤ P &lt; 0.134</b>
<b>BAJO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto menor a 100 kPa, sobre terraza aluvional y de pendiente alta (mayor a 25° y menor a 45°), con suelos como unidad geotécnica UG-SII y geológicamente corresponde a depósitos aluvionales.	<b>0.035 ≤ P &lt; 0.068</b>

### 3.8 NIVELES DE PELIGRO

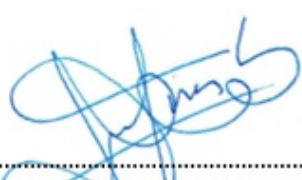
**Tabla 35. Niveles de peligrosidad por aluvión.**

<b>MUY ALTO</b>	0.260	<= P <=	0.503
<b>ALTO</b>	0.134	<= P <	0.260
<b>MEDIO</b>	0.068	<= P <	0.134
<b>BAJO</b>	0.035	<= P <	0.068

### 3.9 MAPA DE PELIGRO

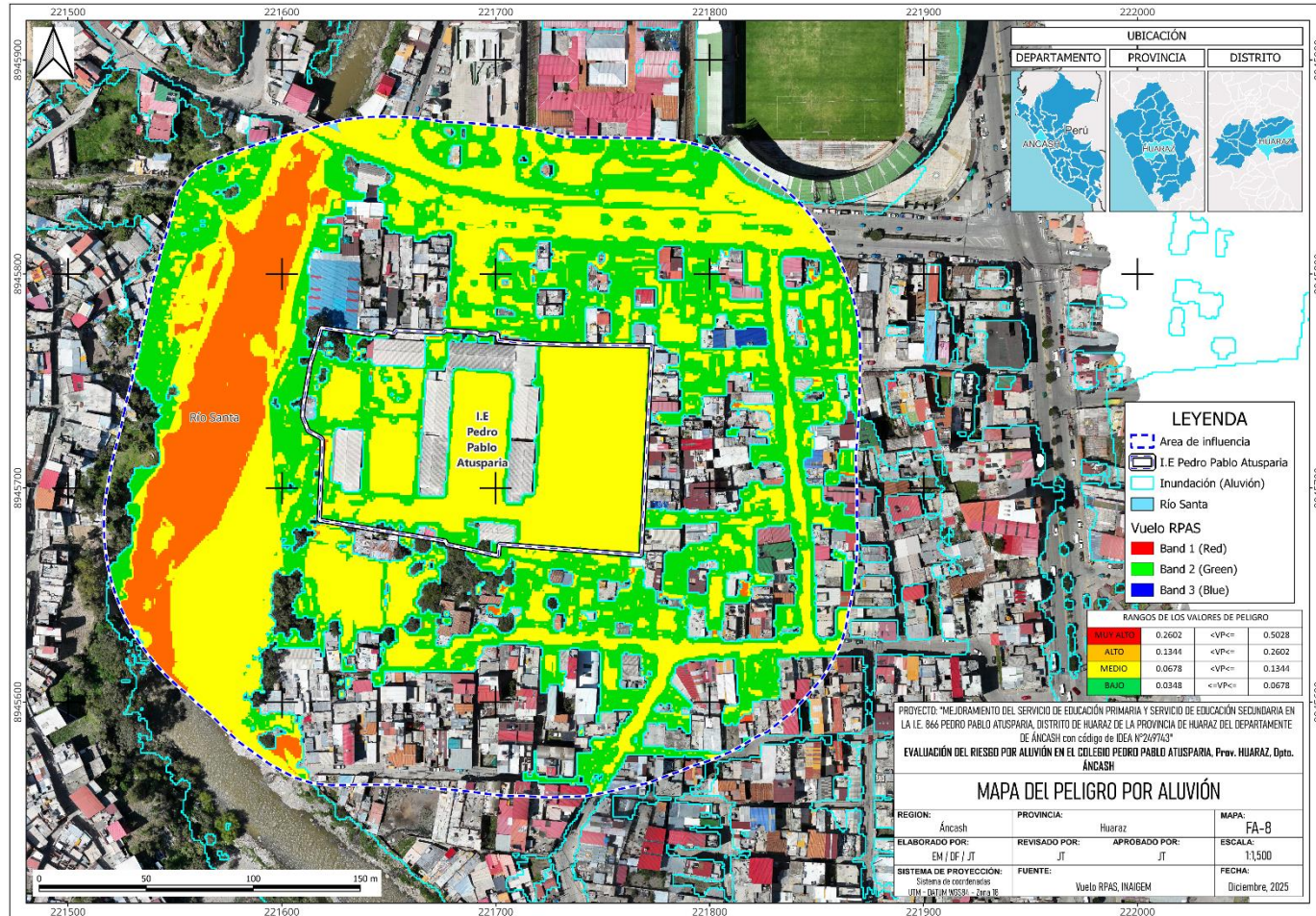
A continuación, se tiene el mapa de peligros por aluvión.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
 CIP N°132438

  
 .....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 28. Mapa del peligro por aluvión



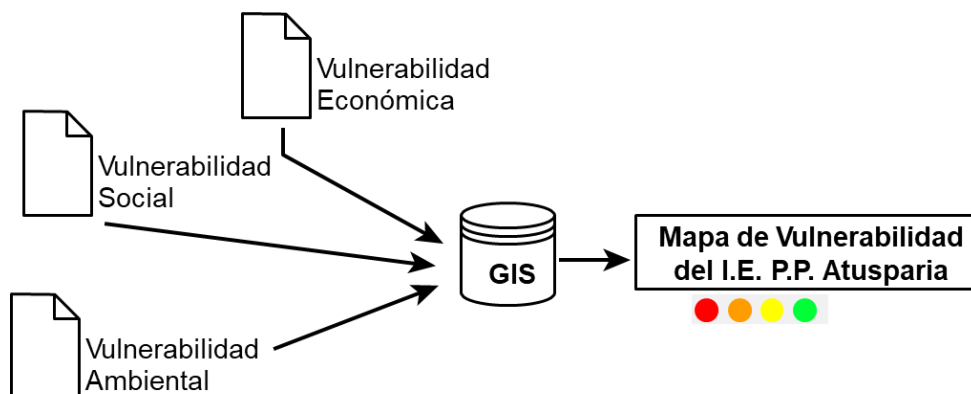
Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## 4 CAPITULO IV: ANALISIS DE VULNERABILIDAD

### 4.1 METODOLOGÍA DE LA VULNERABILIDAD

**Figura 29. Metodología para el mapa de la vulnerabilidad por aluvión.**



La evaluación del riesgo por aluvión requiere un análisis de vulnerabilidad basado en los factores de Exposición, Fragilidad y Resiliencia para las dimensiones social, económica y ambiental, siendo el área de estudio (Unidad Productora, UP) y objeto de estudio es la I.E. N°86016 Pedro Pablo Atusparia; sin embargo, se describe los elementos expuestos dentro de su área de influencia inmediata, delimitada a 100 metros a la redonda aproximadamente.

El área de influencia donde se ubica la I.E. Pedro Pablo Atusparia, corresponden a población, viviendas e infraestructura como el Estadio Rosas pampa, Penal de Huaraz, Camal Municipal, Puente Calicanto, Comisaria y una Capilla San Jerónimo).

**Tabla 36. Componentes de la Vulnerabilidad**

	<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>
<b>Social</b>	Servicio educativo expuesto	Estado de conservación	Capacitación en GRD
		Antigüedad	
<b>Económica</b>	Ubicación respecto al Aluvión	Niveles de construcción	Sistemas de protección ante aluviones
		Material predominante en paredes	Seguro ante desastres
<b>Ambiental</b>	Distancia a quebradas y/o ríos	Estabilidad del suelo	Manejo y disposición de residuos sólidos
			Manejo y disposición de aguas residuales

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**4.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD**

**4.2.1 Vulnerabilidad en dimensión social**

La vulnerabilidad social es la susceptibilidad de la población a sufrir daños, influenciada por la Fragilidad Social (resistencia del grupo) y la Resiliencia Social (capacidad de recuperación y adaptación).

**Tabla 37. Comparación de pares para "Dimensión Social".**

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
<b>SUMA</b>	<b>1.83</b>	<b>3.50</b>	<b>6.00</b>
<b>1/SUMA</b>	<b>0.55</b>	<b>0.29</b>	<b>0.17</b>

**Tabla 38. Matriz de normalización para "Dimensión Social".**

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	<b>0.539</b>
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	<b>0.297</b>
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	<b>0.164</b>

**Tabla 39. Índice de consistencia para "Dimensión Social".**

IC	0.0046
RC	<b>0.0088</b>

**4.2.1.1 Exposición social**

La exposición social se refiere a la población susceptible de ser afectada por el peligro de aluvión. La IE 86016 Atusparia está ubicada en una zona de Peligro Alto/Muy Alto. La comunidad educativa está directamente expuesta, con una población total expuesta en el área de estudio es 877 habitantes.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

4.2.1.1.1 Servicio educativo expuesto

**Tabla 40. Comparación de pares para "Servicio educativo expuesto".**

SERVICIO EDUCATIVO EXPUESTO	>75% del servicio educativo expuesto	≤75% y >50% del servicio educativo	≤50% y >25% del servicio educativo	≤25% y >10% del servicio educativo	≤10% del servicio educativo expuesto
>75% del servicio educativo expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
≤75% y >50% del servicio educativo expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
≤50% y >25% del servicio educativo expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
≤25% y >10% del servicio educativo expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
≤10% del servicio educativo expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

**Tabla 41. Matriz de normalización para "Servicio educativo expuesto".**

SERVICIO EDUCATIVO EXPUESTO	>75% del servicio educativo expuesto	≤75% y >50% del servicio educativo	≤50% y >25% del servicio educativo	≤25% y >10% del servicio educativo	≤10% del servicio educativo expuesto	Vector Priorizacion
>75% del servicio educativo expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
≤75% y >50% del servicio educativo expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
≤50% y >25% del servicio educativo expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
≤25% y >10% del servicio educativo expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
≤10% del servicio educativo expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>


**Tabla 42. Índice de consistencia para "Servicio educativo expuesto".**

IC	0.061
RC	<b>0.05</b>

4.2.1.2 Fragilidad social

La Fragilidad Social se mide por factores como el estado de conservación y la antigüedad.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
 CIP N°132438

  
 .....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

4.2.1.2.1 Estado de conservación

**Tabla 43. Comparación de pares para "Estado de conservación".**

ESTADO DE CONSERVACION	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Malo	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Muy bueno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.73	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

**Tabla 44. Matriz de normalización para "Estado de conservación".**

ESTADO DE CONSERVACION	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorizacion
Muy malo	0.544	0.635	0.469	0.429	0.360	0.487
Malo	0.181	0.212	0.352	0.306	0.280	0.266
Regular	0.136	0.071	0.117	0.184	0.200	0.141
Bueno	0.078	0.053	0.039	0.061	0.120	0.070
Muy bueno	0.060	0.030	0.023	0.020	0.040	0.035

**Tabla 45. Índice de consistencia para "Estado de conservación".**

IC	0.064
RC	0.06

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**4.2.1.2.2 Antigüedad**

**Tabla 46. Comparación de pares para "Antigüedad".**

ANTIGÜEDAD	Mayor a 40 años	Entre 20 y 40 años	Entre 10 y 20 años	Entre 5 y 10 años	Menor a 5 años
Mayor a 40 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
20 y 40 años	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
10 y 20 años	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
5 y 10 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 5 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

**Tabla 47. Matriz de normalización para "Antigüedad".**

ANTIGÜEDAD	Mayor a 40 años	Entre 20 y 40 años	Entre 10 y 20 años	Entre 5 y 10 años	Menor a 5 años	Vector Priorizacion
Mayor a 40 años	0.560	0.619	0.586	0.429	0.360	0.511
20 y 40 años	0.187	0.206	0.234	0.306	0.280	0.243
10 y 20 años	0.112	0.103	0.117	0.184	0.200	0.143
5 y 10 años	0.080	0.041	0.039	0.061	0.120	0.068
Menor a 5 años	0.062	0.029	0.023	0.020	0.040	0.035

**Tabla 48. Índice de consistencia para "Antigüedad".**

IC	0.047
RC	0.04

**4.2.1.3 Resiliencia social**

La Resiliencia Social se evalúa por la capacidad de la comunidad para prepararse y responder ante un desastre.

**4.2.1.3.2 Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres (GRD)**

Tener conocimiento sobre entrenamiento o capacitación sobre la ocurrencia de aluviones en la GRD.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 49. Comparación de pares para "Capacitación en GRD".**

CAPACITACION EN GRD	Sin capacitación sobre GRD	Capacitación básica sobre GRD	Capacitación regular sobre GRD	Buena capacitación sobre GRD	Capacitación constante sobre GRD
Sin capacitación sobre GRD	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Capacitación básica sobre GRD	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Capacitación regular sobre GRD	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Buena capacitación sobre GRD	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Capacitación constante sobre GRD	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
<b>1/SUMA</b>	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

**Tabla 50. Matriz de normalización para "Capacitación en GRD".**

CAPACITACION EN GRD	Sin capacitación sobre GRD	Capacitación básica sobre GRD	Capacitación regular sobre GRD	Buena capacitación sobre GRD	Capacitación constante sobre GRD	Vector Priorizacion
Sin capacitación sobre GRD	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	<b>0.487</b>
Capacitación básica sobre GRD	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	<b>0.272</b>
Capacitación regular sobre GRD	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	<b>0.137</b>
Buena capacitación sobre GRD	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	<b>0.066</b>
Capacitación constante sobre GRD	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	<b>0.038</b>

**Tabla 51. Índice de consistencia para "Capacitación en GRD".**

<b>IC</b>	0.021
<b>RC</b>	<b>0.02</b>

#### 4.2.4 Vulnerabilidad en dimensión económica

La dimensión económica evalúa la capacidad de los elementos expuestos para recuperarse económicamente después de un evento.

**Tabla 52. Comparación de pares para "Dimensión Económica".**

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resilencia
Exposición	1.00	3.00	4.00
Fragilidad	0.33	1.00	2.00
Resilencia	0.25	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.58	4.50	7.00
<b>1/SUMA</b>	0.63	0.22	0.14

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 53. Matriz de normalización para "Dimensión Económica".**

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.632	0.667	0.571	<b>0.623</b>
Fragilidad	0.211	0.222	0.286	<b>0.239</b>
Resiliencia	0.158	0.111	0.143	<b>0.137</b>

**Tabla 54. Índice de consistencia para "Dimensión Económica".**

IC	0.009
RC	<b>0.017</b>

**4.2.4.1 Exposición económica**

**4.2.4.1.1 Ubicación respecto al aluvión**

**Tabla 55. Comparación de pares para Ubicación respecto al aluvión.**

UBICACIÓN RESPECTO AL ALUVIÓN	En zona directa al flujo de detritos principal	En zona de influencia alta	En zona de influencia media	En zona de influencia baja	Fuera de la zona de influencia
En zona directa al flujo de detritos principal	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
En zona de influencia alta	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
En zona de influencia media	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
En zona de influencia baja	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Fuera de la zona de influencia	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

**Tabla 56. Matriz de normalización para Ubicación respecto al aluvión.**

UBICACIÓN RESPECTO AL ALUVIÓN	En zona directa al flujo de detritos principal	En zona de influencia alta	En zona de influencia media	En zona de influencia baja	Fuera de la zona de influencia	Vector Priorización
En zona directa al flujo de detritos principal	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	<b>0.505</b>
En zona de influencia alta	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	<b>0.262</b>
En zona de influencia media	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	<b>0.136</b>
En zona de influencia baja	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	<b>0.060</b>
Fuera de la zona de influencia	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	<b>0.037</b>

**Tabla 57. Índice de consistencia para Ubicación respecto al aluvión.**

IC	0.047
RC	<b>0.04</b>

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**4.2.4.2 Fragilidad económica**

La Fragilidad económica está determinada por el nivel de pisos construidos y el material predominante en paredes de las construcciones.

