



Río Blanco - Santa Cruz

Diciembre 2020

Evaluación del riesgo por aluvión en la parte baja de la subcuenca del río Blanco - Santa Cruz, distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas, departamento de Áncash

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUBDIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña INAIGEM

Dr. Bram Leo Willems
Presidente Ejecutivo

Abog. Guillermo Rojas Gutiérrez
Gerente General

Ing. Jesús Gómez López
Director
Dirección de Investigación en Glaciares

Ing. Juan C. Torres Lázaro
Subdirector
Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares

Equipo Técnico:

Ing. Juan C. Torres Lázaro
Geóg. Víctor Luján Ccorahua
Ing. Adriana Caballero Bedriñana
Ing. Harrinson Jara Infantes
Bach. Enver Melgarejo Romero
Ing. Hilbert Villafane Gomez
Bach. Julia Araujo Reyes

Huaraz, diciembre del 2020



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	12
CAPITULO I GENERALIDADES.....	14
1.1. INTRODUCCIÓN	14
1.2. OBJETIVOS.....	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. UBICACIÓN.....	16
1.4.1. Geográfica.....	16
1.4.2. Política.....	16
1.4.3. Hidrográfica	16
1.5. ÁMBITOS GLACIARES.....	18
1.5.1. Nevado Pucajirca y Rinrijirca	18
1.5.2. Nevado Taulliraju.....	18
1.5.3. Laguna Arhuaycocha.....	19
1.5.4. Laguna Jatuncocha	20
1.6. DESCRIPCIÓN SOCIAL.....	21
1.6.1. Población.....	21
1.6.2. Vivienda.....	21
CAPITULO II ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PELIGROSIDAD.....	22
2.1. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA PELIGROSIDAD	22
2.1.1. Metodología de Ponderación	23
2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO	24
2.3. CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO.....	26
2.3.1. Altura del flujo.....	26
2.3.2. Modelamiento de la cadena de procesos.....	26
2.3.3. Ponderación de los parámetros de evaluación del peligro por aluvión .	28
2.3.4. Identificación de los elementos expuestos	30
2.4. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE EL PELIGRO POR ALUVIÓN.	32
2.5. FACTOR DESENCADENANTE Y PONDERACIÓN	32
2.5.1. Volumen del desembalse.....	32
2.5.2. Ponderación del volumen del desembalse.....	35



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

2.6.	FACTORES CONDICIONANTES Y PONDERACIÓN.....	36
2.6.1.	Unidades Geotécnicas.....	37
2.6.1.1.1.	Basamento Rocoso.....	37
2.6.1.1.2.	Suelos.....	37
2.6.1.1.3.	Suelos de resistencia baja.(S-IV)	38
2.6.1.1.4.	Suelos de resistencia media (S-III).....	39
2.6.1.1.5.	Rocas de resistencia media – baja (R-IV)	40
2.6.1.1.6.	Rocas de resistencia media (R-III)	40
2.6.1.1.7.	Rocas de resistencia alta (R-II)	41
2.6.2.	Unidades Geológicas.....	44
2.6.2.1.1.	Depósitos inconsolidados.....	44
2.6.2.1.2.	Depósitos fluviales (Q-fl)	44
2.6.2.1.3.	Depósitos glaciáricos (Q-gl)	45
2.6.2.1.4.	Unidades del substrato	46
2.6.2.1.5.	Grupo Calipuy (PN-vca)	46
2.6.2.1.6.	Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)	46
2.6.2.1.7.	Batolito de la Cordillera Blanca (Nm-bcb).....	47
2.6.3.	Unidades Geomorfológicas.....	50
2.6.3.1.1.	Cauce (Ca)	50
2.6.3.1.2.	Relieve colinoso en ladera de suelo (Rc-ls)	50
2.6.3.1.3.	Relieve colinoso en ladera de roca volcánica (Rc – lrv)	51
2.6.3.1.4.	Relieve colinoso en ladera de roca sedimentaria (Rc – lrs)	51
2.6.3.1.5.	Relieve Montañoso en ladera de roca intrusiva (Rm – lri)	52
2.6.4.	Pendientes.....	55
2.6.4.1.1.	Pendiente menor a 5%.....	55
2.6.4.1.2.	Pendiente entre 5 a 15%.....	55
2.6.4.1.3.	Pendiente entre 15 a 25%.....	55
2.6.4.1.4.	Pendiente entre 25 a 50%.....	55
2.6.4.1.5.	Pendiente mayor a 50%.....	55
2.7.	ESTRATIFICACIÓN DE LA PELIGROSIDAD	58
2.8.	MAPA DE NIVELES DE PELIGROSIDAD.....	58
CAPITULO III:		60
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD		60
3.1.	METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	60