**4.2.4.2.1 Niveles de construcción**

**Tabla 58. Comparación de pares para Niveles de construcción.**

NIVELES DE CONSTRUCCIÓN	Primer piso a desnivel	Primer piso	Dos pisos	Tres pisos	Mayor a tres pisos
Primer piso a desnivel	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00
Primer piso	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Dos pisos	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Tres pisos	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Mayor a tres pisos	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.86	4.75	8.53	15.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

**Tabla 59. Matriz de normalización para Niveles de construcción.**

NIVELES DE CONSTRUCCIÓN	Primer piso a desnivel	Primer piso	Dos pisos	Tres pisos	Mayor a tres pisos	Vector Priorización
Primer piso a desnivel	0.537	0.632	0.469	0.391	0.360	<b>0.478</b>
Primer piso	0.179	0.211	0.352	0.326	0.280	<b>0.269</b>
Dos pisos	0.134	0.070	0.117	0.196	0.200	<b>0.143</b>
Tres pisos	0.090	0.053	0.039	0.065	0.120	<b>0.073</b>
Mayor a tres pisos	0.060	0.035	0.023	0.022	0.040	<b>0.036</b>

**Tabla 60. Índice de consistencia para Niveles de construcción.**

<b>IC</b>	<b>0.075</b>
<b>RC</b>	<b>0.07</b>

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**4.2.4.2.2 Material predominante en paredes**

**Tabla 61. Comparación de pares para Material predominante en paredes.**

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES	Estera/calamina/triplay	Madera/planchas metálicas	Adobe/tapial/piedra sin refuerzo	Ladrillo con columnas de concreto	Muros de concreto armado sismorresistente
Estera/calamina/triplay	1.00	2.00	5.00	6.00	9.00
Madera/planchas metálicas	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Adobe/tapial/piedra sin refuerzo	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Ladrillo con columnas de concreto	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Muros de concreto armado sismorresistente	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.98	3.87	8.53	15.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.51	0.26	0.12	0.07	0.04

**Tabla 62. Matriz de normalización para Material predominante en paredes.**

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES	Estera/calamina/triplay	Madera/planchas metálicas	Adobe/tapial/piedra sin refuerzo	Ladrillo con columnas de concreto	Muros de concreto armado sismorresistente	Vector Priorización
Estera/calamina/triplay	0.506	0.517	0.586	0.391	0.360	<b>0.472</b>
Madera/planchas metálicas	0.253	0.259	0.234	0.326	0.280	<b>0.270</b>
Adobe/tapial/piedra sin refuerzo	0.101	0.129	0.117	0.196	0.200	<b>0.149</b>
Ladrillo con columnas de concreto	0.084	0.052	0.039	0.065	0.120	<b>0.072</b>
Muros de concreto armado sismorresistente	0.056	0.043	0.023	0.022	0.040	<b>0.037</b>

**Tabla 63. Índice de consistencia para Material predominante en paredes.**

<b>IC</b>	<b>0.047</b>
<b>RC</b>	<b>0.04</b>

**4.2.4.3 Resiliencia económica**

Se relaciona con la presencia de sistema de protección ante los peligros y la tenencia de algún seguro de las viviendas y/o inmuebles ante desastres.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

4.2.4.3.1 Sistemas de protección ante aluvión

**Tabla 64. Comparación de pares para Sistemas de protección.**

SISTEMAS DE PROTECCION ANTE ALUVION	No tiene sistemas de proteccion	Sistemas basicos severamente deteriorados	Sistemas basicos que necesitan mantenimiento	Sistemas regulares en buen estado	Sistemas completos y buen mantenimiento
No tiene sistemas de proteccion	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Sistemas basicos severamente deteriorados	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Sistemas basicos que necesitan mantenimiento	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Sistemas regulares en buen estado	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Sistemas completos y buen mantenimiento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.06	0.04

**Tabla 65. Matriz de normalización para Sistemas de protección.**

SISTEMAS DE PROTECCION ANTE ALUVION	No tiene sistemas de proteccion	Sistemas basicos severamente deteriorados	Sistemas basicos que necesitan mantenimiento	Sistemas regulares en buen estado	Sistemas completos y buen mantenimiento	Vector Priorizacion
No tiene sistemas de proteccion	0.512	0.520	0.586	0.429	0.360	0.481
Sistemas basicos severamente deteriorados	0.256	0.260	0.234	0.306	0.280	0.267
Sistemas basicos que necesitan mantenimiento	0.102	0.130	0.117	0.184	0.200	0.147
Sistemas regulares en buen estado	0.073	0.052	0.039	0.061	0.120	0.069
Sistemas completos y buen mantenimiento	0.057	0.037	0.023	0.020	0.040	0.036

**Tabla 66. Índice de consistencia para Sistemas de protección.**

IC	0.036
RC	0.0326

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

4.2.4.3.2 Seguro ante desastres

Tabla 67. Comparación de pares para Seguro ante desastres.

SEGURO ANTE DESASTRES	Ningun tipo de seguro	Un tipo de seguro contra desastres	Dos tipos de seguros contra desastres	Tres o cuatro tipos de seguros de personas, muebles y/o inmuebles	Mas de cinco tipos de seguros de personas, muebles o
Ningun tipo de seguro	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
Un tipo de seguro contra desastres	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Dos tipos de seguros contra desastres	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Tres o cuatro tipos de seguros de personas, muebles y/o inmuebles contras desastres	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
Mas de cinco tipos de seguros de personas, muebles o inmuebles contra desastres	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	2.12	3.95	7.75	12.33	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.47	0.25	0.13	0.08	0.05

Tabla 68. Matriz de normalización para Seguro ante desastres.

SEGURO ANTE DESASTRES	Ningun tipo de seguro	Un tipo de seguro contra desastres	Dos tipos de seguros contra desastres	Tres o cuatro tipos de seguros de personas, muebles y/o inmuebles	Mas de cinco tipos de seguros de personas, muebles o	Vector Priorizacion
Ningun tipo de seguro	0.472	0.506	0.516	0.405	0.300	0.440
Un tipo de seguro contra desastres	0.236	0.253	0.258	0.324	0.300	0.274
Dos tipos de seguros contra desastres	0.118	0.127	0.129	0.162	0.200	0.147
Tres o cuatro tipos de seguros de personas, muebles y/o inmuebles contras desastres	0.094	0.063	0.065	0.081	0.150	0.091
Mas de cinco tipos de seguros de personas, muebles o inmuebles contra desastres	0.079	0.051	0.032	0.027	0.050	0.048

Tabla 69. Índice de consistencia para Seguro ante desastres.

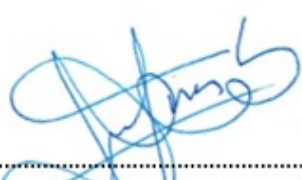
IC	0.043
RC	0.04

4.2.3 Vulnerabilidad en dimensión ambiental

La dimensión ambiental realiza el análisis de los elementos expuestos que pueden ser afectados ante un evento.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
CIP N°132438

86

  
 .....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 70. Comparación de pares para "Dimensión Ambiental".**

Dimensión Ambiental	Exposición	Fragilidad	Resilencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resilencia	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.83	3.50	6.00
<b>1/SUMA</b>	0.55	0.29	0.17

**Tabla 71. Matriz de normalización para "Dimensión Ambiental".**

Dimensión Ambiental	Exposición	Fragilidad	Resilencia	Vector Priorizacion
Exposición	0.545	0.571	0.500	<b>0.539</b>
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	<b>0.297</b>
Resilencia	0.182	0.143	0.167	<b>0.164</b>

**Tabla 72. Índice de consistencia para "Dimensión Ambiental".**

IC	0.005
RC	<b>0.009</b>

#### 4.2.3.1 Exposición ambiental

La exposición ambiental se centra en la cercanía a fuentes de agua (Río Santa) y la infraestructura de servicios públicos (redes de alcantarillado). La Unidad Productora está expuesta, debido a su relación con la faja marginal. Esta parte de la ciudad tiene redes de alcantarillado y servicio público.

##### 4.2.3.1.1 Distancia a quebradas o ríos

**Tabla 73. Comparación de pares para "Distancia a quebradas o ríos".**

DISTANCIA A QUEBRADAS Y/O RIOS	Menor a 5 m.	De 5 a 15 m.	De 15 a 30 m.	De 30 a 60 m.	Mayor a 60 m.
Menor a 5 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 5 a 15 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 15 a 30 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 30 a 60 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 60 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 74. Matriz de normalización para "Distancia a quebradas o ríos".**

DISTANCIA A QUEBRADAS Y/O RIOS	Menor a 5 m.	De 5 a 15 m.	De 15 a 30 m.	De 30 a 60 m.	Mayor a 60 m.	Vector Priorizacion
Menor a 5 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
De 5 a 15 m.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
De 15 a 30 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
De 30 a 60 m.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
Mayor a 60 m.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

**Tabla 75. Índice de consistencia para "Distancia a quebradas o ríos".**

IC	0.061
RC	<b>0.05</b>

#### 4.2.3.2 Fragilidad ambiental

La Fragilidad Ambiental está determinada por la estabilidad del suelo.

##### 4.2.3.2.1 Estabilidad de suelos

**Tabla 76. Comparación de pares para "Estabilidad de suelos".**

ESTABILIDAD DEL SUELO	MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos)	INESTABLE (grietas superficiales, erosión)	REGULAR (Algunos signos de inestabilidad)	ESTABLE (sin problemas visibles)	MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso)
MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos)	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
INESTABLE (grietas superficiales, erosión)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
REGULAR (Algunos signos de inestabilidad)	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
ESTABLE (sin problemas visibles)	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.73	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

**Tabla 77. Matriz de normalización para "Estabilidad de suelos".**

ESTABILIDAD DEL SUELO	MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos)	INESTABLE (grietas superficiales, erosión)	REGULAR (Algunos signos de inestabilidad)	ESTABLE (sin problemas visibles)	MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso)	Vector Priorizacion
MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos)	0.544	0.635	0.469	0.429	0.360	<b>0.487</b>
INESTABLE (grietas superficiales, erosión)	0.181	0.212	0.352	0.306	0.280	<b>0.266</b>
REGULAR (Algunos signos de inestabilidad)	0.136	0.071	0.117	0.184	0.200	<b>0.141</b>
ESTABLE (sin problemas visibles)	0.078	0.053	0.039	0.061	0.120	<b>0.070</b>
MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso)	0.060	0.030	0.023	0.020	0.040	<b>0.035</b>

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 78. Índice de consistencia para "Estabilidad de suelos".**

IC	0.064
RC	0.06

**4.2.3.3 Resiliencia ambiental**

Esta en función al manejo y disposición de los residuos sólidos y aguas residuales.

**4.2.3.3.1 Manejo y disposición de residuos solidos**

La disposición en botaderos y la escasa segregación en la fuente se catalogan como factores de alta fragilidad. Estos residuos se convierten en material de arrastre durante un aluvión, amplificando el peligro.

**Tabla 79. Comparación de pares para "Manejo y disposición de residuos sólidos".**

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Botadero informal / quema)	MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	BUENO (Recolección formal por semana)	MUY BUENO (Recolección formal a diario)
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
MALO (Botadero informal / quema)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
BUENO (Recolección formal por semana)	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
MUY BUENO (Recolección formal a diario)	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

**Tabla 80. Matriz de normalización para "Manejo y disposición de residuos sólidos".**

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Botadero informal / quema)	MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	BUENO (Recolección formal por semana)	MUY BUENO (Recolección formal a diario)	Vector Priorización
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	0.560	0.642	0.515	0.452	0.375	0.509
MALO (Botadero informal / quema)	0.187	0.214	0.309	0.323	0.292	0.265
MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	0.112	0.071	0.103	0.129	0.208	0.125
BUENO (Recolección formal por semana)	0.080	0.043	0.052	0.065	0.083	0.064
MUY BUENO (Recolección formal a diario)	0.062	0.031	0.021	0.032	0.042	0.037

**Tabla 81. Índice de consistencia para "Manejo y disposición de residuos sólidos".**

IC	0.042
RC	0.0373

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

4.2.3.3.2 Manejo y disposición de aguas residuales

La falta de desagüe o disposición en ríos/acequias se asocia a la resiliencia.

**Tabla 82. Comparación de pares para "Manejo y disposición de aguas residuales".**

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Pozo ciego / Letrina)	MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	BUENO (Alcantarillado publico sin tratamiento )	MUY BUENO (Alcantarillado publico con tratamiento)
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
MALO (Pozo ciego / Letrina)	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
BUENO (Alcantarillado publico sin tratamiento )	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
MUY BUENO (Alcantarillado publico con tratamiento)	0.17	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.12	3.95	7.75	12.50	19.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.13	0.08	0.05

**Tabla 83. Matriz de normalización para "Manejo y disposición de aguas residuales".**

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Pozo ciego / Letrina)	MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	BUENO (Alcantarillado publico sin tratamiento )	MUY BUENO (Alcantarillado publico con tratamiento)	Vector Priorizacion
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	0.472	0.506	0.516	0.400	0.316	0.442
MALO (Pozo ciego / Letrina)	0.236	0.253	0.258	0.320	0.316	0.277
MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	0.118	0.127	0.129	0.160	0.211	0.149
BUENO (Alcantarillado publico sin tratamiento )	0.094	0.063	0.065	0.080	0.105	0.082
MUY BUENO (Alcantarillado publico con tratamiento)	0.079	0.051	0.032	0.040	0.053	0.051

**Tabla 84. Índice de consistencia para "Manejo y disposición de aguas residuales".**

IC	0.030
RC	0.03

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

### 4.3 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

#### 4.3.1 Resumen del cálculo de la vulnerabilidad

A continuación, se presenta los cuadros resúmenes del cálculo de la vulnerabilidad por aluvión, a saber:

**Tabla 85. Resumen de las ponderaciones de la Dimensión Social.**

DIMENSIÓN SOCIAL									
Exposición		Fragilidad				Resiliencia		VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
SERVICIO EDUCATIVO EXPUESTO		ESTADO DE CONSERVACION		ANTIGÜEDAD		CAPACITACION EN GRD			
Valor Exposicion Social	Peso Exposicion Social	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social		
Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR		
0.503	0.539	0.244	0.297	0.255	0.297	0.487	0.164	0.499	0.539
0.260	0.539	0.133	0.297	0.121	0.297	0.272	0.164	0.260	0.539
0.134	0.539	0.071	0.297	0.072	0.297	0.137	0.164	0.137	0.539
0.068	0.539	0.035	0.297	0.034	0.297	0.066	0.164	0.068	0.539
0.035	0.539	0.017	0.297	0.018	0.297	0.038	0.164	0.035	0.539


**Tabla 86. Resumen de las ponderaciones de la Dimensión Económica**

DIMENSIÓN ECONOMICA											
Exposición		Fragilidad				Resiliencia				VALOR DIMENSIÓN ECONOMICA	PESO DIMENSIÓN ECONOMICA
UBICACIÓN RESPECTO AL ALUVIÓN		NIVELES DE CONSTRUCCIÓN		MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES		SISTEMAS DE PROTECCION ANTE ALUVION		SEGURO ANTE DESASTRES			
Valor Exposicion Economica	Peso Exposicion Economica	Valor Fragilidad Economica	Peso Fragilidad Economica	Valor Fragilidad Economica	Peso Fragilidad Economica	Valor Resiliencia Economica	Peso Resiliencia Economica	Valor Resiliencia Economica	Peso Resiliencia Economica		
Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR		
0.505	0.623	0.239	0.239	0.236	0.239	0.241	0.137	0.220	0.137	0.492	0.297
0.262	0.623	0.135	0.239	0.135	0.239	0.134	0.137	0.137	0.137	0.265	0.297
0.136	0.623	0.072	0.239	0.074	0.239	0.073	0.137	0.074	0.137	0.140	0.297
0.060	0.623	0.037	0.239	0.036	0.239	0.035	0.137	0.045	0.137	0.066	0.297
0.037	0.623	0.018	0.239	0.018	0.239	0.018	0.137	0.024	0.137	0.038	0.297

**Tabla 87. Resumen de las ponderaciones de la Dimensión Ambiental.**

DIMENSIÓN AMBIENTAL									
Exposición		Fragilidad		Resiliencia				VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
DISTANCIA A QUEBRADAS Y/O RIOS		ESTABILIDAD DEL SUELO		MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS		MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES			
Valor Exposicion Ambiental	Peso Exposicion Ambiental	Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental	Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental	Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental		
Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR		
0.503	0.539	0.487	0.297	0.254	0.164	0.221	0.164	0.494	0.164
0.260	0.539	0.266	0.297	0.132	0.164	0.138	0.164	0.264	0.164
0.134	0.539	0.141	0.297	0.062	0.164	0.074	0.164	0.137	0.164
0.068	0.539	0.070	0.297	0.032	0.164	0.041	0.164	0.069	0.164
0.035	0.539	0.035	0.297	0.019	0.164	0.025	0.164	0.036	0.164

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
 CIP N°132438

  
 .....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

### 4.3.2 Estratificación de la vulnerabilidad

A continuación, se presenta la estratificación de la vulnerabilidad.

**Tabla 88. Estratificación del nivel de Vulnerabilidad por aluvión.**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>MUY ALTO</b>	Estructura ubicada en zona directa al aluvión, primer piso a desnivel, estado de conservación malo, material predominante en paredes de estera/calamina/triplay, no tiene ningún sistema de protección ante aluviones y no tiene algún seguro ante posibles desastres.	$0.262 \leq V \leq 0.496$
<b>ALTO</b>	Estructura ubicada en zona de influencia alta al aluvión, primer piso, estado de conservación regular, material predominante en paredes madera/planchas metálicas, sistemas básicos de protección ante aluviones severamente dañados y tiene un tipo de seguro ante posibles desastres.	$0.138 \leq V < 0.262$
<b>MEDIO</b>	Estructura ubicada en zona de influencia media al aluvión, dos pisos, estado de conservación bueno, material predominante en paredes adobe/tapial/piedra sin refuerzo, sistemas básicos de protección ante aluviones que necesitan mantenimiento y tiene dos tipos de seguro ante posibles desastres.	$0.068 \leq V < 0.138$
<b>BAJO</b>	Estructura ubicada en zona de influencia baja al aluvión, mayor a dos pisos, estado de conservación muy bueno, material predominante en paredes ladrillo con columnas de concreto, sistemas regulares de protección ante aluviones en buen estado y tiene más de dos tipos de seguro ante posibles desastres.	$0.036 \leq V < 0.068$

### 4.4 NIVELES DE VULNERABILIDAD

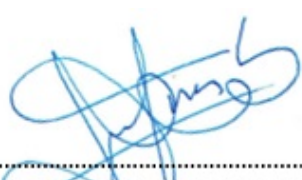
**Tabla 89. Niveles de vulnerabilidad por aluvión**

Vulnerabilidad Muy Alta	0.262	$\leq v \leq$	0.496
Vulnerabilidad Alta	0.138	$\leq v <$	0.262
Vulnerabilidad Media	0.068	$\leq v <$	0.138
Vulnerabilidad Baja	0.036	$\leq v <$	0.068

### 4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD

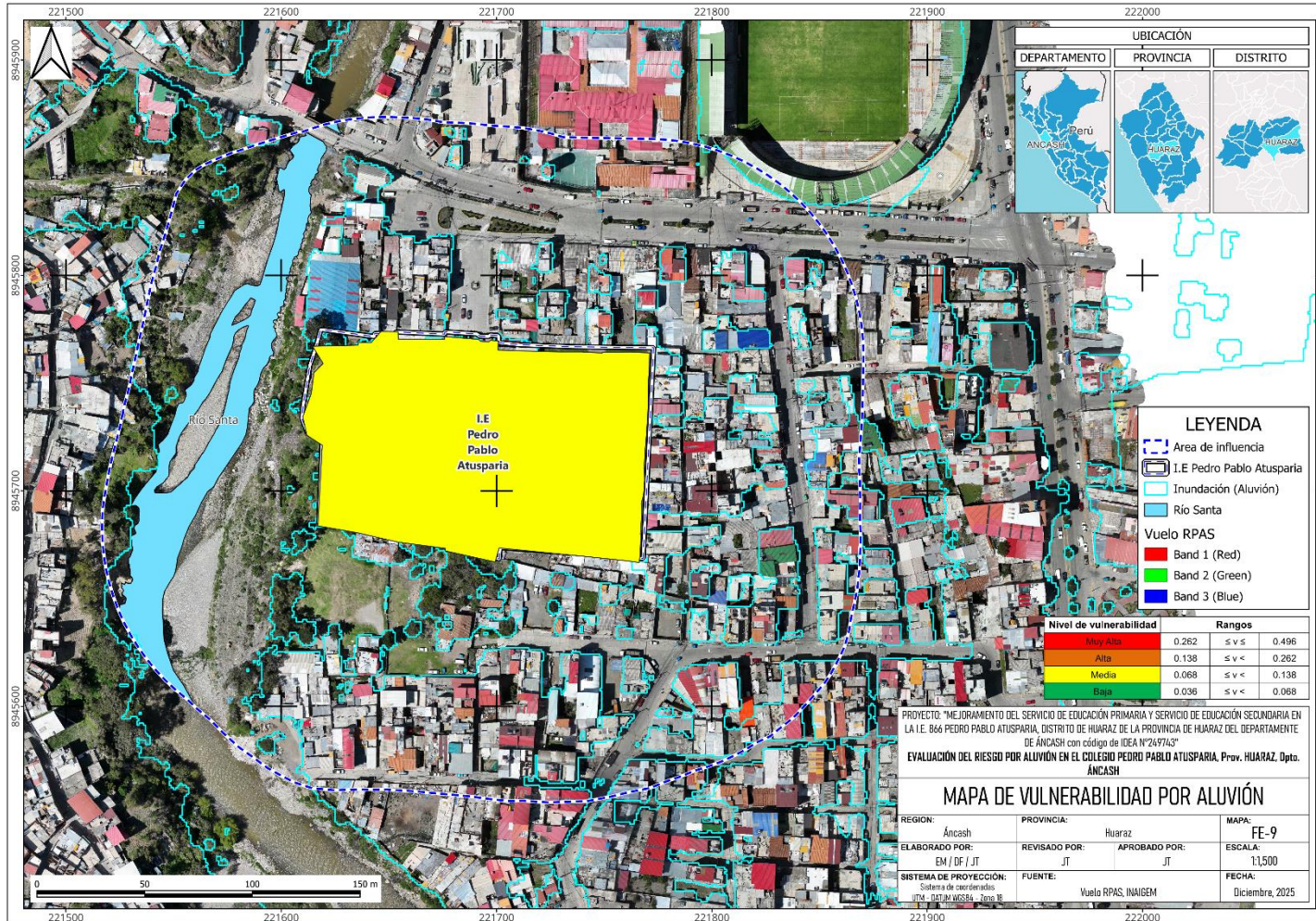
A continuación, se muestra el mapa de vulnerabilidad.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo  
 CIP N°132438

  
 .....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 30. Mapa de Vulnerabilidad por aluvión.



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## 5. CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

### 5.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO

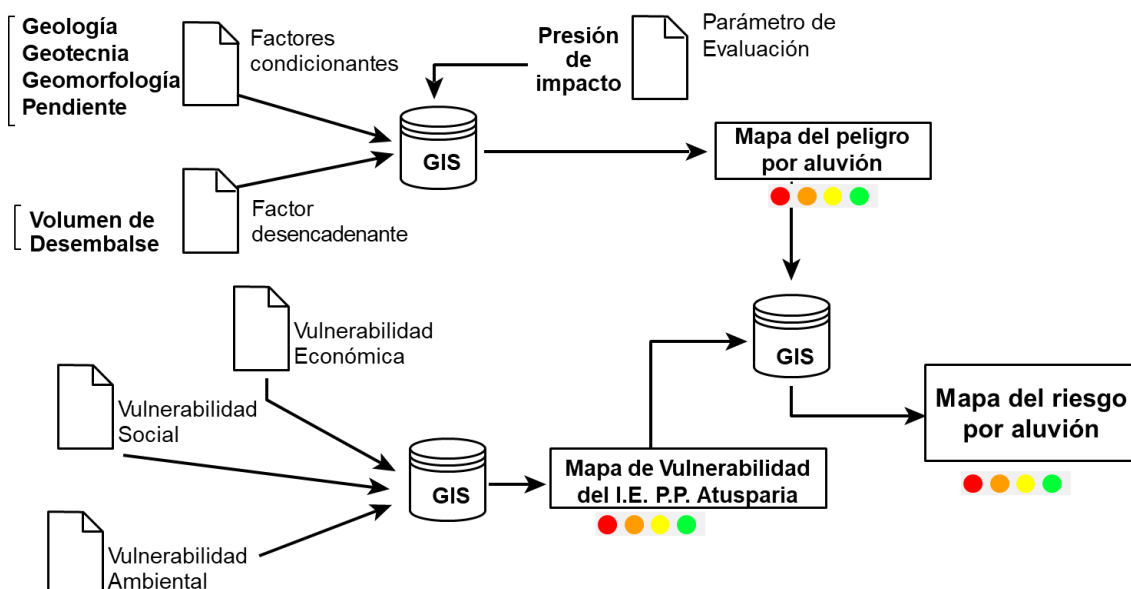
El cálculo del riesgo se realiza siguiendo la metodología establecida por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014) y adaptada en el *Estudio de evaluación del Riesgo por aluvión en la ciudad de Huaraz* (INAIGEM, 2020).

El riesgo (R) es el resultado de la relación entre el Peligro (P) y la Vulnerabilidad (V) de los elementos expuestos, determinando las posibles consecuencias sociales, económicas y ambientales:

$$\text{Riesgo (R)} = \text{Peligro (P)} \times \text{Vulnerabilidad (V)}$$

La metodología para el cálculo del riesgo por aluvión implica evaluar la peligrosidad, considerando los factores condicionantes (unidades geológicas, geomorfológicas, geotécnicas y pendiente) y el factor desencadenante (volumen de desembalse de las lagunas Palcacocha y Tullpacocha). Posteriormente, se evalúa la vulnerabilidad de los elementos expuestos (estructuras) en sus dimensiones social, económica y ambiental. Finalmente, se relaciona el peligro con la vulnerabilidad para obtener el nivel de riesgo. Dado que este proyecto es de Mejoramiento, el enfoque es Correctivo, buscando reducir el riesgo existente.

**Figura 31. Metodología para el cálculo del riesgo por aluvión.**



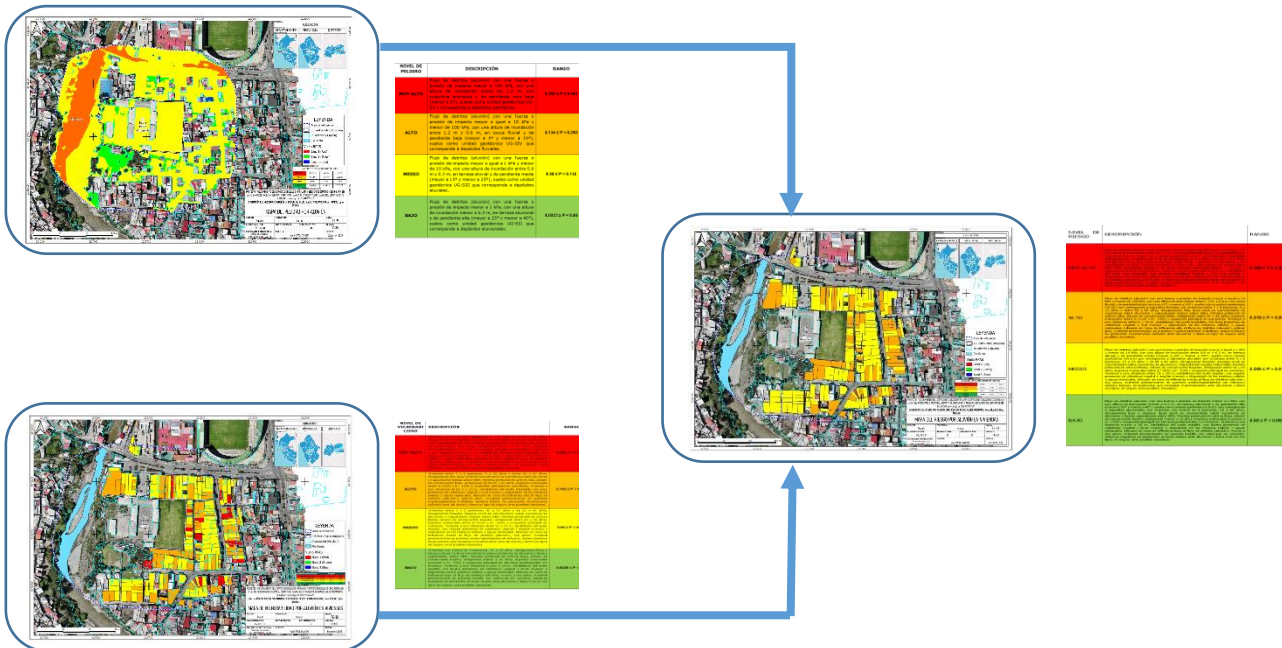
Fuente: Modificado del INAIGEM (2020)

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**5.2 NIVELES DEL RIESGO**

La determinación de los niveles del riesgo se basa en la categorización de Muy Alto, Alto, Medio y Bajo, obtenidos mediante el proceso de la tabla de doble entrada. Estos niveles se determinan para el colegio en evaluación.

**Figura 32. Flujoograma para estimación de los niveles de riesgo.**



**5.3 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO**

A continuación, se presenta la estratificación de los niveles del riesgo, a saber:

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

**Tabla 90. Estratificación del nivel de Riesgo por aluvión.**

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RANGO</b>
<b>MUY ALTO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto mayor a 250 kPa, sobre una superficie antrópica y de pendiente muy baja (menor a 5°), con suelos identificados como unidad geotécnica UG-SV y geológicamente corresponde depósitos antrópicos con estructura ubicada en zona directa al aluvión, primer piso a desnivel, material predominante en paredes de estera/calamina/triplay, no tiene ningún sistema de protección ante aluviones y no tiene algún seguro ante posibles desastres.	<b>0.068 ≤ R ≤ 0.249</b>
<b>ALTO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto mayor o igual a 200 kPa y menor de 250 kPa, sobre cauce fluvial y de pendiente baja (mayor a 5° y menor a 15°), con suelos identificados como unidad geotécnica UG-SIV y geológicamente corresponde a depósitos fluviales con estructura ubicada en zona de influencia alta al aluvión, primer piso, material predominante en paredes madera/planchas metálicas, sistema básico de protección severamente dañados ante aluviones y tiene un tipo de seguro ante posibles desastres.	<b>0.019 ≤ R &lt; 0.068</b>
<b>MEDIO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto mayor o igual a 100 kPa y menor de 200 kPa, sobre terraza aluvial y de pendiente media (mayor a 15° y menor a 25°), con suelos identificados como unidad geotécnica UG-SIII y geológicamente corresponde a depósitos aluviales con estructura ubicada en zona de influencia media al aluvión, dos pisos, material predominante en paredes adobe/tapial/piedra sin refuerzo, sistema básico de protección que necesitan mantenimiento ante aluviones y tiene dos tipos de seguro ante posibles desastres.	<b>0.005 ≤ R &lt; 0.019</b>
<b>BAJO</b>	Desembalse de 24.47 Mm <sup>3</sup> desde las lagunas Palcacocha y Tullpacocha generando un aluvión con una fuerza o presión de impacto menor a 100 kPa, sobre terraza aluvional y de pendiente alta (mayor a 25° y menor a 45°), con suelos como unidad geotécnica UG-SII y geológicamente corresponde a depósitos aluvionales con estructura ubicada en zona de influencia baja al aluvión, mayor a dos pisos, material predominante en paredes ladrillo con columnas de concreto, sistema regular de protección en buen estado ante aluviones y tiene más de dos tipos de seguro ante posibles desastres.	<b>0.000 ≤ R &lt; 0.005</b>

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**5.4 NIVELES DE RIESGOS**

*Tabla 91. Niveles de riesgo por aluvión*

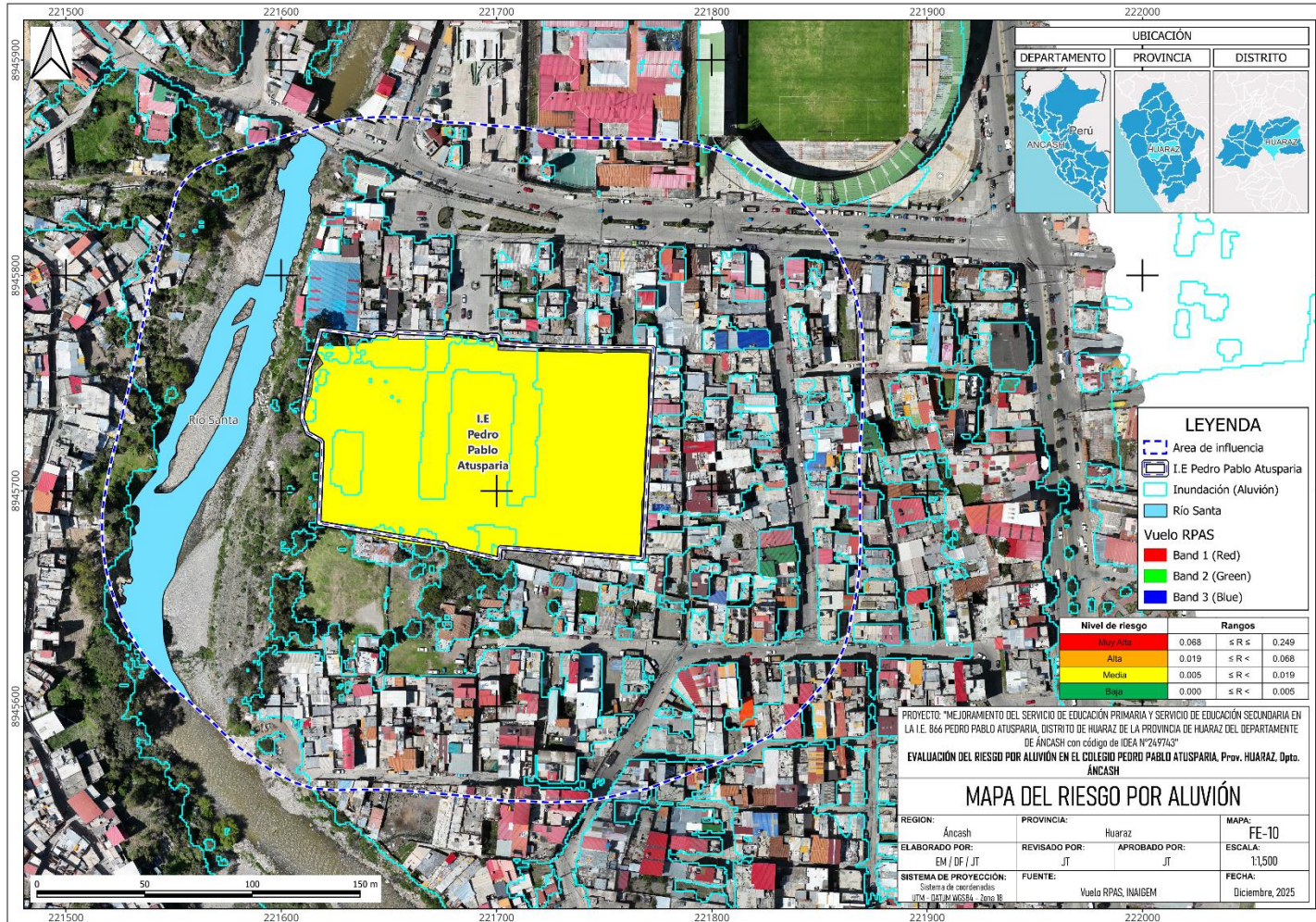
<b>MUY ALTO</b>	<b>0.069</b>	<b><math>\leq R \leq</math></b>	<b>0.246</b>
<b>ALTO</b>	<b>0.019</b>	<b><math>\leq R &lt;</math></b>	<b>0.069</b>
<b>MEDIO</b>	<b>0.005</b>	<b><math>\leq R &lt;</math></b>	<b>0.019</b>
<b>BAJO</b>	<b>0.000</b>	<b><math>\leq R &lt;</math></b>	<b>0.005</b>

**5.5 MAPA DEL RIESGO POR ALUVIÓN**

En la figura 33, se muestra el mapa del riesgo del área de estudio.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA

Figura 33. Mapa del riesgo por aluvión del Colegio Atusparia



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
 Consultor Senior en Gestión de Riesgo de  
 CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**5.6 CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES CONDICIÓN EXTRAORDINARIA**

El cálculo de efectos probables, o daños y pérdidas potenciales, determina el costo de la ocurrencia del evento de aluvión en la condición existente. Estos valores son esenciales para justificar la inversión en las medidas de control.

El estudio de riesgo por aluvión estima que, ante la ocurrencia de un aluvión, los daños y/o pérdidas potenciales totales ascenderían a S/. **5,473,326.56** soles:

**Tabla 92. Cálculos de efectos probables en condición extraordinaria**

<b>Elemento Afectado</b>	<b>Cantidad Expuesta</b>	<b>Costo de Afectación Estimado (S/.)</b>
Estructura (Sólo IE Atusparia)	1 unidad	S/. 5,473,326.56
<b>TOTAL (Daños y Pérdidas Potenciales)</b>		<b>S/. 5,473,326.56</b>

La cuantificación de daños y/o pérdidas debido al impacto de un peligro se manifiesta en el costo económico aproximado que implica la afectación de los elementos expuestos. Es decir, el deterioro o pérdida total del colegio, así como su equipamiento, por causa del peligro por aluvión. Estos costos varían de acuerdo al tipo de infraestructura y al grado de afectación, hemos tomado como fuente los valores unitarios oficiales del sector correspondiente; se ha realizado el cálculo directo de acuerdo a las características obtenidas in situ y los costos del mercado. Los daños probables en la estructura se estiman en S/. **5,473,326.56** soles.

## 6. CAPITULO VI: CONTROL DE RIESGO

### 6.1 COSTO EFECTIVIDAD

El análisis del costo efectividad se determina a partir de la valoración de las pérdidas y daños potenciales y se justifica por la necesidad de implementar medidas que eviten la materialización de dichos costos.

#### 6.1.1 Análisis Costo/efectividad

La Evaluación del Riesgo estimó que los daños probables totales ante el aluvión ascenderían a S/. 5'473,326.56 el cual corresponde al I.E. Pedro Pablo Atusparia. Dado que el nivel de riesgo en la condición existente es MEDIO, la intervención mediante el Proyecto de Inversión Pública para el mejoramiento de la infraestructura educativa se justifica porque el costo de las medidas estructurales y no estructurales que formarían parte es mucho menor, el cual asciende en S/. 536,196.58 (incluye sólo cerco perimétrico de concreto armado), al costo potencial de los daños evitados (casi 10% de ese costo).