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

3.2. VULNERABILIDAD EN VIVIENDAS.....	62
3.2.1. Dimensión social.....	62
3.2.1.1. Ponderación de la fragilidad social	62
3.2.1.2. Ponderación de la resiliencia social.....	64
3.2.2. Dimensión física	66
3.2.2.1. Ponderación de la fragilidad física	66
3.2.2.2. Ponderación de los descriptores de la Fragilidad Física	67
3.2.2.3. Ponderación de la resiliencia física.....	71
3.2.3. Dimensión económica	72
3.2.3.1. Ponderación de la fragilidad económica	72
3.2.3.2. Ponderación de la resiliencia económica	73
3.2.4. Dimensión ambiental	74
3.2.4.1. Ponderación de la fragilidad ambiental	74
3.2.4.2. Ponderación de la resiliencia ambiental.....	76
3.3. VULNERABILIDAD DE ESTRUCTURAS	76
3.3.1. Dimensión física.....	76
3.3.1.1. Ponderación de la exposición física	77
3.3.1.2. Ponderación de la fragilidad física.....	78
3.4. NIVEL DE VULNERABILIDAD	83
3.4.1. Nivel de vulnerabilidad en viviendas	83
3.4.2. Nivel de vulnerabilidad en estructuras	84
3.5. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	85
3.5.1. Estratificación de vulnerabilidad en viviendas	85
3.5.1.1. Estratificación de vulnerabilidad en estructuras	86
3.6. MAPA DE VULNERABILIDAD	87
3.6.1. Mapa de vulnerabilidad por aluvión en viviendas	87
3.6.1.1. Mapa de vulnerabilidad por aluvión en estructuras	87
CAPITULO IV CÁLCULO DEL RIESGO	90
4.1. RIESGO	90
4.2. METODOLOGÍA	91
4.3. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO	92
4.3.1. Nivel del riesgo por aluvión en viviendas	93
4.3.2. Nivel del riesgo por aluvión en estructuras.....	94
4.4. ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO	94



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

4.4.1.	Estratificación del riesgo por aluvión en viviendas	94
4.4.2.	Estratificación del riesgo por aluvión en estructuras	96
4.5.	MAPA DE RIESGO	97
4.5.1.	Mapa del riesgo por aluvión en viviendas	97
4.5.2.	Mapa del riesgo por aluvión en estructuras	97
4.6.	CÁLCULO DE LOS DAÑOS PROBABLES.....	100
4.6.1.	Estimación de daños probables	100
4.7.	CONTROL DEL RIESGO, ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA.....	101
4.7.1.	Valoración de consecuencias	101
4.7.2.	Valoración de frecuencia	101
4.7.3.	Nivel de consecuencia y daños.....	102
4.7.4.	Aceptabilidad y/o tolerancia	102
4.7.5.	Prioridad de Intervención	103
4.7.6.	Medidas de Control.....	103
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		104
5.1.	CONCLUSIONES	104
5.2.	RECOMENDACIONES	105
5.2.1.	MEDIDAS ESTRUCTURALES	105
5.2.2.	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	106
BIBLIOGRAFÍA.....		107
ANEXO A		108



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tabla para ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty</i>	24
<i>Tabla 2. Antecedentes de principales eventos aluvionales en la Cordillera Blanca</i>	25
<i>Tabla 3. Ponderación del parámetro de evaluación “Comparación de Pares”</i>	28
<i>Tabla 4. Matriz de normalización de la altura de flujo</i>	28
<i>Tabla 5. Índice de consistencia de la altura de flujo</i>	28
<i>Tabla 6. Población expuesta</i>	30
<i>Tabla 7. Viviendas expuestas</i>	30
<i>Tabla 8. Infraestructuras expuestas</i>	30
<i>Tabla 9. Factores de susceptibilidad</i>	32
<i>Tabla 10. Intervalos y niveles de volumen del desembalse de las lagunas glaciares</i>	33
<i>Tabla 11. Comparación de pares del factor desencadenante</i>	35
<i>Tabla 12. Matriz de normalización del “Desencadenante - Volumen de Desembalse”</i>	35
<i>Tabla 13 Índice de consistencia del desencadenante</i>	35
<i>Tabla 14. Comparación de pares de los factores condicionantes</i>	36
<i>Tabla 15. Matriz de normalización del factor condicionante</i>	36
<i>Tabla 16. Índice de consistencia del factor condicionante</i>	36
<i>Tabla 17. Clasificación de unidades geotécnica</i>	37
<i>Tabla 18. Comparación de pares de la geotecnia</i>	43
<i>Tabla 19. Matriz de normalización de la geotecnia</i>	43
<i>Tabla 20. Índice de consistencia de la geotecnia</i>	43
<i>Tabla 21. Ponderación de geología “Comparación de pares”</i>	49
<i>Tabla 22. Matriz de normalización de la geología</i>	49
<i>Tabla 23. Índice de consistencia de la geología</i>	49
<i>Tabla 24. Ponderación geomorfología “Comparación de pares”</i>	54



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<i>Tabla 25. Matriz de normalización de la geomorfología</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 26. Índice de consistencia de la geomorfología.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 27. Ponderación de la pendiente “Comparación de pares”.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 28. Matriz de normalización de la pendiente</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 29. Índice de consistencia de la pendiente.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 30. Estratificación de la peligrosidad ante un posible aluvión.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 31. Factores de vulnerabilidad y descriptores considerados en cada dimensión – viviendas.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 32. Factores de vulnerabilidad y descriptores considerados en cada dimensión – estructuras.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 33. Comparación de pares grupo etario</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 34. Matriz de normalización del grupo etario.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 35. Índice de consistencia del grupo etario</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 36. Comparación de pares de discapacidad.</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 37. Matriz de normalización de discapacidad.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 38. Índice de consistencia de discapacidad</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 39. Comparación de pares de la actitud frente al riesgo.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 40. Matriz de normalización frente al riesgo.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 41. Matriz de normalización</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 42. Comparación de pares del conocimiento sobre desastres en la localidad... </i>	<i>65</i>
<i>Tabla 43. Matriz de normalización del conocimiento sobre el desastre en la localidad</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 44. Índice de consistencia de conocimiento sobre el desastre en la localidad... </i>	<i>65</i>
<i>Tabla 45. Comparación de pares fragilidad física</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 46. Matriz de normalización de la fragilidad física</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 47. Índice de consistencia de la fragilidad física.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 48. Comparación de pares del material predominante en la pared.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 49. Matriz de normalización del material predominante en la pared.....</i>	<i>67</i>