La ejecución de las obras de control físico, como el reforzamiento estructural y las defensas ribereñas, transforma la I.E. de una estructura frágil en una Edificación Esencial. Esto convierte el proyecto en costo efectivo, ya que garantiza la continuidad del servicio educativo y previene la pérdida total de la infraestructura, según la valoración de daños, son de nivel MEDIA.

Este ítem se desarrollara con mayor detalle en el marco de la elaboración del perfil del Proyecto de Inversión Pública "*Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria y Servicio de Educación Secundaria en I.E. 86016 Pedro Pablo Atusparia, distrito de Huaraz de la provincia de Huaraz del departamento de Ancash con código de idea n°249743*".

### 6.2 CONTROL DE RIESGOS

El control del riesgo es el conjunto de acciones orientadas a la prevención y/o reducción del riesgo de desastres, determinado a partir de la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.

#### 6.2.1 Valoración de consecuencias

De acuerdo a la metodología, la valoración de consecuencias puede encontrarse dentro de los niveles 1 a 4, siendo 1 nivel bajo y 4 muy alto; por tanto, la valoración

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

de consecuencias, es de Valor 2 – MEDIA, entonces las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con recursos disponibles.

**Tabla 93. Tabla de valoración y nivel de frecuencia de consecuencia**

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

**6.2.2 Valoración de frecuencia**

El aluvión en el área de estudio puede ocurrir en periodos largos según las circunstancias, por lo tanto, la frecuencia de ocurrencia de este fenómeno es de Valor 2 –MEDIA.

**Tabla 94. Tabla de valoración y nivel de frecuencia de ocurrencia**

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

**6.2.3 Nivel de consecuencia y daños**

De acuerdo a lo analizado, ante una consecuencia Media y frecuencia de ocurrencia Media estaríamos ante un nivel de consecuencia y daños MEDIA.

**Tabla 95. Tabla de nivel de consecuencias y daños**

Consecuencia	Nivel	Zona de consecuencia y daño			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

### 6.2.4 Aceptabilidad o tolerancia

De acuerdo a las condiciones analizadas, el nivel de aceptabilidad o tolerancia del riesgo ante la ocurrencia del aluvión es TOLERABLE, por lo que se deben desarrollar actividades para el manejo del riesgo.

**Tabla 96. Tabla de aceptabilidad y tolerancia**

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente la medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos
3	Inaceptable	Se debe desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no representa un peligro significativo

### 6.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES

Para reducir el nivel de riesgo de MEDIA a un nivel ACEPTABLE, se proponen las siguientes medidas estructurales y no estructurales, conforme a la Ley N° 29664 del SINAGERD y su reglamento, adaptadas al contexto del peligro por aluvión:

#### 6.3.1 Medidas estructurales y no estructurales

Las medidas de prevención buscan evitar la generación de nuevos riesgos y están orientadas principalmente al diseño y la planificación del proyecto de mejoramiento y el entorno.

##### 6.3.1.1 Medidas estructurales

- Construcción de un cerco perimétrico de concreto armado ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) con una longitud de 514 ml de la I.E. Pedro Pablo Atusparia para soportar el nivel de presión del impacto del Aluvión. Este tipo de implementación debería ser asistido necesariamente con la participación de un especialista geológico geotécnico, durante la elaboración del proyecto y construcción misma.
- Construcción de la zona del ingreso al I.E. Pedro Pablo Atusparia (puerta y accesos) con un sistema adecuado ante la posible presión de impacto del potencial aluvión para minimizar sus efectos.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

**6.3.1.2 Medidas no estructurales**

- Fortalecimiento de capacidades a la población estudiantil, plana docente y administrativa y, población circundante ante el peligro por aluvión en el I.E. Pedro Pablo Atusparia y área de influencia.
- Elaboración y/o actualización del Mapa y Plan de evacuación ante aluviones de la I.E. Pedro Pablo Atusparia. Según el mapa de altura del flujo, la zona posible de evacuación (actual ingreso/salida del colegio) tiene como máximo 30 cm de altura de aluvión. Esto no sería impedimento ni obstáculo para ser considerado como parte del Plan de evacuación.
- Elaboración y/o actualización del Mapa de zonas seguras y señalización ante aluviones (al interior y exterior) de la I.E. Pedro Pablo Atusparia.
- Elaboración y/o actualización del Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante aluviones del I.E. Pedro Pablo Atusparia y garantizar su operatividad en el tiempo.

## **7.CONCLUSIONES**

- Se realizó la caracterización, análisis y evaluación del peligro por aluvión sobre el área del I.E. Pedro Pablo Atusparia, considerando como parámetro de evaluación "Presión de impactos", como factor desencadenante "Volumen de desembalse" y como factores condicionantes a geomorfología, pendiente, geotecnia y geología. La I.E. Pedro Pablo Atusparia tiene un nivel de peligro MEDIO.
- La I.E. Pedro Pablo Atusparia tiene identificado 1389 estudiantes de primaria y secundaria, 77 personas entre profesores y auxiliares y 17 personas entre directivos y personal administrativo para el presente año 2025.
- Se realizó la caracterización, análisis y evaluación de la vulnerabilidad por aluvión sobre el área del I.E Pedro Pablo Atusparia, considerando las dimensiones social, económica y ambiental obteniendo como resultado que la I.E. Pedro Pablo Atusparia tiene un nivel de vulnerabilidad MEDIA.
- Se realizó el análisis y evaluación del riesgo por aluvión sobre el área del I.E Pedro Pablo Atusparia, considerando los resultados del peligro y vulnerabilidad, obteniendo como resultados que la I.E. Pedro Pablo Atusparia tiene un nivel de riesgo MEDIO.
- Se estima la pérdida probable ascienden a S/. 5,473,326.56 corresponden a la I.E. Pedro Pablo Atusparia.
- Se tiene un nivel de aceptabilidad o tolerancia del riesgo ante la ocurrencia del aluvión como TOLERABLE, por lo que se deben desarrollar actividades para el manejo del riesgo.

## **8.RECOMENDACIONES**

- A corto plazo (1-3 meses): Incluir en el proyecto de inversión pública a elaborar, las medidas estructurales y no estructurales indicadas en el presente Estudio de evaluación, con la finalidad de minimizar el impacto del posible peligro potencial.
- Los resultados de este informe sólo son válidos para la E.I. Pedro Pablo Atusparia principalmente. No podrá ser aplicado a otras estructuras que estén fuera del área de influencia, ni tampoco viviendas y/o estructuras que no tengan el 100% de su área dentro de ella.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. 2da versión.
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. INAIGEM. (2020). *Evaluación del riesgo por aluvión en la ciudad de Huaraz, distritos de Huaraz e Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash*. Huaraz.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI. (2017). *Censos Nacionales de Población y vivienda 2017*.
- Julca Guerrero, F., & Nivin Vargas, L. (2020). Una aproximación al desarrollo sociocultural de Huaraz. *Revistas Unasam Saber Discursivo*, 1-17.
- Ministerio de Educación. (25 de enero de 2022). *Resolución Viceministerial N.º 010-2022-MINEDU: Aprobar la actualización de la Norma Técnica denominada "Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa"*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (8 de mayo de 2006). *Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA: Aprueban 66 Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE*.
- Presidencia del Consejo de Ministros. (10 de julio de 2015). *Resolución Ministerial N.º173-2015-PCM: Aprueba los Lineamientos para la Conformación y Funcionamiento de la Red Nacional de Alerta Temprana - RNAT y la Conformación, Funcionamiento y Fortalecimiento de los Sistemas de Alerta Temprana - SAT*.
- Presidencia de Consejo de Ministro (2011) Ley N° 29664: Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). Diario Oficial El Peruano, Perú.
- Morales Carhuayano, J., Yauri Atusparia, F., Marino Luna, J., & Gomero Sanchez, A. (s.f). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/488660188/analisis-de-la-ciudad-de-HUARAZ>
- Sub Gerencia de Ecología y Gestión ambiental - Municipalidad Provincial de Huaraz. (junio de 2015). *SINIA.MINAM.GOB.PE*. Obtenido de

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-ancash/archivos/public/docs/ii. estudio de caracterizacion de residuos solidos municipales 0.pdf>

- TUÑOQUE, Wilmer (2023). Riesgo cuantitativo por flujo de detritos desencadenados por precipitaciones pluviales en la microcuenca Sahuanay, distrito de Tamburco – Abancay – Apurímac. Tesis de optar el título de ingeniero civil en la FACULTAD DE INGENIERÍA de la UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC.

PROYECTO PIP "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

## **ANEXO A: MAPAS**

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
*Consultor Senior en Gestión de Riesgo*  
CIP N°132438



.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

221500

222000

222500

223000



**UBICACIÓN**

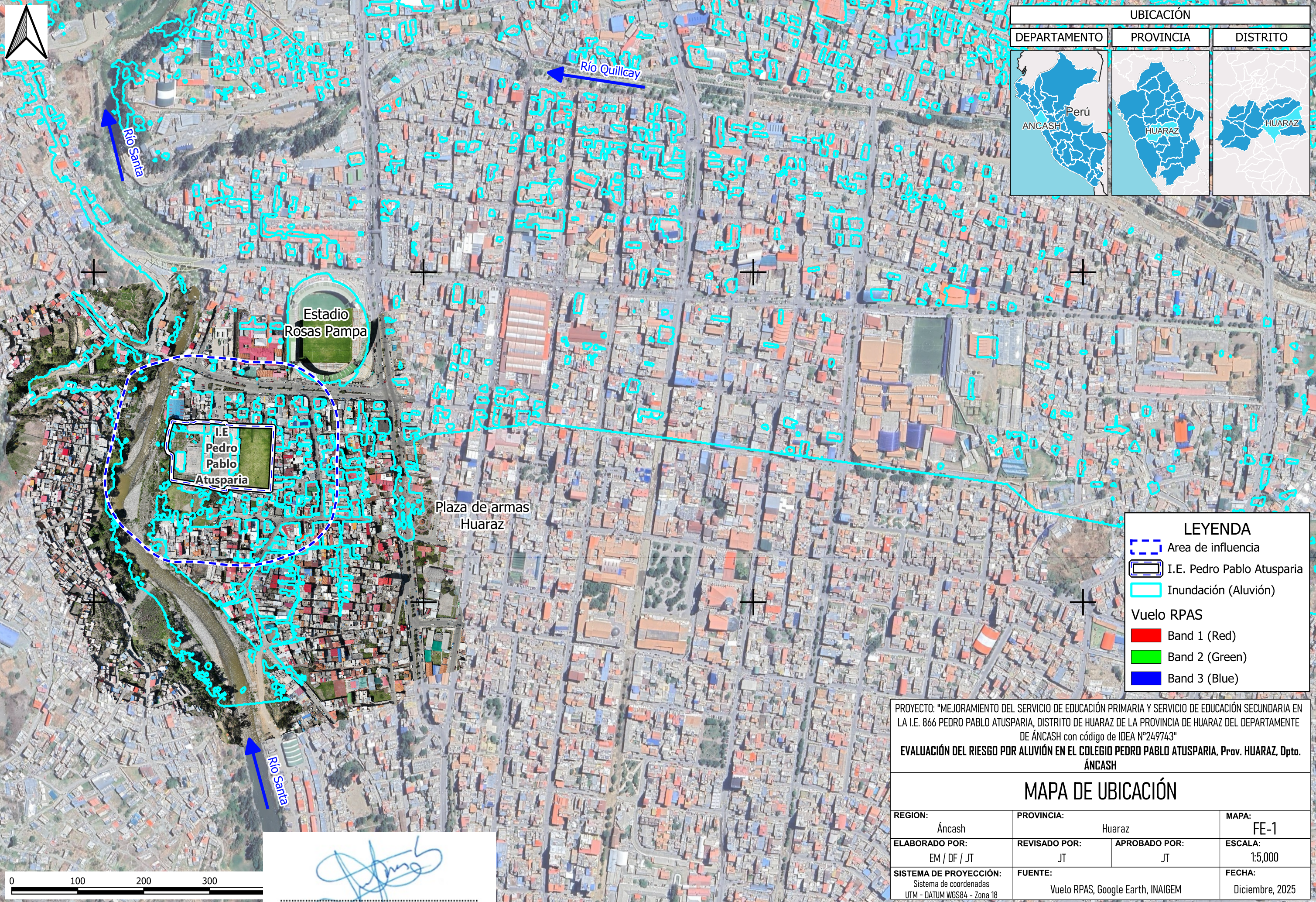
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

8946000

8946000

8945500

8945500



**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**LEYENDA**

- Area de influencia
- I.E. Pedro Pablo Atusparia
- Inundación (Aluvión)

**Vuelo RPAS**

- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ÁNCASH con código de IDEA N°249743"  
 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ÁNCASH

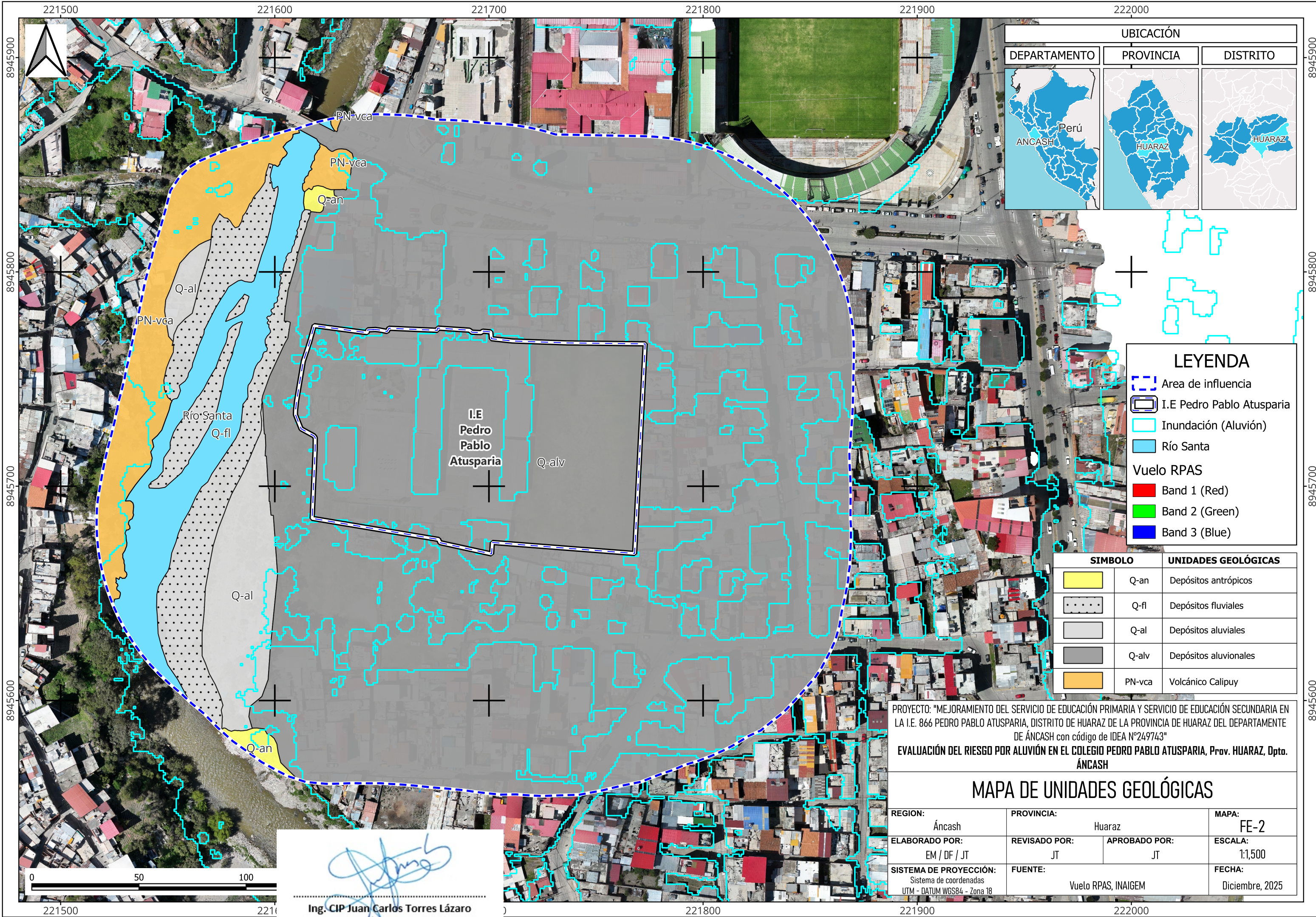
### MAPA DE UBICACIÓN

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FE-1
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, Google Earth, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

221500

222500

223000



**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
Perú ANCASH	HUARAZ	HUARAZ

**LEYENDA**

- Area de influencia (Dashed blue line)
- I.E. Pedro Pablo Atusparia (Solid black line)
- Inundación (Aluvión) (Cyan outline)
- Río Santa (Light blue)

**Vuelo RPAS**

- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

SIMBOLO	UNIDADES GEOLÓGICAS
Yellow box	Q-an Depósitos antrópicos
Dotted box	Q-fl Depósitos fluviales
Grey box	Q-al Depósitos aluviales
Dark grey box	Q-álv Depósitos aluvionales
Orange box	PN-vca Volcánico Calipuy

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"  
**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ANCASH**

**MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS**

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FE-2
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

*[Signature]*  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

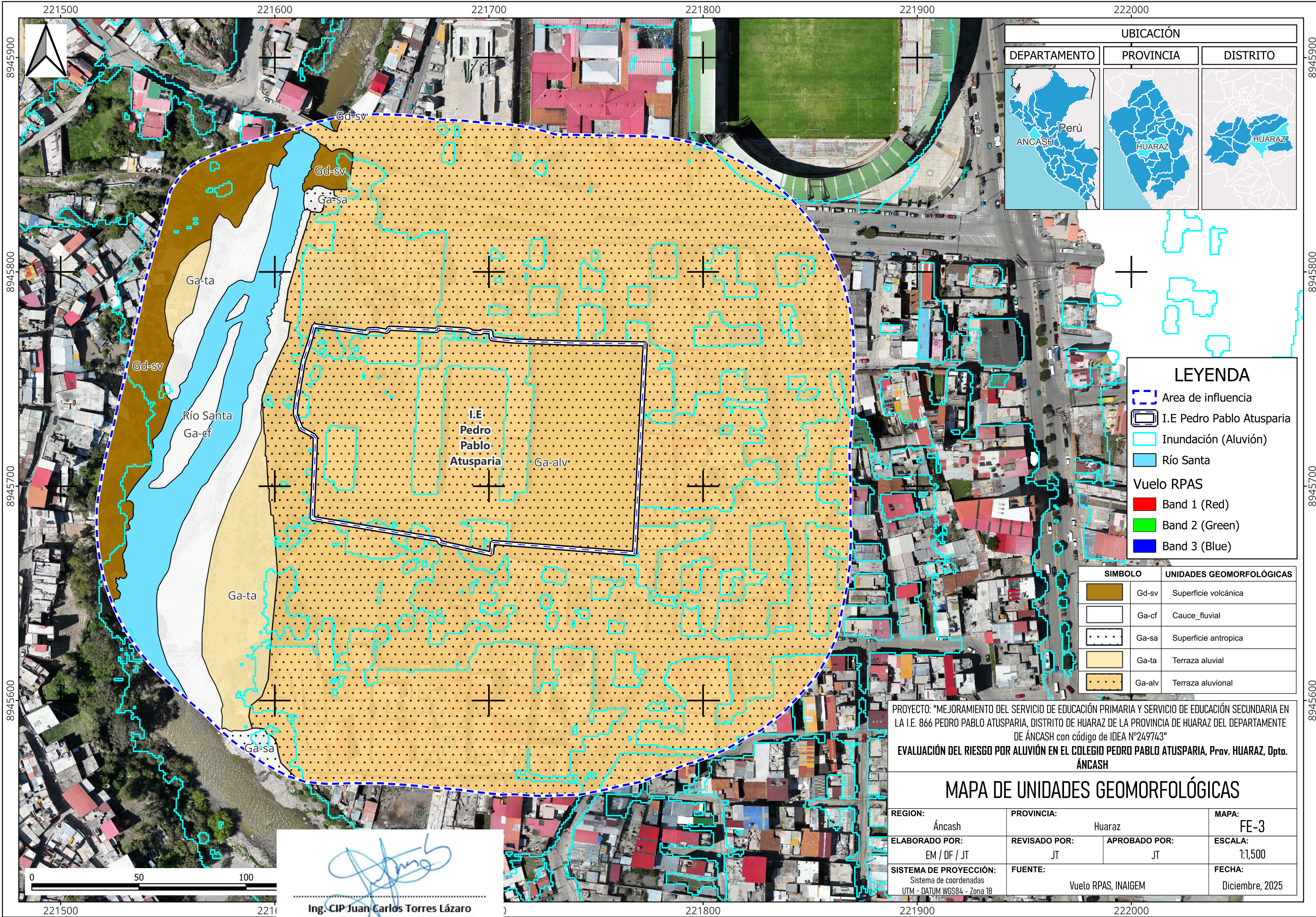
221500 221600 221700 221800 221900 222000

8945900 8945800 8945700 8945600

0 50 100

221500 221600 221700 221800 221900 222000

8945900 8945800 8945700 8945600



**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
Perú ANCASH	HUARAZ	HUARAZ

**LEYENDA**

- Area de influencia
- I.E. Pedro Pablo Atusparia
- Inundación (Aluvión)
- Río Santa

**Vuelo RPAS**

- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

SÍMBOLO	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
Gd-sv	Superficie volcánica
Ga-cf	Cauce fluvial
Ga-sa	Superficie antropica
Ga-ta	Terraza aluvial
Ga-alv	Terraza aluvional

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ÁNCASH con código de IDEA N°249743"  
**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ÁNCASH**

**MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

REGION:	Áncash	PROVINCIA:	Huaraz	MAPA:	FE-3
ELABORADO POR:	EM / DF / JT	REVISADO POR:	JT	APROBADO POR:	JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN:	Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE:	Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA:	Diciembre, 2025

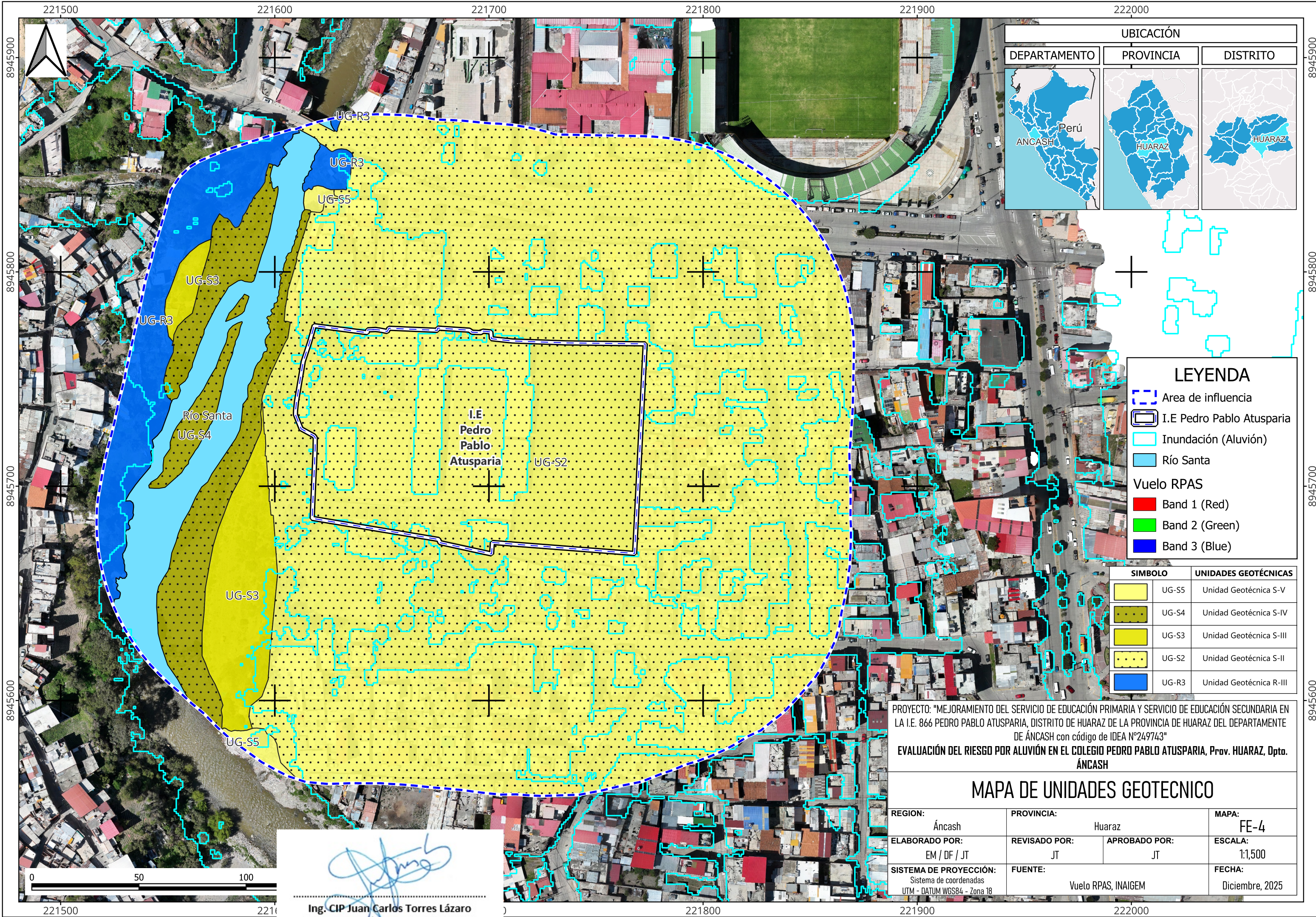
*[Signature]*  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

221500 221600 221700 221800 221900 222000

8945900 8945800 8945700 8945600

0 50 100

221500 221600 221700 221800 221900 222000



**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
Perú ANCASH	HUARAZ	HUARAZ

**LEYENDA**

- Area de influencia (Dashed blue line)
- I.E. Pedro Pablo Atusparia (Solid black line)
- Inundación (Aluvión) (Light blue fill)
- Río Santa (Blue fill)

**Vuelo RPAS**

- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

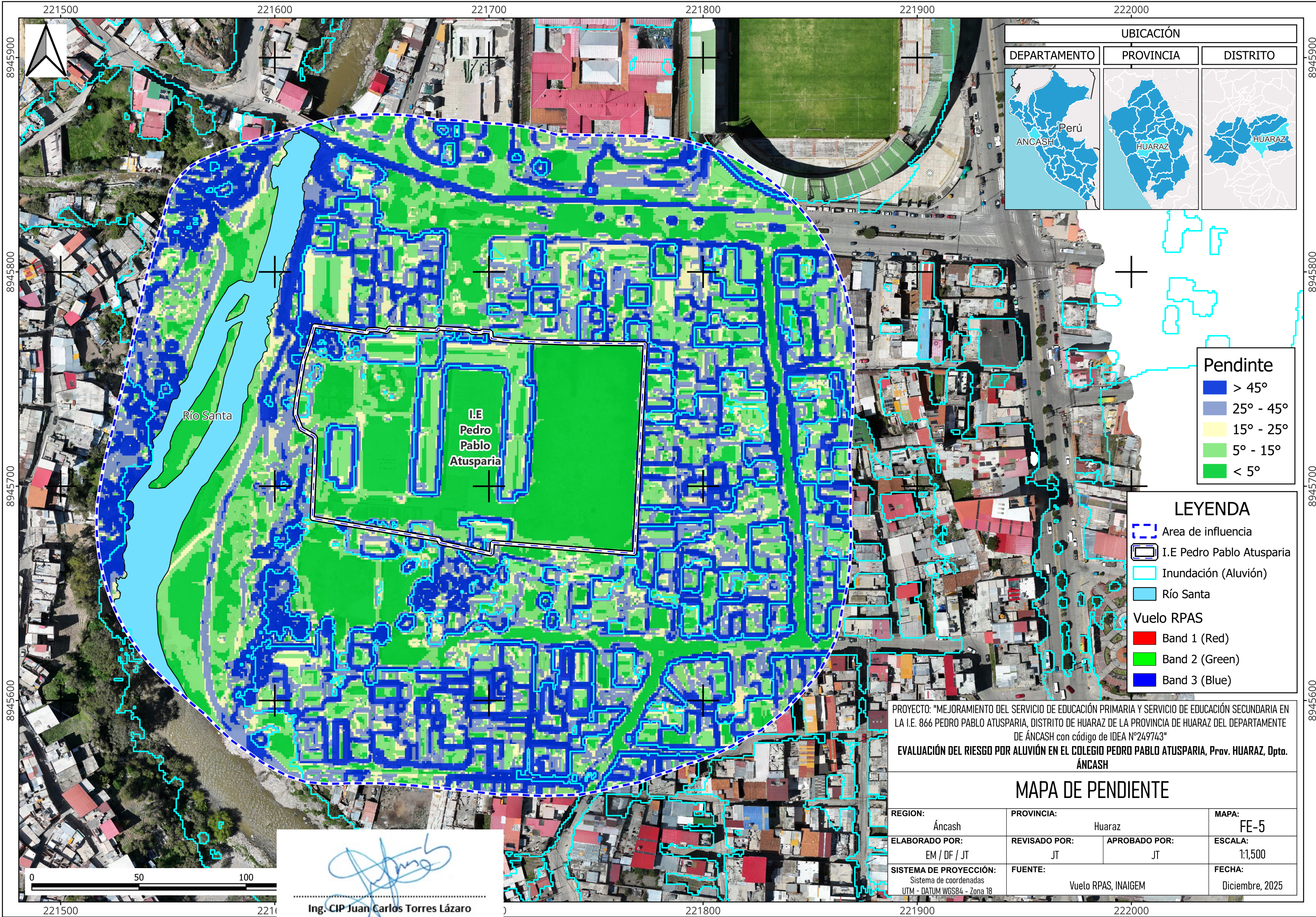
SÍMBOLO	UNIDADES GEOTÉCNICAS
UG-S5	Unidad Geotécnica S-V
UG-S4	Unidad Geotécnica S-IV
UG-S3	Unidad Geotécnica S-III
UG-S2	Unidad Geotécnica S-II
UG-R3	Unidad Geotécnica R-III

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"  
**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ANCASH**

**MAPA DE UNIDADES GEOTECNICO**

REGION:	Áncash	PROVINCIA:	Huaraz	MAPA:	FE-4
ELABORADO POR:	EM / DF / JT	REVISADO POR:	JT	APROBADO POR:	JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN:	Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE:	Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA:	Diciembre, 2025

*[Signature]*  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J



**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
Perú ANCASH	HUARAZ	HUARAZ

**Pendiente**

- > 45°
- 25° - 45°
- 15° - 25°
- 5° - 15°
- < 5°

**LEYENDA**

- Area de influencia
- I.E. Pedro Pablo Atusparia
- Inundación (Aluvión)
- Río Santa


**Vuelo RPAS**

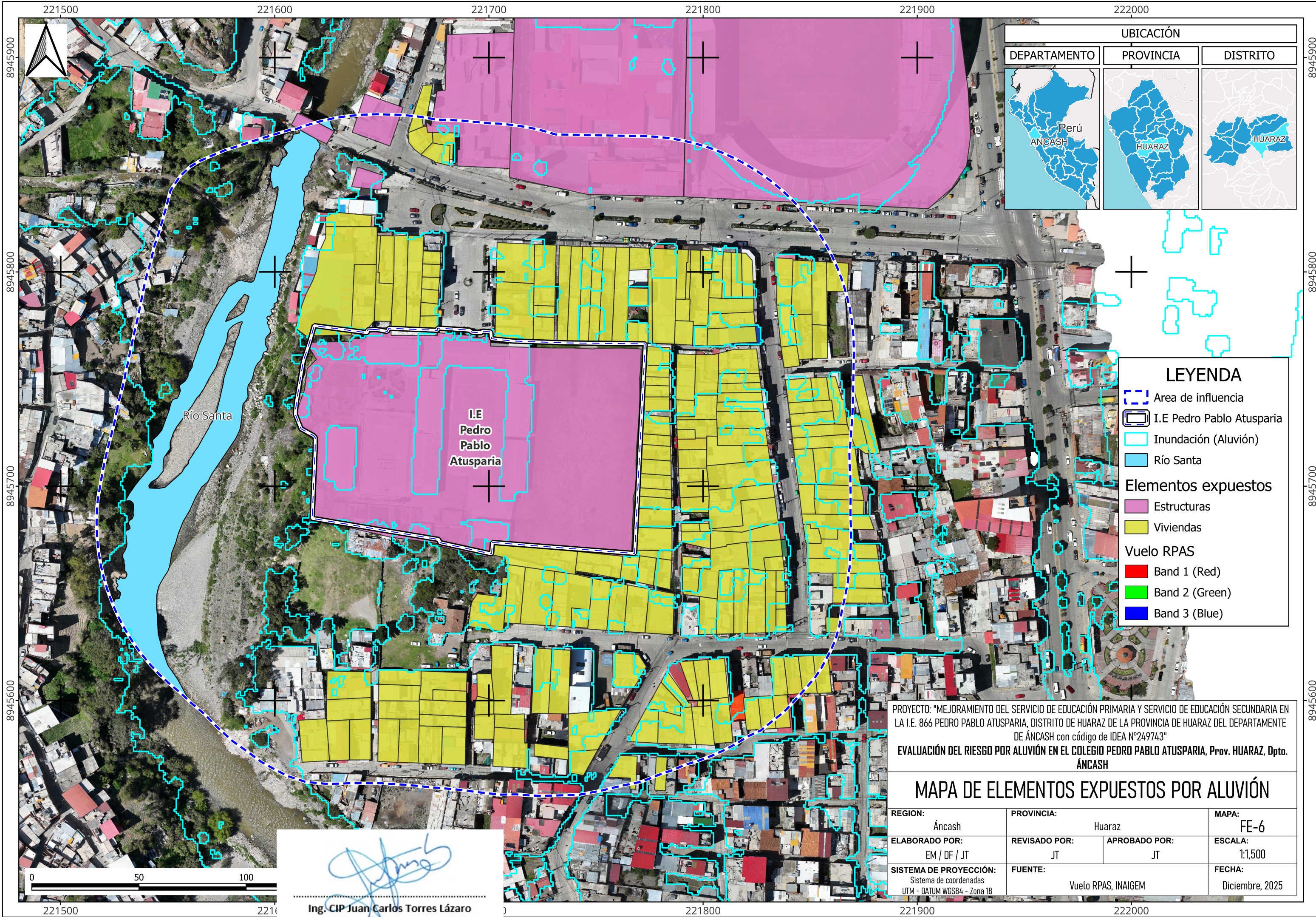
- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"  
**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ANCASH**

**MAPA DE PENDIENTE**

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FE-5
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J



**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
Perú ANCASH	HUARAZ	HUARAZ

**LEYENDA**

- Area de influencia (Dashed blue line)
- I.E. Pedro Pablo Atusparia (Pink outline)
- Inundación (Aluvión) (Cyan outline)
- Río Santa (Blue area)

**Elementos expuestos**

- Estructuras (Pink fill)
- Viviendas (Yellow fill)