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<i>Tabla 50. Índice de consistencia del material predominante en la pared.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 51. Comparación de pares del material predominante en el techo</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 52. Matriz de normalización del material predominante en el techo</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 53. Índice de consistencia del material predominante en el techo.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 54. Comparación de pares del estado de conservación.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 55. Matriz de normalización del estado de conservación</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 56. Índice de consistencia del estado de conservación.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 57. Comparación de pares de la antigüedad de la construcción.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 58. Matriz de normalización de la antigüedad de la construcción.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 59. Índice de consistencia de la antigüedad de la construcción</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 60. Comparación de pares del tipo de vivienda.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 61. Matriz de normalización del tipo de vivienda</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 62. Índice de consistencia del tipo de vivienda.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 63. Comparación de pares de la ocupación principal</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 64. Matriz de normalización de la ocupación principal.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 65. Índice de consistencia de la ocupación principal.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 66. Comparación de Pares del ingreso familiar.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 67. Matriz de normalización del ingreso familiar.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 68. Índice de consistencia del ingreso familiar</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 69. Comparación de pares del manejo aguas residuales.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 70. Matriz de normalización del manejo de aguas residuales.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 71. Índice de consistencia del manejo de aguas residuales</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 72. Comparación de pares del manejo de residuos sólidos.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 73. Matriz de normalización del manejo de residuos sólidos.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 74. Índice de consistencia del manejo de residuos sólidos</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 75. Comparación de pares de la capacitación en temas ambientales.....</i>	<i>76</i>



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<i>Tabla 76. Matriz de normalización de la capacitación en temas ambientales.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 77. Índice de consistencia de la capacitación en temas ambientales</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 78. Comparación de pares de la exposición física</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 79. Matriz de normalización de la exposición física</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 80. Índice de consistencia de la exposición física</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 81. Comparación de pares de la fragilidad física.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 82. Matriz de normalización de la fragilidad física</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 83. Índice de consistencia de la fragilidad física.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 84. Comparación de Pares del material predominante en la pared</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 85. Matriz de normalización del material predominante en la pared.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 86. Índice de consistencia del material predominante en la pared.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 87. Comparación de pares del material predominante en el techo</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 88. Matriz de normalización del material predominante en el techo</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 89. Índice de consistencia del material predominante en el techo.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 90. Comparación de pares del estado de conservación.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 91. Matriz de normalización del estado de conservación</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 92. Índice de consistencia del estado de conservación.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 93. Comparación de pares de la antigüedad de la construcción</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 94. Matriz de normalización de la antigüedad de la construcción.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 95. Índice de consistencia de la antigüedad de la construcción</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 96. Nivel de vulnerabilidad en viviendas.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 97. Nivel de vulnerabilidad en estructuras.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 98. Nivel de vulnerabilidad en viviendas.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 99. Nivel de vulnerabilidad estratificado en estructuras.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 100. Nivel de riesgo por aluvión en viviendas.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 101. Nivel del riesgo por aluvión en estructuras.....</i>	<i>94</i>



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<i>Tabla 102. Estratificación del riesgo por aluvión en viviendas.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 103. Estratificación del riesgo por aluvión en estructuras.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 104. Estimación de los costos de los efectos probables.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 105. Valoración y nivel de la frecuencia de consecuencia.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 106. Valoración y nivel de la frecuencia de ocurrencia.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 107. Nivel de consecuencias y daños</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 108. Aceptabilidad y tolerancia</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 109. Prioridad y nivel de intervención.....</i>	<i>103</i>

INDICE DE FIGURA

<i>Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2. Nevado Taulliraju y Rinrijirca, lengua del glaciar Arhuay en contacto con la laguna Arhuaycocha</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3. Laguna Arhuaycocha de origen glaciar.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4. Laguna Jatuncocha.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5. Metodología para determinar los niveles de peligrosidad por aluvión.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6. Procesos en cadena en el ambiente glaciar de la laguna Arhuaycocha y Jatuncocha</i>	<i>27</i>
<i>Figura 7. Mapa de altura de flujo en el área de estudio.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8. Mapa de elementos expuestos</i>	<i>31</i>
<i>Figura 9. Altura de flujo de avalancha, originado desde el glaciar Pucajirca</i>	<i>34</i>
<i>Figura 10. Velocidad de avalancha, originado desde el glaciar Pucajirca</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11. Suelos de resistencia baja</i>	<i>38</i>
<i>Figura 12. Suelos de resistencia media</i>	<i>39</i>
<i>Figura 13. Roca de resistencia media-baja</i>	<i>40</i>
<i>Figura 14. Roca de resistencia media.....</i>	<i>41</i>