**Vuelo RPAS**

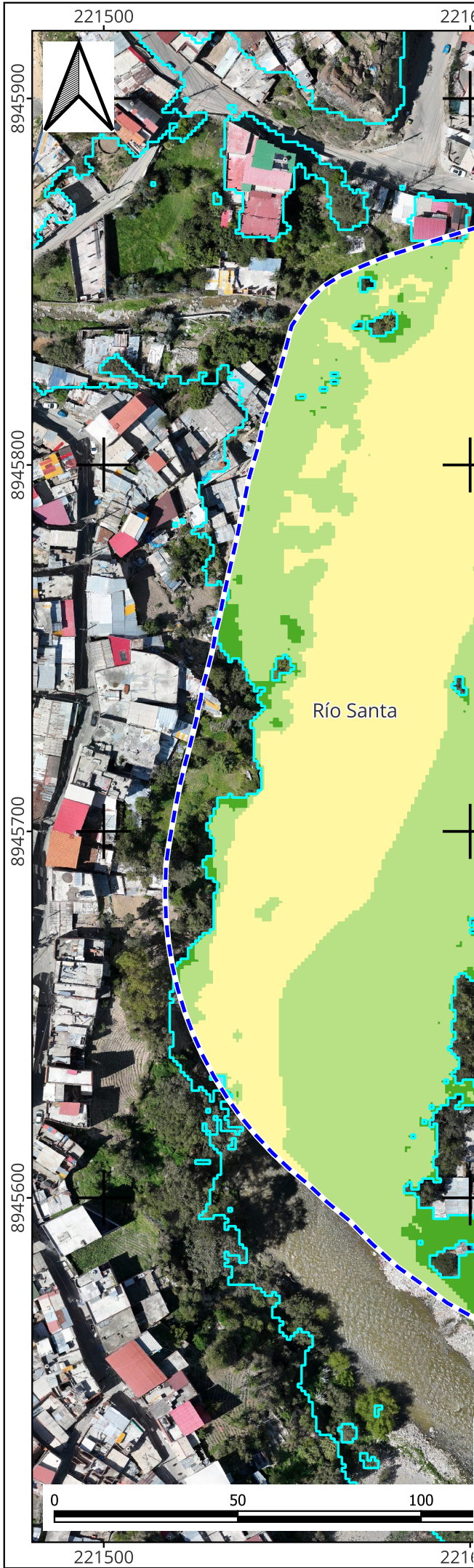
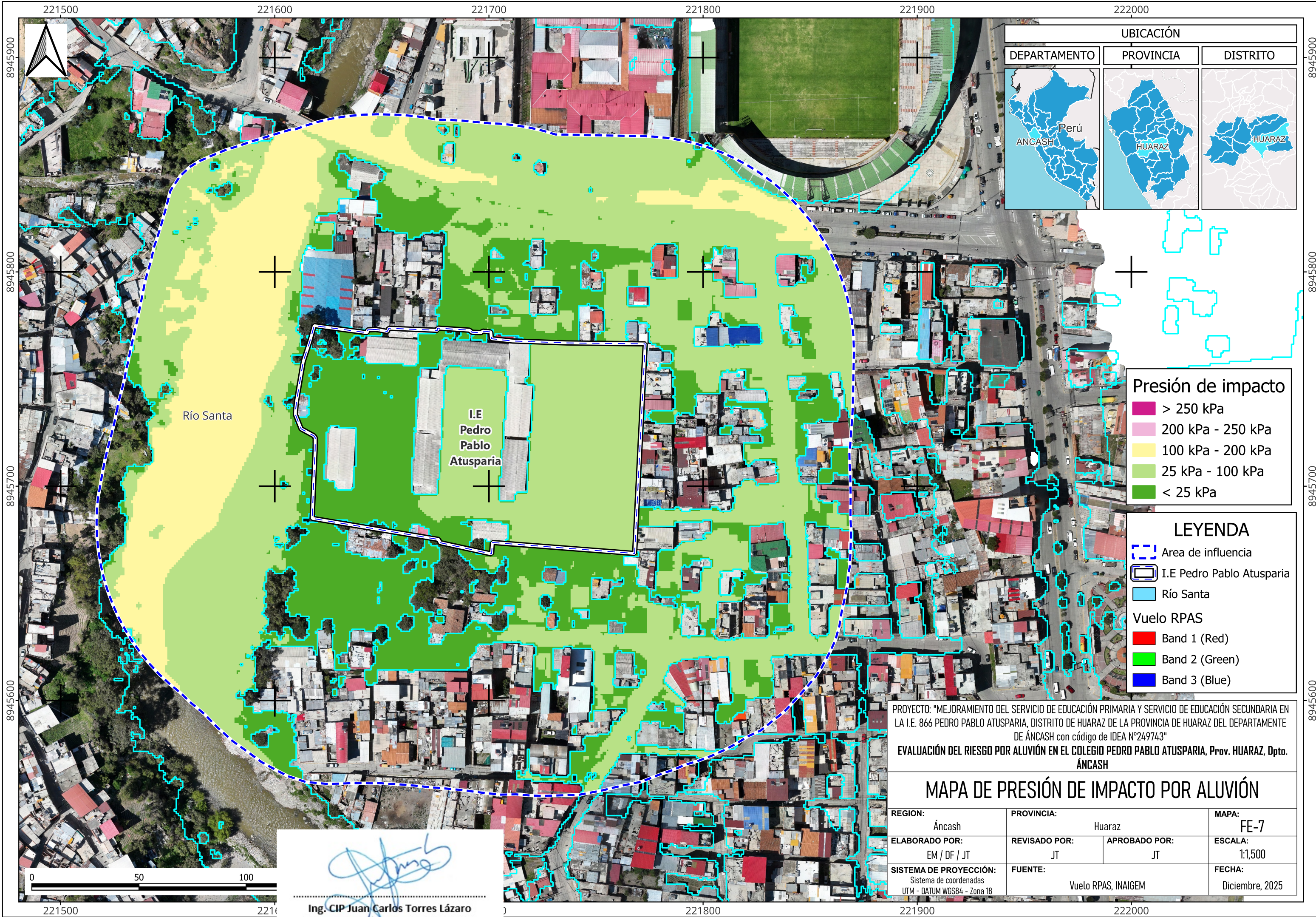
- Band 1 (Red) (Red fill)
- Band 2 (Green) (Green fill)
- Band 3 (Blue) (Blue fill)

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"  
 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ANCASH

**MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS POR ALUVIÓN**

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FE-6
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

*[Signature]*  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J



**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
Perú ANCASH	HUARAZ	HUARAZ

**Presión de impacto**

- > 250 kPa
- 200 kPa - 250 kPa
- 100 kPa - 200 kPa
- 25 kPa - 100 kPa
- < 25 kPa

**LEYENDA**

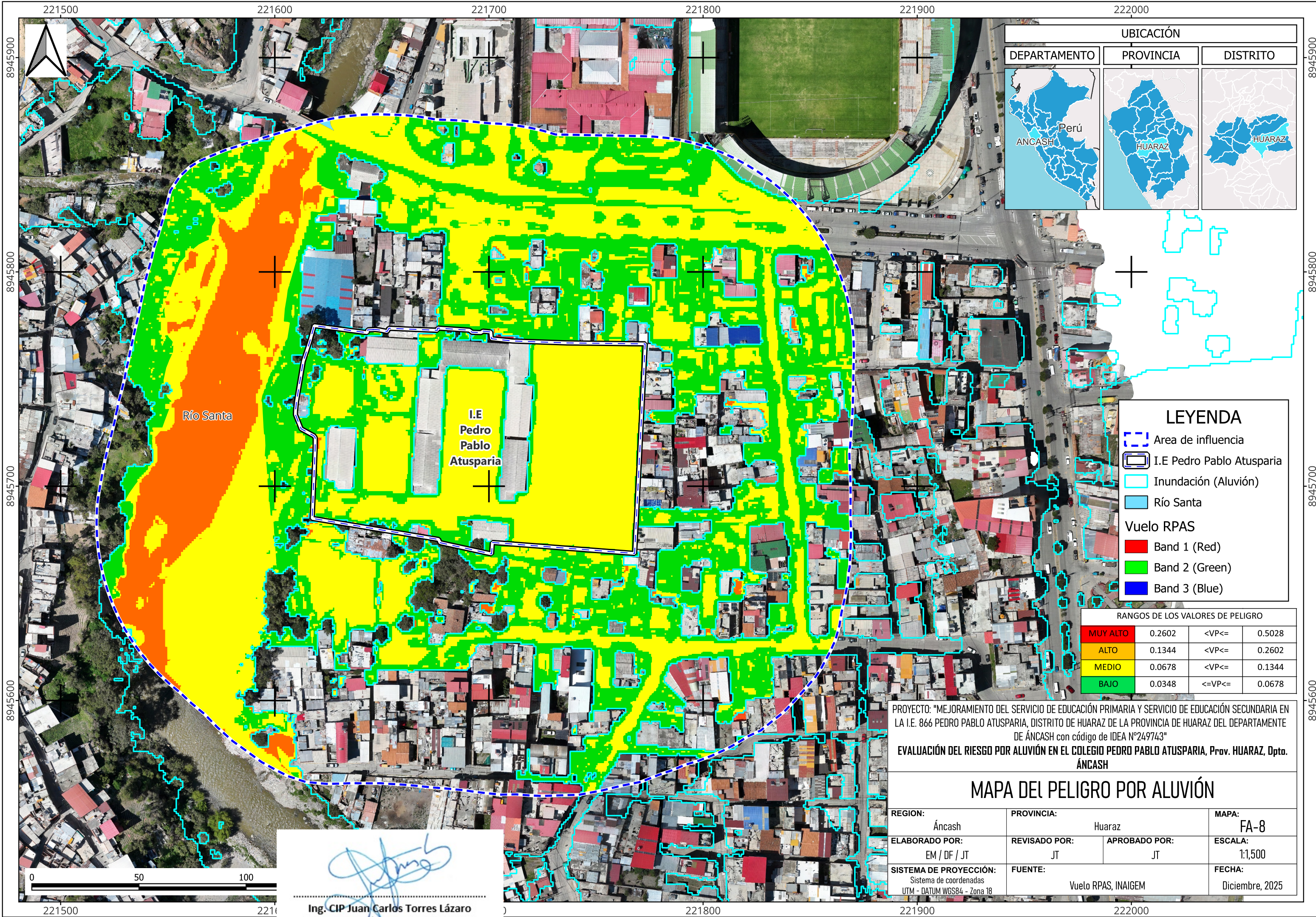
- Area de influencia
- I.E Pedro Pablo Atusparia
- Río Santa
- Vuelo RPAS**
  - Band 1 (Red)
  - Band 2 (Green)
  - Band 3 (Blue)

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"  
 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ANCASH

**MAPA DE PRESIÓN DE IMPACTO POR ALUVIÓN**

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FE-7
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

*[Signature]*  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J



**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

**LEYENDA**

- Area de influencia
- I.E. Pedro Pablo Atusparia
- Inundación (Aluvión)
- Río Santa

**Vuelo RPAS**

- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

**RANGOS DE LOS VALORES DE PELIGRO**

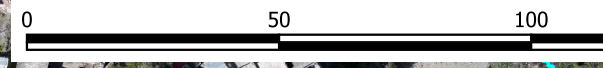
<b>MUY ALTO</b>	0.2602	<VP<=	0.5028
<b>ALTO</b>	0.1344	<VP<=	0.2602
<b>MEDIO</b>	0.0678	<VP<=	0.1344
<b>BAJO</b>	0.0348	<=VP<=	0.0678

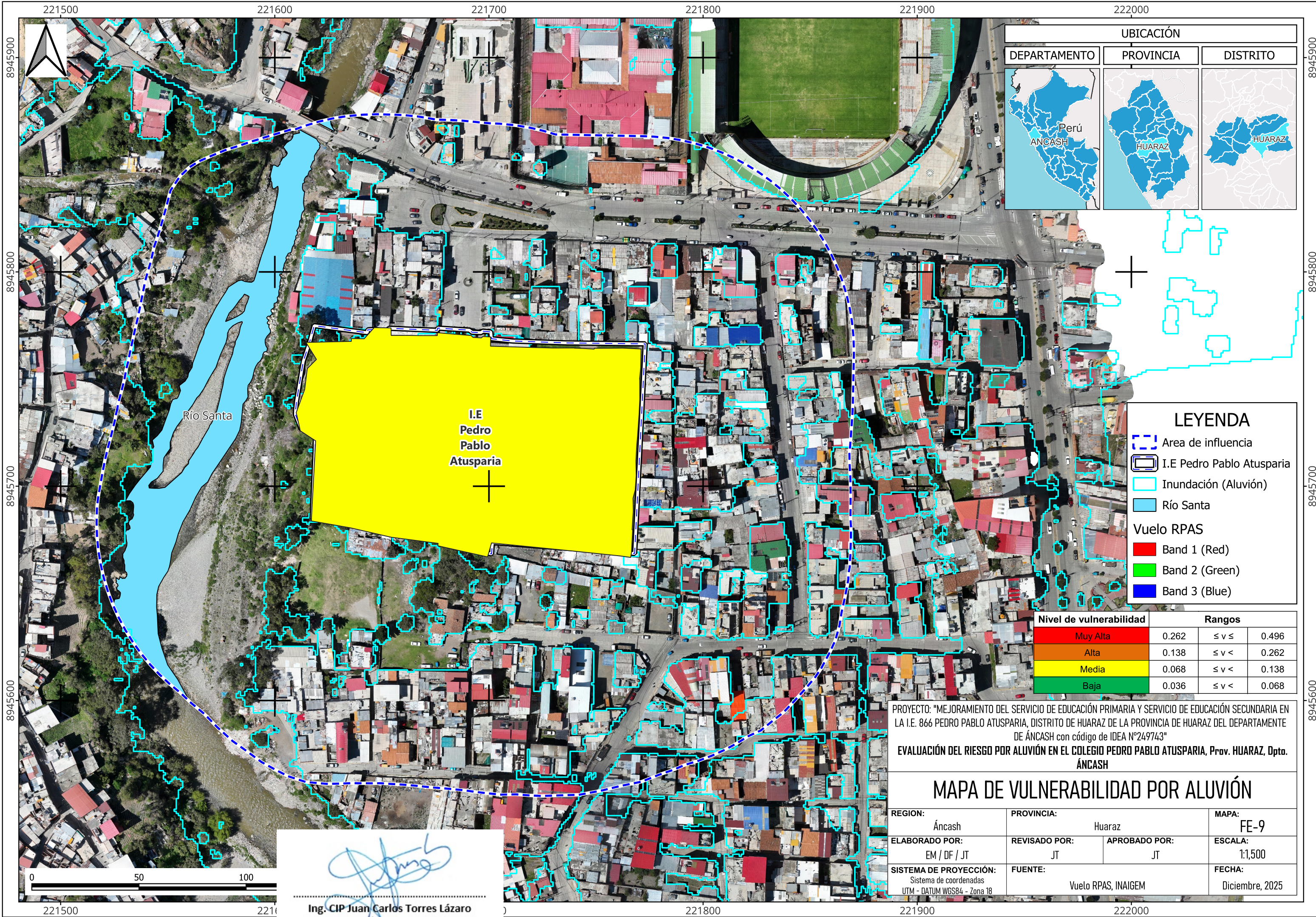
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ÁNCASH con código de IDEA N°249743"  
**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ÁNCASH**

**MAPA DEL PELIGRO POR ALUVIÓN**

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FA-8
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J





**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

**LEYENDA**

- Área de influencia
- I.E. Pedro Pablo Atusparia
- Inundación (Aluvión)
- Río Santa

**Vuelo RPAS**

- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

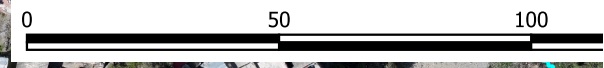
Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Muy Alta	0.262	$\leq v \leq$	0.496
Alta	0.138	$\leq v <$	0.262
Media	0.068	$\leq v <$	0.138
Baja	0.036	$\leq v <$	0.068

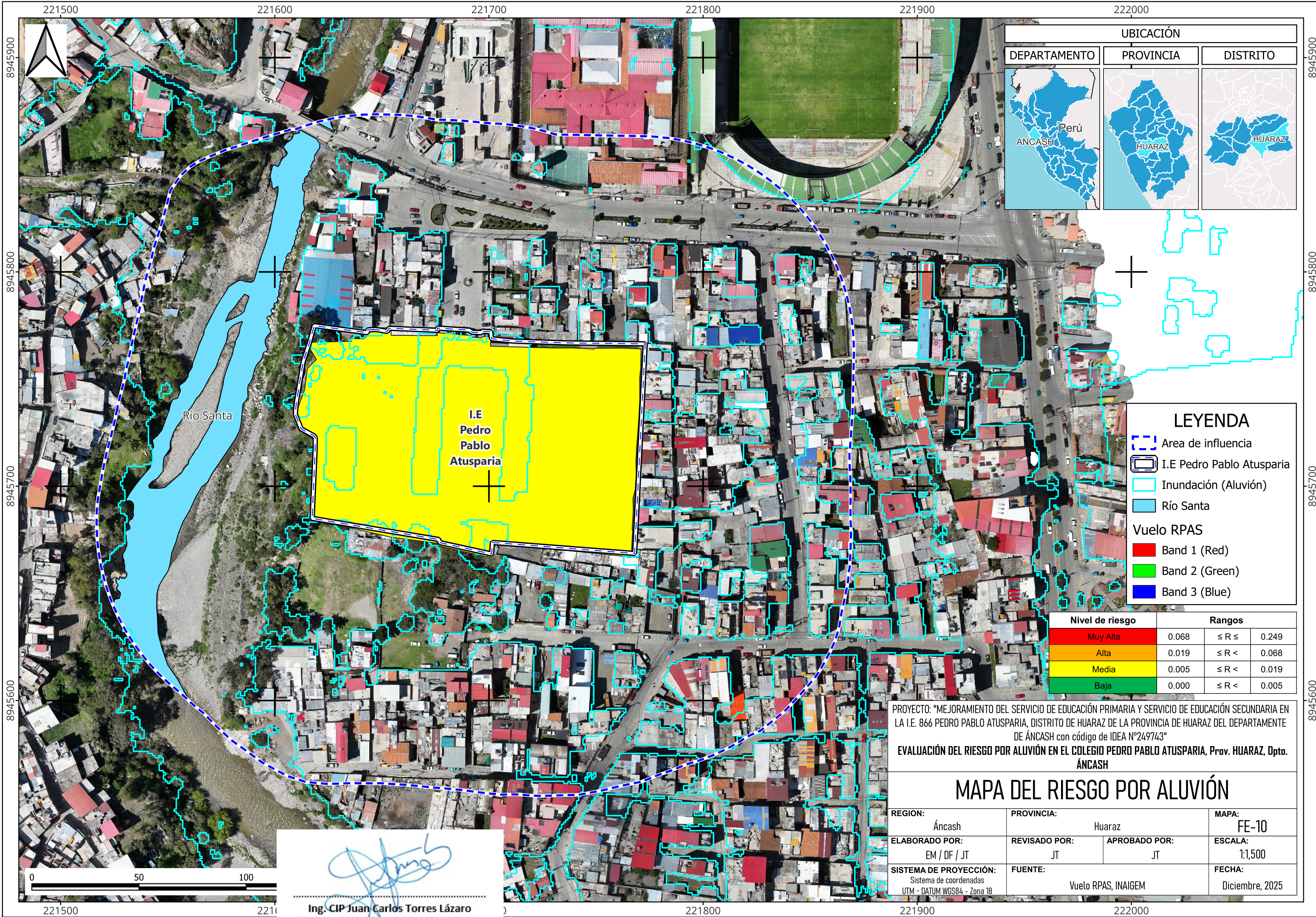
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ÁNCASH con código de IDEA N°249743"  
 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ÁNCASH