*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<i>Figura 15. Mapa de unidades geotécnicas del área de estudio.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 16. Vista de depósitos fluviales, con bloques redondeados a subredondeados.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 17. Vista de depósitos glaciáricos.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 18. Afloramiento del volcánico Calipuy.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 19. Afloramiento rocoso del Grupo Goyllarisquizga</i>	<i>47</i>
<i>Figura 20. Afloramiento rocoso del Batolito de la Cordillera Blanca</i>	<i>47</i>
<i>Figura 21. Mapa de unidades geológicas del área de estudio.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 22. Cauce del río Blanco – Santa Cruz.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 23. Relieve colinoso en laderas de suelo en la parte baja de la subcuenca Río Blanco – Santa Cruz.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 24. Relieve montañoso en laderas de roca intrusiva en la parte baja de la subcuenca Río Blanco – Santa Cruz</i>	<i>52</i>
<i>Figura 25. Mapa de unidades geomorfológicas del área de estudio.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 26. Mapa de pendientes del área de estudio</i>	<i>56</i>
<i>Figura 27. Mapa de niveles de peligrosidad por aluvión.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 28. Distribución porcentual de los niveles de vulnerabilidad en viviendas.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 29. Distribución porcentual de los niveles de vulnerabilidad en estructuras</i>	<i>84</i>
<i>Figura 30. Mapa del nivel de vulnerabilidad por aluvión en viviendas.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 31. Mapa del nivel de vulnerabilidad por aluvión en estructuras.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 32. Metodología para el cálculo del riesgo por aluvión.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 33. Distribución porcentual del nivel de riesgo por aluvión en viviendas.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 34. Distribución porcentual del nivel del riesgo por aluvión en estructuras.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 35. Mapa del nivel de riesgo por aluvión en viviendas</i>	<i>98</i>
<i>Figura 36. Mapa del nivel de riesgo por aluvión en estructuras.....</i>	<i>99</i>



RESUMEN EJECUTIVO

El Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña – INAI GEM, institución encargada de definir la política pública en glaciares y ecosistemas de montaña, a través de la dirección de investigación en glaciares, sub dirección de Riesgos Asociados a Glaciares, ha desarrollado la “Evaluación de riesgo por aluvión en la parte baja de la subcuenca del Río Blanco – Santa Cruz, distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas, departamento de Ancash”, tomando como referencia el “Manual para la evaluación del riesgo originado por fenómenos naturales, segunda edición”, del CENEPRED, el cual constituye un instrumento técnico orientador en la aplicación de procedimientos metodológicos de evaluación de riesgos originados por fenómenos de origen natural en un ámbito geográfico determinado, el cual fue adaptado a condiciones específicas propias de amenazas o peligros de origen glaciar y enmarcado dentro de la gestión prospectiva y correctiva.

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia se analizaron los factores desencadenantes y los factores condicionantes, considerando al desembalse de la laguna como factor desencadenante y los factores que condicionan la magnitud del efecto ante un posible aluvión, la geotecnia, geología, geomorfología y pendiente.

Para la determinación de un probable volumen de desembalse de la laguna Arhuaycocha, se consideró para el caso particular de la subcuenca Río Blanco Santa Cruz un escenario crítico de avalancha con un volumen de desprendimiento de 118,678.04 m³, (INAI GEM, 2017), que impactaría contra la laguna, generando olas que rebasarían y erosionarían el dique natural, liberando un volumen de agua de 19,550,794.95 m³, originando un flujo de detritos, cuya fuerza es disipada en su trayecto por la laguna Jatuconcha, y su volumen incrementado en 4,649,435 m³ por el desembalse de la misma. El modelamiento de la huella que generaría el desembalse de las lagunas, nos permitió determinar el área de estudio en la parte baja de la sub cuenca del Río Blanco – Santa Cruz.

Una vez definida el área de estudio, se consideraron los análisis de peligrosidad y vulnerabilidad, determinando niveles para cada uno de ellos, distribuidos de manera espacial, información base para la estratificación del riesgo.

Para el análisis de peligro, se consideró como parámetro de evaluación la altura del flujo, que representa la altura del desembalse que impactará con los elementos expuestos situados en el área de estudio; se realizó la ponderación de los descriptores de susceptibilidad del territorio, teniendo en cuenta factores condicionantes como:



unidades geotécnicas, geológicas, geomorfológicas y de pendientes del terreno; los cuales fueron procesados por el método de ponderación de Saaty, teniéndose como resultado la estratificación de los peligros.

Respecto del análisis de la vulnerabilidad, los elementos expuestos en el área de influencia del desembalse de la laguna Arhuaycocha, están las viviendas y estructuras como centrales hidroeléctricas, canales, pontones, entre otros. Para realizar el análisis de la vulnerabilidad de las estructuras, se utilizó la dimensión física, con los factores de exposición y fragilidad.

Habiéndose realizado la evaluación de riesgo por aluvión en la subcuenca Río Blanco – Santa Cruz, se identificó que los daños y/o pérdidas potenciales debido la ocurrencia de dicho evento, representarían un costo económico estimado en S/. 18, 590,000.00 soles, lo cual incluye costos de afectación de viviendas y estructuras. Para el cálculo de daños probables se ha considerado la afectación de 26 viviendas con un costo de S/. 390,000.00 y 6 estructuras con un costo de S/. 18'200,000.00.

Cabe precisar que, se ha priorizado el estudio de la parte baja de la subcuenca debido a que, es donde se localizan los elementos expuestos, conformados por 525 habitantes, 234 viviendas y 12 estructuras de importancia local, asimismo se identifica que el peligro va del nivel bajo a muy alto.

Como resultado de la evaluación del riesgo por aluvión de la subcuenca Río Blanco – Santa Cruz, se recomienda la adopción de medidas estructurales y no estructurales, precisando medidas estructurales relevantes como: la Implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) considerando los componentes que establece el INDECI; considerar el monitoreo en tiempo real del glaciar Pucajirca y la laguna Arhuaycocha; así también la implementación de un sistema de comunicación de alta tecnología; y la construcción de un sistema de estructuras de encausamiento y protección en ambas márgenes del río Río Blanco – Santa Cruz, teniendo en cuenta las zonas pobladas, a fin de disipar la energía de la masa aluviónica, y que evitar que esta afecte a los habitantes, viviendas y estructuras de importancia.



CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña – INAIGEM es la institución encargada de definir la política pública en glaciares y ecosistemas de montaña; en el contexto descrito la dirección de investigación en glaciares - sub dirección de riesgos asociados a glaciares, tienen por función realizar investigación aplicada en estudios de gestión del riesgo de desastres asociados a glaciares, con la finalidad de identificar y analizar los riesgos que se generan a partir del entendimiento de los peligros existentes en las subcuencas de origen glaciar, y conocer a las poblaciones y sus medios de vida que se encuentran vulnerables ante la amenaza de un peligro potencial por aluvión, y con el resultado del análisis del riesgo, recomendar medidas de prevención y reducción del riesgo a los gobiernos regionales y locales que se localizan en los ámbitos de las cuencas, sub cuencas y microcuencas priorizadas a nivel nacional.

En ese contexto, se ha realizado el estudio de “evaluación del riesgo por aluvión en la parte baja de la U.H. Rio Blanco – Santa Cruz, del distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas, departamento de Ancash”, incorporando los análisis de Peligrosidad y Vulnerabilidad, con la determinación de los niveles respectivos, información base para la determinación de los niveles de riesgo; así también para el cálculo de los efectos probables determinando la valorización económica de las viviendas y estructuras que se encuentran expuestas.

Este documento técnico servirá para conocer el posible impacto del peligro de origen natural Aluvión en la parte baja de la subcuenca, permitirá identificar los elementos expuestos como población, viviendas y estructuras como centrales hidroeléctricas, puentes, canales de conducción, entre otros, y su nivel de vulnerabilidad; para así definir el nivel del riesgo que tendrían si ocurriera un aluvión. Posteriormente se recomendarán medidas estructurales y no estructurales, que permitan que la población y sus medios de vida a través de sus autoridades regionales y locales, puedan gestionar adecuadamente el riesgo en el que se localizan.

Es de resaltar, que el presente estudio ha sido realizado en base a la normativa nacional que establece el Centro Nacional de Estimación y Prevención del Riesgo de Desastres – CENEPRED, a través del Manual para la Evaluación del



Riesgo Originado por Fenómenos Naturales, segunda edición, que se enmarca dentro de la gestión prospectiva y correctiva y dentro del proceso de estimación del riesgo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Identificar y determinar los niveles de riesgos originados por un aluvión de origen glaciar en la subcuenca Río Blanco - Santa Cruz, ubicado en distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas, departamento de Ancash, teniendo como área de estudio la huella de aluvión resultados de la modelización del fenómeno natural que se genera desde la laguna Arhuaycocha.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar y determinar los niveles de peligro y elaborar el mapa de peligro del área de influencia de un eventual aluvión.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad, y elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles del riesgo, elaborar el mapa de riesgos y recomendar la evaluación de la implementación de las medidas de prevención y/o reducción de riesgos correspondientes.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los desastres naturales en el país han ocasionado pérdidas de vidas humanas y materiales, es así que en el ámbito de las cordilleras glaciares se han evidenciado múltiples eventos aluviónicos que en algunos casos han sido por el desprendimiento de masas glaciares y de rocas, como el evento de 1970 en Yungay y de otra parte por el desborde violento de lagunas como es el caso de Palcacocha hacia Huaraz en 1941; es en ese sentido la importancia de realizar la “evaluación del riesgo por aluvión en la parte baja de U.H. Río Blanco - Santa Cruz, distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas, departamento de Ancash”, tiene por finalidad conocer el nivel del riesgo de los elementos expuestos y estimar los daños potenciales, dicha información nos permitirá determinar las acciones de prevención y/o reducción de riesgos que contribuyan al desarrollo sostenible de las poblaciones emplazadas en el ámbito de influencia y sus medios de vida; asimismo servirá de instrumento de gestión para la toma de decisión por las autoridades locales y regionales.



1.4. UBICACIÓN

1.4.1. Geográfica

El área de estudio se localiza geográficamente en las coordenadas UTM y geográficas, dentro de Datum WGS'84, Zona L-18 Sur, entre los puntos 1 y 2, se tiene:

Punto 1: Ubicación inferior del área de estudio - Desembocadura del río Colcas

<u>Coordenadas UTM</u>	<u>Coordenadas Geográficas</u>
Este: 186, 764 m;	Longitud: 77°50'53.11"O
Norte: 9, 012, 705 m;	Latitud: 8°55'14.59"S

Punto 2: Ubicación superior del área de estudio

<u>Coordenadas UTM</u>	<u>Coordenadas Geográficas</u>
Este: 195, 364 m;	Latitud: 8°57'7.65"S
Norte: 9, 009, 294 m;	Longitud: 77°46'12.68"O

1.4.2. Política

El área de estudio se localiza políticamente:

UBIGEO

- Centro Poblado : Cashapampa, Colcas, Conay, Punin
- Distrito : Santa Cruz 021208
- Provincia : Huaylas 0212
- Departamento : Ancash 02

1.4.3. Hidrográfica

El área de estudio se localiza hidrográficamente:

<u>Clasificación Strahler</u>	<u>Nombre</u>	<u>Clasificación Pfafstetter</u>
• Subcuenca :	Río Blanco Santa Cruz	137692
• Cuenca :	Santa	1376
• Vertiente :	Pacífico	1