## MAPA DE VULNERABILIDAD POR ALUVIÓN

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FE-9
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J





**UBICACIÓN**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

**LEYENDA**

- Área de influencia
- I.E. Pedro Pablo Atusparia
- Inundación (Aluvión)
- Río Santa

**Vuelo RPAS**

- Band 1 (Red)
- Band 2 (Green)
- Band 3 (Blue)

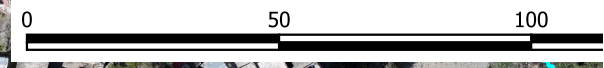
Nivel de riesgo	Rangos		
Muy Alta	0.068	$\leq R \leq$	0.249
Alta	0.019	$\leq R <$	0.068
Media	0.005	$\leq R <$	0.019
Baja	0.000	$\leq R <$	0.005

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA I.E. 866 PEDRO PABLO ATUSPARIA, DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ÁNCASH con código de IDEA N°249743"  
 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN EL COLEGIO PEDRO PABLO ATUSPARIA, Prov. HUARAZ, Dpto. ÁNCASH

## MAPA DEL RIESGO POR ALUVIÓN

REGION: Áncash	PROVINCIA: Huaraz	MAPA: FE-10
ELABORADO POR: EM / DF / JT	REVISADO POR: JT	APROBADO POR: JT
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18	FUENTE: Vuelo RPAS, INAIGEM	FECHA: Diciembre, 2025

**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J




PROYECTO PIP "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. 86016 PEDRO PABLO ATUSPARIA DISTRITO DE HUARAZ DE LA PROVINCIA DE HUARAZ DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH con código de IDEA N°249743"

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DE LA I.E. PEDRO PABLO ATUSPARIA**

## **ANEXO B: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
*Consultor Senior en Gestión de Riesgo*  
CIP N°132438



.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## REPORTE DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA POR FLUJO DE DETRITOS O ALUVIÓN

Respecto a la simulación de la inundación por aluvión o simplemente aluvión del ámbito de estudio se ha desarrollado mediante el uso de modelamiento hidráulico en el software Hec RAS con el cual se puede identificar la huella de inundación, la altura del flujo de agua, la velocidad del flujo de agua y la presión de impacto que se genera en función de la altura y velocidad del flujo.

### 1. Objetivo:

Realizar la simulación hidráulica de aluvión en un escenario muy crítico a causa del desembalse violento (GLOF) de las lagunas de Palcacocha y Tullpacocha.

### 2. Marco de referencia

- Nombre de la institución: Colegio Pedro Pablo Atusparia
- Localización: Ciudad de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash
- Coordenadas:  
Este: 221741.22  
Norte: 8945726.23  
WGS 84 / UTM zona 18S


### 3. Metodología

La simulación hidráulica por aluvión (flujo no newtoniano) se realizó usando el software Hec Ras 6.6, cuya robustez permite la realización de simulaciones de flujos no newtonianos usando como principal insumo la topografía y el volumen de agua distribuidos en 2 hidrogramas en función del tiempo.

Según la bibliografía consultada (INAIGEM, 2020) en un escenario crítico el desprendimiento de masas glaciares son de 1.8 Mm<sup>3</sup> para la laguna de Palcacocha que desembalsa un volumen de 12 000 000 m<sup>3</sup> de agua, mientras para el caso de la laguna de Tullpacocha el desprendimiento de la masa glaciar próxima a este es de 2.1 Mm<sup>3</sup> que desembalsaría un volumen de 12 470 000 m<sup>3</sup> de agua, generándose un desembalse al mismo tiempo de ambas lagunas, esta cadena de procesos es propia de fenómenos originados en las lagunas de origen glaciar, las cuales se originan primero por avalancha de hielo, roca y/o ambos, a la vez estas generan ondas de impulso las cuales erosionan el dique natural de la laguna que desencadena en un flujo de detritos que fluye aguas abajo de la quebrada arrastrando los materiales que encuentra en su camino.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgos  
CIP N°132438

1

  
.....  
Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**


Para esta simulación de hidráulica se realizó 2 grandes procesos la primera fue la simulación desde las lagunas mencionadas con un modelo de elevación digital de 5 m de resolución de pixeles cuyos resultados se tomaron en forma de hidrograma para la nueva simulación de la parte urbana con un modelo de elevación digital de 1m de resolución de pixeles esto con la finalidad de obtener mayor detalle del comportamiento del flujo no newtoniano, el acoplamiento de ambos modelos se realizó a nos 200m aproximadamente aguas arriba de la confluencia de los ríos Paria y Auqui, para el caso de la segunda simulación este corte es la entrada de 2 hidrogramas producto del resultado de la primera simulación.

**a) Primera simulación:**

- Se utiliza un DEM de 5m de resolución y con este se procede a trabajar en el software Hec RAS 6.6, para luego realizar el mallado computacional de 10m de cuadrícula, seguido de esto se determina las condiciones de entorno la entrada del volumen de la laguna de Palcacocha y Tullpacocha distribuidos en hidrogramas cada 5 segundos con los volúmenes respectivos indicados.
- Se utiliza un shapefile de superficies de rugosidad o coeficientes de Manning para flujo de detritos con valores de 0.16 para zonas boscosas, 0.13 para cauce del río, 0.2 para sectores urbanos, 0.013 para superficies desnudas como tierra y rocas, 0,14 para pastizales y zonas agrícolas.
- Se ingresan las propiedades reológicas propias de flujo de detritos tomados de bibliografías respectivas usando la ecuación de O'Brian Ecuación (Cuadratic) con concentración volumétrica de 33.1% con parámetros de a: 0.291 b: 14.3, B: 33.1 y tamaño representativo de partículas 120 mm.
- Se crea el plan y se realiza la simulación hidráulica para visualizar el comportamiento de altura y velocidad del flujo.
- Teniendo los resultados de la simulación se realiza un corte a 200m aguas arriba de la confluencia de los ríos Paria y Auqui para determinar el hidrograma en ese punto para ambos cauces de los ríos para que este sea el hidrograma de entrada de la nueva simulación.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgos  
CIP N°132438

2

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**




Imagen del desembalse de las lagunas de Palcacocha y Tullpacocha, se visualiza 2 cortes (líneas negras) antes de la confluencia de los ríos Paria y Auqui.

**b) Segunda simulación:**

- Se utiliza un DEM de 1m de resolución y con este se procede a trabajar en el software Hec RAS 6.6, para luego realizar el mallado computacional de 2m de cuadrícula, seguido de esto se determina las condiciones de entorno la entrada del volumen de los flujos provenientes de la laguna de Palcacocha y Tullpacocha que se encausan por los ríos Paria y Auqui respectivamente.
- Los hidrogramas determinados antes de la confluencia de los ríos mencionados ahora son los hidrogramas de entrada para esta nueva simulación.
- Se utiliza un shapefile de superficies de rugosidad o coeficientes de Manning para flujo de detritos con valores de 0.16 para zonas boscosas, 0.13 para cauce del río, 0.2 para sectores urbanos,

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgos  
CIP N°132438

3

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

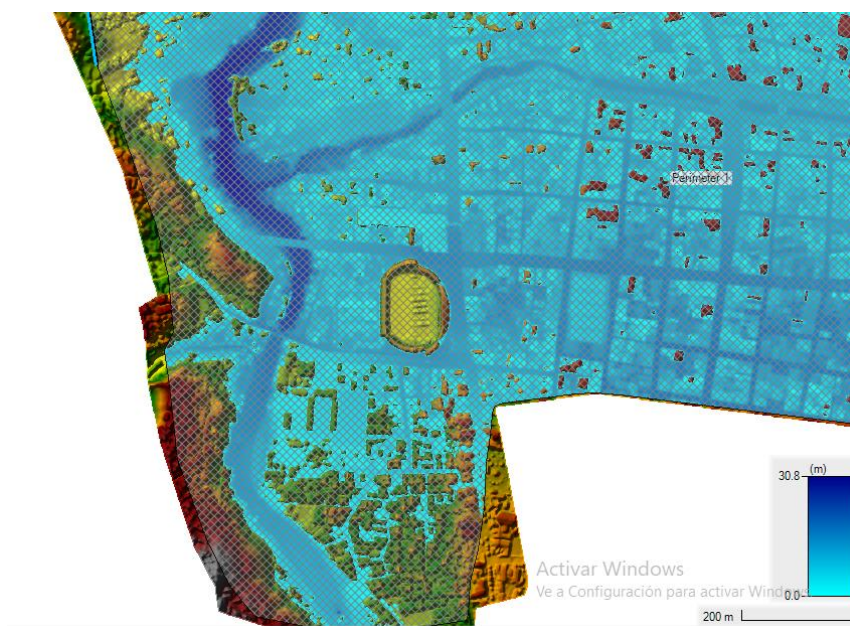
**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**

0.013 para superficies desnudas como tierra y rocas, 0,14 para pastizales y zonas agrícolas, en este caso de la segunda simulación solo se usan los coeficientes de rugosidad de áreas urbanas y cauce de rio ya que el ámbito solo abarca estas 2 áreas.


- Se ingresan las propiedades reológicas propias de flujo de detritos tomados de bibliografías respectivas usando la ecuación de O'Brian Ecuación (Cuadratic) con concentración volumétrica de 33.1% con parámetros de a: 0.291 b: 14.3, B: 33.1 y tamaño representativo de partículas 120 mm.
- Se crea el plan de la simulación con todas las entradas que requiere el software para obtener el resultado de altura de flujo y velocidad de flujo.
- Una vez tenido los resultados de altura y velocidad se trabaja en el entorno de Python de Qgis para determinar la presión de impacto con la siguiente formula. (ZANCHETTA et al., 2004)

$$P_t = 0.5\rho_{df}gh + \rho_{df}v^2$$

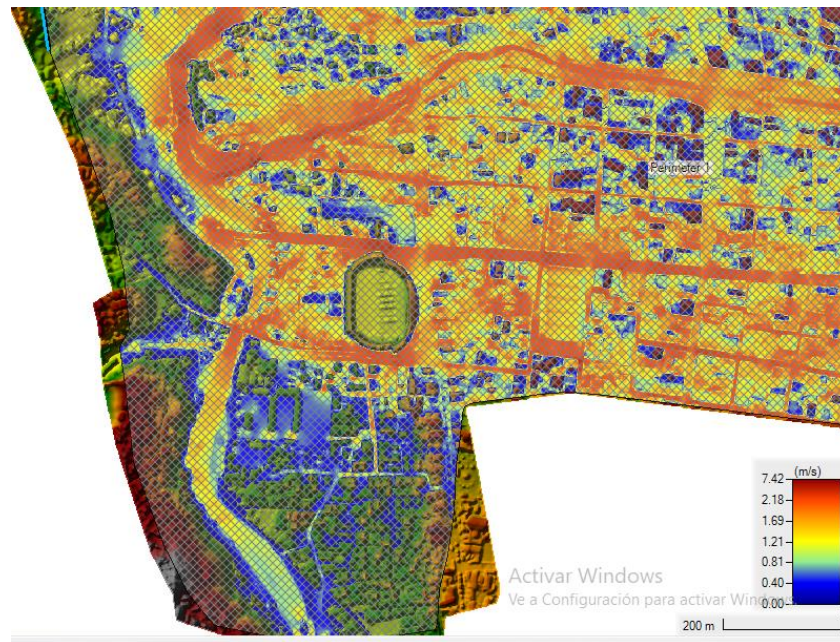
- En dicho entorno se trabaja con el ráster de velocidad, altura de flujo, gravedad de 9.8 m/s<sup>2</sup> y la densidad del flujo no newtoniano de 1800 kg/m<sup>3</sup>.



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgos  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**

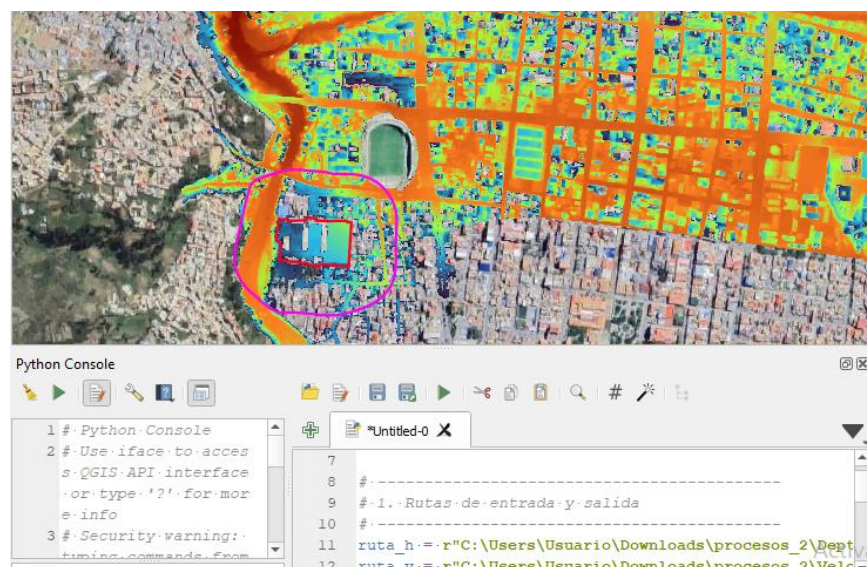


Ráster de altura y velocidad de flujo.

**c) Procesamiento de datos para hallar la presión de impacto:**

**Productos generados:**

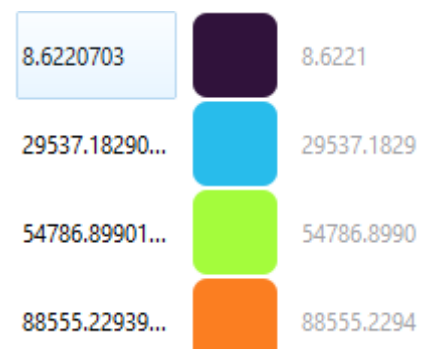
- Cuando modelo hidráulico termina la simulación se obtienen los resultados principales como de altura de flujo, velocidad de flujo, elevación del flujo con respecto de la topografía.
- Par determinar el comportamiento del flujo de inundación con la presencia de barreos como edificaciones circundantes se determina la presión de impacto en la calculadora de Python de Qgis con los ráster de altura y velocidad de flujo.



Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgos  
CIP N°132438

Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**



Visualización de la presión de impacto y su categorización en unidades de Pascales o N/m<sup>2</sup>

**4. Resultado de la simulación.**

- Se obtuvo el ráster de altura de flujo, velocidad de flujo para que con estos se pueda analizar el nivel de inundación en el centro educativo.
- Los resultados del flujo del aluvión son disipados por las estructuras presentes en la trayectoria del flujo de acuerdo al resultado de la simulación hidráulica.
- Con una resolución a detalle del modelo de elevación digital se obtiene más detalle del comportamiento del flujo.
- Tanto la altura del flujo, velocidad y presión de impacto son valores que en un caso real su impacto no sería tan catastrófico.

**5. Análisis para evaluación de riesgo**

- Posible acumulación y encausamiento de flujos de detritos en sectores planos, generando riesgo de inundación y acumulación de sedimentos localizada según al tipo de peligros que podría afectar al centro educativo.
- Construcciones cercanas sin adecuada planificación de drenaje pueden incrementar la vulnerabilidad del colegio.
- Muros perimétricos con desgaste que podrían comprometer la seguridad estructural en caso de eventos extremos.

**6. Conclusiones**

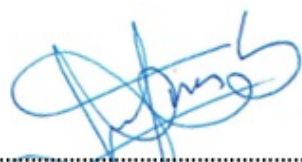
- La simulación hidráulica como producto de un aluvión originado desde la laguna de Palcacocha y Tullpacocha llega a afectar al centro educativo con altura de flujo menores a 1 m y velocidades mínimas.
- La presión de impacto del flujo del aluvión tiene valores mínimos que en un caso real no lograría una gran destrucción.

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**

**7. Recomendaciones**

- Reforzar y mantener los muros perimétricos para mejorar la seguridad estructural.
- Realizar un diseño estructural detallado del muro perimétrico del centro educativo.
- Realizar un levantamiento topográfico a mayor detalle usando equipo con estación total.
- Diseñar un plan de gestión de riesgos escolares, incluyendo simulacros y señalización de rutas de evacuación.
- Coordinar con autoridades locales la regulación del tránsito vehicular en las inmediaciones del colegio.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
*Consultor Senior en Gestión de Ries*  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## REPORTE DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS

Respecto a la topografía del ámbito de estudio se ha desarrollado mediante vuelo fotogramétrico (RPAS) con el cual se puede identificar elementos que componen la zona de interés.

### 1. Objetivo:

El levantamiento topográfico tiene como finalidad obtener información precisa sobre la configuración del terreno, sus pendientes, elevaciones y elementos naturales o construidos para identificar condiciones que puedan representar amenazas o vulnerabilidades frente a fenómenos naturales o antrópicos.

### 2. Marco de referencia

- Nombre de la institución: Colegio Pedro Pablo Atusparia
- Localización: Ciudad de Hauraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash
- Coordenadas:  
Este: 221741.22  
Norte: 8945726.23  
WGS 84 / UTM zona 18S
- Altitud relativa RPAS (sin puntos de control): 2926.6462 m

### 3. Metodología

El levantamiento topográfico se ejecutó mediante vuelos con RPAS, aprovechando la capacidad de estos sistemas para obtener imágenes aéreas de alta resolución y generar modelos digitales del terreno. Esta metodología permite cubrir áreas extensas con rapidez y precisión, reduciendo tiempos y costos frente a métodos tradicionales.

#### a) Planificación de vuelo:

- Definición del área de estudio: Se delimitó el perímetro del Colegio Pedro Pablo Atusparia y zonas aledañas relevantes para la evaluación de riesgos.
- Diseño de la misión: Se establecieron rutas de vuelo con traslape longitudinal y transversal adecuado para garantizar la calidad del ortomosaico.