PERÚ

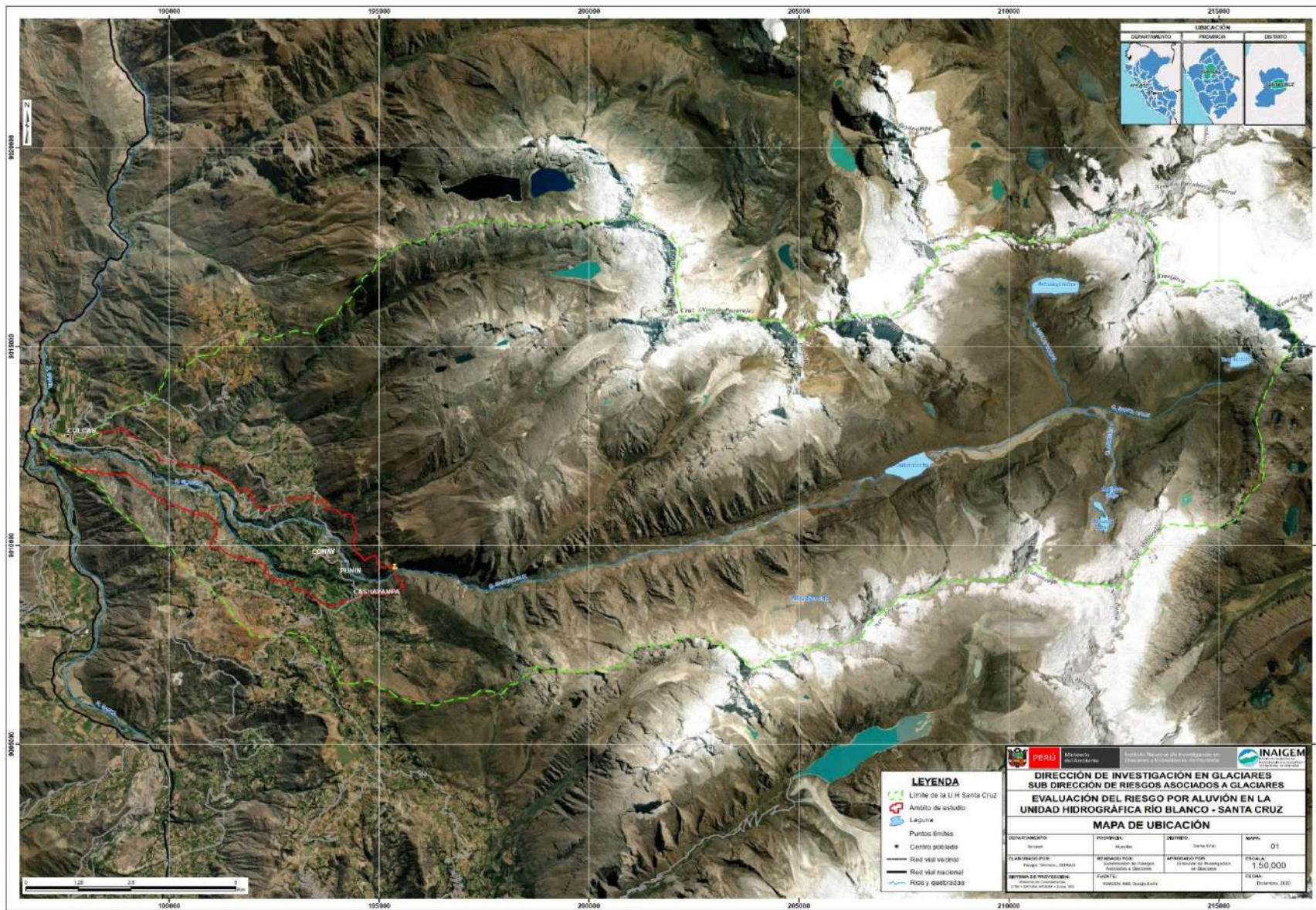
Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio





1.5. ÁMBITOS GLACIARES

De acuerdo al Inventario Nacional de Glaciares (INAIGEM, 2018), el área de estudio se localiza en la zona norte de la cordillera Blanca, teniendo en el ámbito glaciar, factores desencadenantes de aluvión que provienen del nevado Santa Cruz - Pucaraju (6,094 m snm), Abasraju (5,635 m snm), Quitaraju (5,917m snm), Alpamayo (5,866 m snm), Pucajirca (5,843 m snm), Rinrijirca (5,686 m snm), Taulliraju (5,521 m snm), Millishraju (5,451 m snm), Artesonraju, Caraz (6,025 m snm), Agujas (5,727 m snm) y lagunas proglaciares Arhuaycocha (4,436 m snm), Taullicocha (4,444 m snm), Artizón alto y Bajo (4,659 m snm y 4,509 m snm), Jatuncocha (3,903 m snm). Los cuales forman parte de la génesis del aluvión, cuya simulación es parte de este estudio.

A continuación, se muestran las características de las zonas de origen de los factores que pueden desencadenar un aluvión en la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz:

1.5.1. Nevado Pucajirca y Rinrijirca

Para la cuenca hidrográfica Santa Cruz, ambos nevados tienen influencia directa hacia la laguna Arhuaycocha, con la conformación principal en su base por el glaciar Ayhuay, el cual contiene grandes bloques de hielo con potencialidad de ocasionar desembalse en la laguna originando aluviones que ocasionarían daños en la parte baja de la cuenca.

1.5.2. Nevado Taulliraju

El nevado Taulliraju con influencia hacia la cuenca hidrográfica Santa Cruz, lo conforma el glaciar del mismo nombre, alimentado principalmente a la laguna Taullicocha; el glaciar muestra grandes bloques de hielo que podrían caer hacia la laguna originando desembalse violento ocasionando un aluvión que podrían generar grandes daños en la parte baja de la cuenca, por ello es necesario mencionar estos nevados y lagunas que tienen un peligro potencial en ocasionar un aluvión con resultados catastróficos.

Figura 2. Nevado Taulliraju y Rinrijirca, lengua del glaciar Arhuay en contacto con la laguna Arhuaycocha



1.5.3. Laguna Arhuaycocha

Localizada en la cabecera de la quebrada Arhuay y alimentada principalmente por el deshielo del frente glaciar de los nevados Pucahirca y Rinrihirca.

De acuerdo al último levantamiento batimétrico realizado en la laguna, por la UGRH, en noviembre de 2011, se sabe que el nivel del espejo de agua se encuentra a 4, 399,81 m s.n.m, con un área de 405,744.63 m², un volumen de 19, 550,794.95 m³; profundidad máxima de 97.68 m (correspondiente al nivel 4, 302,13 m s.n.m); largo de 1,180.62 m y ancho de 404.45 m.

En esta laguna entre los años 1999 y 2000, se ejecutaron trabajos de seguridad, abriéndose un tajo en flanco izquierdo, bajándose de manera gradual el nivel del espejo de agua en 8 m, construyéndose finalmente un canal de descarga de mampostería de piedra de 121.00 m de largo. En la actualidad la laguna Arhuaycocha drena sus aguas a través del canal en mención, canal rectangular de mampostería de piedra, de 2.60 m de ancho; obra que en la actualidad presenta deterioros importantes en las aletas de entrada.

De otra parte, es importante precisar que en la zona baja del depósito glaciérico frontal de la laguna Arhuaycocha, se visualizan humedales lacustres, los cuales son evidencia del flujo hídrico a través del dique natural existente en dicha laguna.

Figura 3. Laguna Arhuaycocha de origen glaciar.



1.5.4. Laguna Jatuncocha

Localizada en la zona central de la quebrada, es un cuerpo de agua originado inicialmente por la fusión y deshielo de los frentes glaciares de los principales nevados existentes en la sub cuenca, y posteriormente alimentado por el drenaje principal del río Santa Cruz.

De acuerdo a información proporcionada por la UGRH, se sabe que, el nivel del espejo de agua de la laguna Jatuncocha, se encuentra a 3, 887,00 m.s.n.m, con un área de 443,906.0 m², un volumen de 4,649,412.00 m³; profundidad máxima de 14 m; largo de 337.66 m y ancho de 127.70 m.

Figura 4. Laguna Jatuncocha



1.6. DESCRIPCIÓN SOCIAL

1.6.1. Población

La población en el distrito de Santa Cruz proyectada al año 2015¹ es de 5, 164 personas, predominando el grupo etario de 0 – 4, 5 – 9, 10 – 14, 15 – 19 años, haciendo un total de 2, 370 entre bebés, niños y adolescentes, lo que representa el 45% de la población total del distrito.

1.6.2. Vivienda

Las viviendas del distrito de Santa Cruz según el censo del 2007², el 90% de las viviendas son de propiedad privada, como casa independiente, teniendo como predominancia que las viviendas son de material de adobe y material noble.