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**

- Altura de vuelo: Se definió una altitud de operación que permitiera obtener una resolución espacial óptima (GSD entre 5–10 cm/píxel).
- Condiciones ambientales: El vuelo se realizó en condiciones de cielo despejado y baja velocidad de viento, minimizando distorsiones en las imágenes.




Registro de imágenes con vuelo RPAS en el ámbito del colegio Atusparia

**b) Equipos y software:**

- - RPAS utilizado: Multirrotor con cámara RGB de alta resolución.
- - Sistema de posicionamiento: GPS/GLONASS integrado para georreferenciación de imágenes.
- - Software de procesamiento: Aplicaciones de fotogrametría para generación de ortomosaicos, modelos digitales de superficie (MDS) y modelos digitales de terreno (MDT).

c) Procesamiento de datos: Productos generados:

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgos  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**

- Ortomosaico de alta resolución del área de estudio.
- Modelo digital de superficie (MDS).
- Curvas de nivel y perfiles topográficos

**4. Resultado del levantamiento**

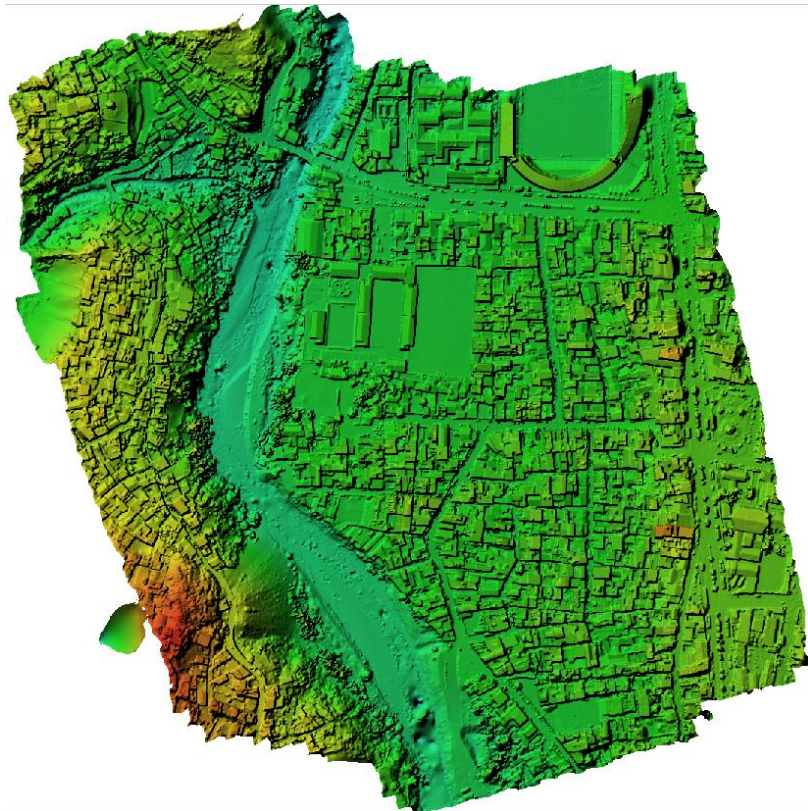
- Se obtuvo un ortomosaico de alta resolución que permite identificar con claridad las edificaciones, áreas verdes y vías de acceso dentro y alrededor del Colegio Pedro Pablo Atusparia.



La imagen que se observa es el ortomosaico del vuelo RPAS en el ámbito del colegio Atusparia

- El Modelo Digital de Superficie (MDS) evidenció variaciones en la topografía, resaltando pendientes moderadas de pendientes en el entorno del colegio.

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**




En la imagen se observa el modelo de elevación de superficie

- Se identificaron elementos relevantes: muros perimétricos, áreas de recreación.



Identificación de elementos en el ámbito del colegio Pedro Pablo Atusparia.

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro  
Consultor Senior en Gestión de Riesgos  
CIP N°132438

  
.....  
**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
EVALUADOR DE RIESGO – R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

**INFORME DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN DEL COLEGIO ATUSPARIA**

**5. Análisis para evaluación de riesgo**

- Posible acumulación de agua en sectores planos, generando riesgo de inundación localizada según al tipo de peligros que podría afectar al colegio.
- Construcciones cercanas sin adecuada planificación de drenaje pueden incrementar la vulnerabilidad del colegio.
- Muros perimétricos con desgaste que podrían comprometer la seguridad estructural en caso de eventos extremos.

**6. Conclusiones**

- El levantamiento topográfico mediante RPAS permitió obtener información precisa y detallada del área de estudio, optimizando tiempo y recursos frente a métodos convencionales.
- Los productos generados (ortomosaico, MDS y curvas de nivel) constituyen una base sólida para la planificación de medidas de mitigación y gestión de riesgos.
- Se confirma la existencia de condiciones de amenaza tanto naturales como antrópicas, que requieren atención para garantizar la seguridad de la comunidad educativa.

**7. Recomendaciones**

- Reforzar y mantener los muros perimétricos para mejorar la seguridad estructural.
- Diseñar un plan de gestión de riesgos escolares, incluyendo simulacros y señalización de rutas de evacuación.
- Coordinar con autoridades locales la regulación del tránsito vehicular en las inmediaciones del colegio.

Proyecto N°: **250916**  
 Proyecto: **EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN E INUNDACIÓN FLUVIAL DEL COLEGIO ATUSPARIA**  
 Ubicación: **Distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash**  
 Cliente: **Juan Carlos Torres Lázaro**

Fecha de Campo / Ensayo: 20/11/2025 25/11/2025  
 Código de Muestra: **M - 1**  
 Muestra:  
 Profundidad / Progresiva (m): Perfil natural  
 Coordenadas UTM ESTE/NORTE: 221,577.00 8,945,694.0

**CLASIFICACIÓN:**

SUCS (ASTM D2487): **SM**

ASSTHO: **A-2-4(0)**

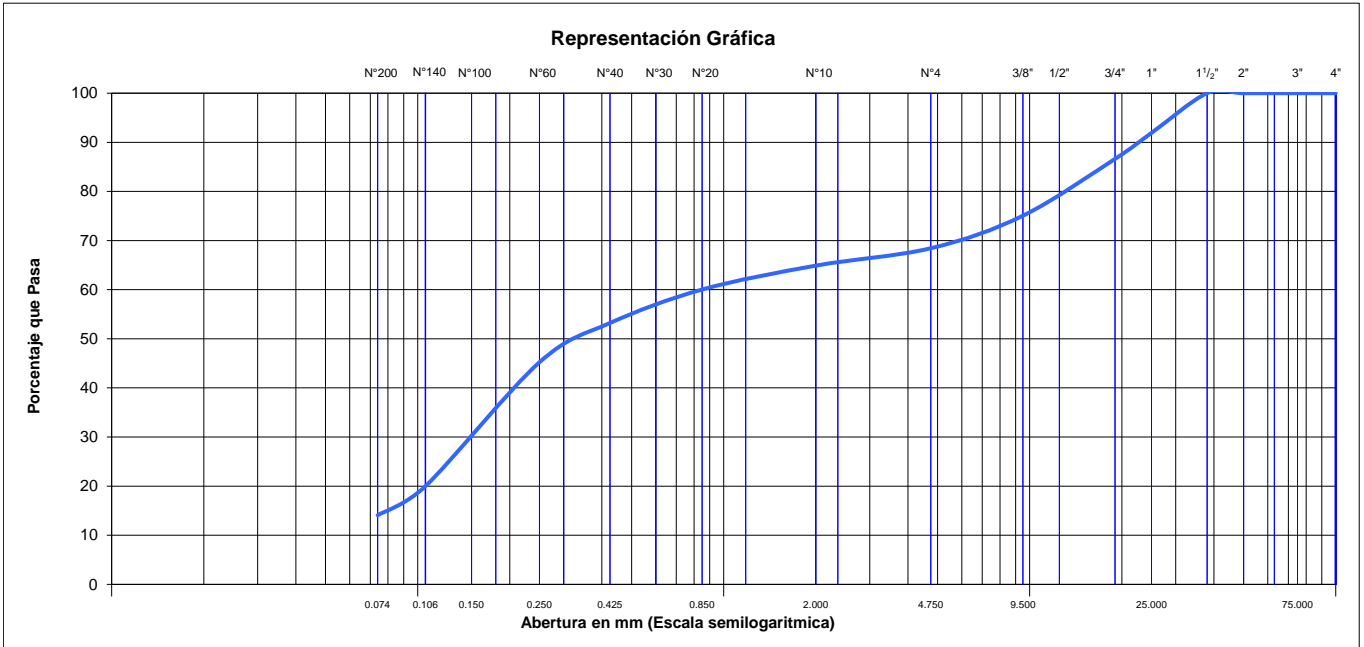
HUMEDAD (ASTM D2216): **3.2**

**LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318):**

Limite Líquido (LL): **NP**

Limite Plástico (LP): **NP**

Índice Plástico (IP): **NP**



Tamiz		Peso retenido	Porcentaje			Descripción de la muestra
Tamaño	Estándar		retenido	acumulado	que pasa	
4"	100,0 mm		0.0	0.0	100.0	N° del Recipiente (R) A-31
3"	75,0 mm		0.0	0.0	100.0	Peso del Recipiente (R) 380.88 g
2 1/2"	63,0 mm		0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Humedo con R 6035.00 g
2"	50,0 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Seco con R 5,861.00 g
1 1/2"	37,5 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Seco sin R 5,480.12 g
1"	25,0 mm	442.8	8.1	8.1	91.9	Peso Suelo Seco Lavado con R 5,089.98 g
3/4"	19,0 mm	289.2	5.3	13.4	86.6	Peso Suelo Seco Lavado sin R 4,709.10 g
1/2"	12,5 mm	437.9	8.0	21.4	78.6	
3/8"	9,50 mm	195.1	3.6	24.9	75.1	
1/4"	6,30 mm	253.2	4.6	29.6	70.4	<b>Valores para la clasificación</b>
N° 4	4,75 mm	109.5	2.0	31.6	68.4	Grava (%) : 31.6 D10 : 0.0
N° 8	2,36 mm	157.8	2.9	34.5	65.5	Arena (%) : 54.3 D30 : 0.2
N° 10	2,00 mm	35.7	0.7	35.1	64.9	Limos y Arcillas (%) : 14.1 D60 : 0.8
N° 16	1,18 mm	138.3	2.5	37.6	62.4	Cc : 1.3 Cu : 40.3
N° 20	850 µm	128.0	2.3	40.0	60.0	Arena limosa con grava
N° 30	600 µm	147.1	2.7	42.7	57.3	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>
N° 40	425 µm	225.9	4.1	46.8	53.2	Descripción de la Muestra
N° 50	300 µm	225.7	4.1	50.9	49.1	N° de Recipiente (R) A-31
N° 60	250 µm	211.6	3.9	54.8	45.2	Peso Suelo Húmedo más Recipiente (g) (M <sub>cms</sub> ) 6,035.00
N° 80	180 µm	512.3	9.4	64.1	35.9	Peso Suelo Seco más Recipiente (g) (M <sub>cds</sub> ) 5,861.00
N° 100	150 µm	342.2	6.3	70.4	29.6	Peso del Recipiente (g) (M <sub>c</sub> ) 380.88
N° 140	106 µm	526.6	9.6	80.0	20.0	Peso del Agua (g) (M <sub>w</sub> ) 174.00
N° 200	75 µm	322.9	5.9	85.9	14.1	Peso del Suelo Seco (g) (M <sub>s</sub> ) 5,480.12
FONDO	-	0.0	14.1	100.0	0.0	Humedad (%) (w) <b>3.18</b>

Ensayado por: A. Aguirre

Revisado por: J. Torres

**Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro**  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

## LABORATORIO GEOTÉCNICO DE SUELOS

### Análisis Granulométrico por Tamizado Determinación del Contenido de Humedad ASTM D422 / ASTM D2216 REGISTRO DE RESULTADOS

Proyecto N°: **250916**  
 Proyecto: **EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN E INUNDACIÓN FLUVIAL DEL COLEGIO ATUSPARIA**  
 Ubicación: **Distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash**  
 Cliente: **Juan Carlos Torres Lázaro**

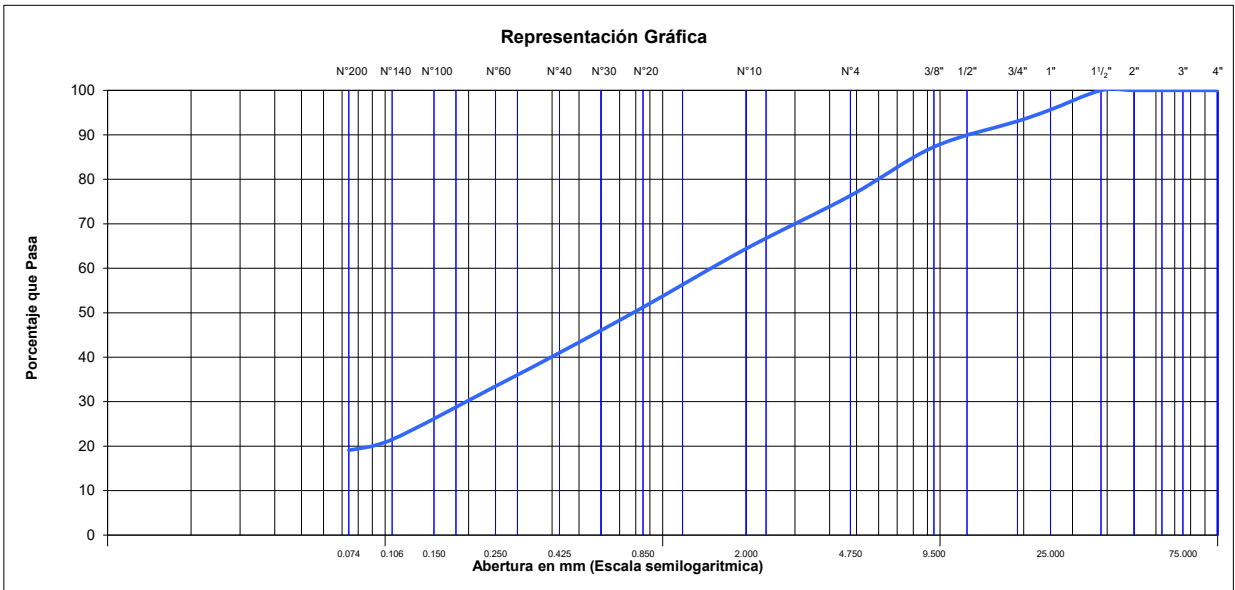
Fecha de Campo / Ensayo: 20/11/2025 / 25/11/2025  
 Código de Muestra: **M - 2**  
 Muestra:  
 Profundidad / Progresiva (m): Perfil natural  
 Coordenadas UTM ESTE/NORTE: 221,603.00 / 8,945,758.0

#### CLASIFICACIÓN:

SUCS (ASTM D2487): **SM**      ASSTHO: **A-2-4(0)**      HUMEDAD (ASTM D2216): **3.0**

#### LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318):

Limite Líquido (LL): **NP**      Limite Plástico (LP): **NP**      Índice Plástico (IP): **NP**



Tamiz	Tamaño	Estándar	Peso retenido	Porcentaje			Descripción de la muestra
				retenido	acumulado	que pasa	
4"	100,0 mm			0.0	0.0	100.0	N° del Recipiente (R) A-46
3"	75,0 mm			0.0	0.0	100.0	Peso del Recipiente (R) 326.12 g
2 1/2"	63,0 mm			0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Húmedo con R 3350.00 g
2"	50,0 mm		0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Seco con R 3,262.00 g
1 1/2"	37,5 mm		0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Seco sin R 2,935.88 g
1"	25,0 mm		131.1	4.4	4.4	95.6	Peso Suelo Seco Lavado con R 2,687.82 g
3/4"	19,0 mm		77.7	2.6	6.9	93.1	Peso Suelo Seco Lavado sin R 2,361.70 g
1/2"	12,5 mm		123.7	4.1	11.1	88.9	
3/8"	9,50 mm		50.0	1.7	12.7	87.3	
1/4"	6,30 mm		187.1	6.2	18.9	81.1	Valores para la clasificación
N° 4	4,75 mm		142.8	4.7	23.7	76.3	Grava (%): 23.7      D10: 0.0
N° 8	2,36 mm		286.6	9.5	33.2	66.8	Arena (%): 57.2      D30: 0.2
N° 10	2,00 mm		71.9	2.4	35.6	64.4	Limos y Arcillas (%): 19.1      D60: 1.5
N° 16	1,18 mm		236.1	7.8	43.4	56.6	Cc: 2.9      Cu: 157.7
N° 20	850 µm		160.4	5.3	48.8	51.2	Arena limosa con grava
N° 30	600 µm		142.7	4.7	53.5	46.5	
N° 40	425 µm		165.0	5.5	59.0	41.0	CONTENIDO DE HUMEDAD
N° 50	300 µm		139.2	4.6	63.6	36.4	Descripción de la Muestra
N° 60	250 µm		87.0	2.9	66.5	33.5	N° de Recipiente (R) A-46
N° 80	180 µm		156.7	5.2	71.7	28.3	Peso Suelo Húmedo más Recipiente (g) (M <sub>ems</sub> ) 3,350.00
N° 100	150 µm		73.3	2.4	74.2	25.8	Peso Suelo Seco más Recipiente (g) (M <sub>eds</sub> ) 3,262.00
N° 140	106 µm		130.5	4.3	78.5	21.5	Peso del Recipiente (g) (M <sub>r</sub> ) 326.12
N° 200	75 µm		72.4	2.4	80.9	19.1	Peso del Agua (g) (M <sub>w</sub> ) 88.00
FONDO	-		0.0	19.1	100.0	0.0	Peso del Suelo Seco (g) (M <sub>s</sub> ) 2,935.88
							Humedad (%) (w) <b>3.00</b>

Ensayado por: A. Aguirre      Revisado por: J. Torres      Ing. CIP Juan Carlos Torres Lázaro  
 INGENIERO GEÓLOGO - REG. N°132438  
 EVALUADOR DE RIESGO - R.J. N°124-2018-CENEPRED/J