¹ Proyección censal al 2015, INEI

² Censo XII de Población y VI Vivienda 2007, INEI

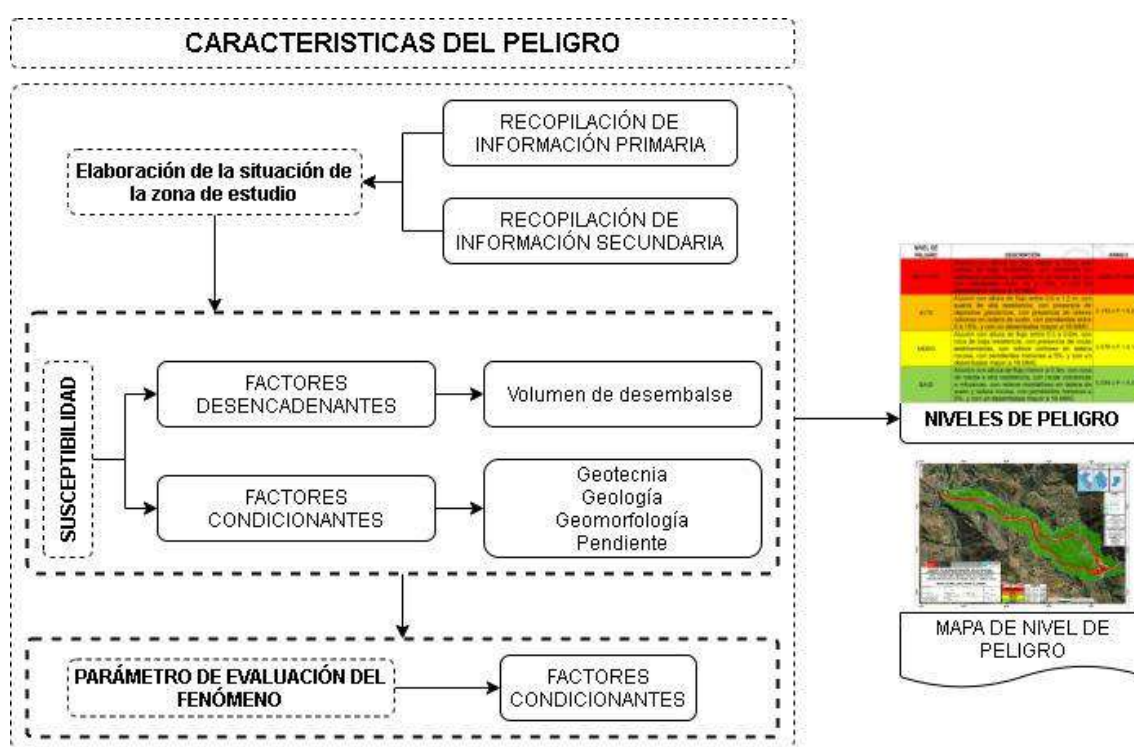
CAPITULO II

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PELIGROSIDAD

2.1. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA PELIGROSIDAD

Para determinar los niveles de peligrosidad, se tuvo en cuenta los alcances establecidos, desarrollándose los pasos:

Figura 5. Metodología para determinar los niveles de peligrosidad por aluvión.



Fuente: Adaptado del CENEPRED, 2014.



2.1.1. Metodología de Ponderación

Según el CENEPRED (2014), para la ponderación de los criterios, sub criterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. La matriz que se forma es una matriz cuadrada es decir el mismo número de filas y columnas.

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980), 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. 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 1. Tabla para ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty

ESC. NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferible que el segundo
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferible que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferible que el segundo.
1/5	Menos importante o preferible que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferible que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferible que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferible que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferible que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos 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: Saaty (1980) citado por (CENEPRED, 2014).

2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

Para el presente estudio de riesgos se ha identificado como peligro originado por fenómenos de geodinámica externa, el aluvión, el cual caracterizaremos e identificaremos a continuación:

Aluvión: Flujo de detritos que se desplazan a gran velocidad cuesta abajo del valle, producto del desembalse violento de lagunas glaciares (Huaraz, 1941) o de avalanchas de hielo y roca (Yungay, 1970). A continuación, se incluye algunas definiciones y conceptos sobre el aluvión, a saber:

Sedimentos clásticos heterogéneos, en cuanto a tamaño, forma y composición, depositados por los ríos o glaciares. Los materiales sueltos ubicados en las márgenes de los valles o glaciares son arrancados por las aguas o hielos y depositados en los cambios de pendiente o conos de deyección (Dávila, 2011).



La composición granulométrica y mineralógica, así como las características estructural-texturales varían ampliamente en función del régimen de los ríos, de la resistencia de las rocas a la erosión, de la cuenca hidrográfica y de las condiciones geomorfológicas generales (Lugo, 2011),

Finalmente, es una catastrófica liberación de agua de un reservorio que ha sido formado al lado, en frente, dentro, debajo o sobre la superficie de un glaciar. Las estructuras de diques o represas que contienen el agua del reservorio pueden estar compuestas principalmente por hielo glaciar, material cuaternario o roca madre.

Tabla 2. Antecedentes de principales eventos aluvionales en la Cordillera Blanca

AÑO	ALUVIÓN
20/01/1938	Aluvión en la quebrada Ulta, provincia de Carhuaz, por la ruptura de dique de la laguna Arteza.
13/12/1941	Aluvión de laguna Palcacocha- Huaraz, ocasionando la pérdida aproximada de 4 a 5 mil vidas humanas.
16/06/1951	Aluvión en la laguna Artesoncocha – Laguna Parón.
28/10/1951	Aluvión en la laguna Artesoncocha – Laguna Parón.
10/01/1962	Avalancha del Nevado Huascarán Norte, destruyendo Ranrahirca y ocasionando la pérdida de 4000 vidas humanas.
31/05/1970	Aluvión en Yungay y Ranrahirca, lo cual ocasionó la pérdida de 18,000 vidas humanas.
20/05/1997	Se produjo la ruptura del dique de la laguna Artizón, provocando su desembalse, cuyo efecto fue amortiguado por la laguna Jatuncocha.
19/03/2003	Se suscita un derrumbe sobre la laguna Palcacocha, produciendo su desborde y arrastre de material a través del río, consecuentemente, el desabastecimiento temporal de agua potable en la ciudad de Huaraz (6 días).
11/04/2010	Avalancha sobre la laguna 513, ocasionando daños, a diversas infraestructuras emplazadas aguas abajo.
08/02/2012	Se produjo la ruptura del dique de la laguna Artizón bajo, quebrada Santa Cruz, produciéndose un aluvión, que llegó hasta la laguna Jatuncocha.
15/02/2015	Avalancha de hielo y roca del nevado Chequiaraju, la cual impacta sobre la laguna Huallcacocha.

Fuente: Revista “Lo que el agua se llevó”, (Wegner, 2014)



2.3. CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

2.3.1. Altura del flujo

La altura del flujo es el nivel máximo del aluvión registrado a partir de la simulación y calculado para cada espacio diferencial de la llanura de inundación y el abanico aluvional; fue realizada a partir del modelamiento de avalanchas desde el glaciar Pucajirca hacia la laguna Arhuaycocha, en un escenario crítico, generándose posterior a ello ondas de impulso, ruptura de los diques y el flujo de detritos valle abajo, en su recorrido impacta con la laguna Jatuncocha, aumentando el volumen del flujo de detritos.

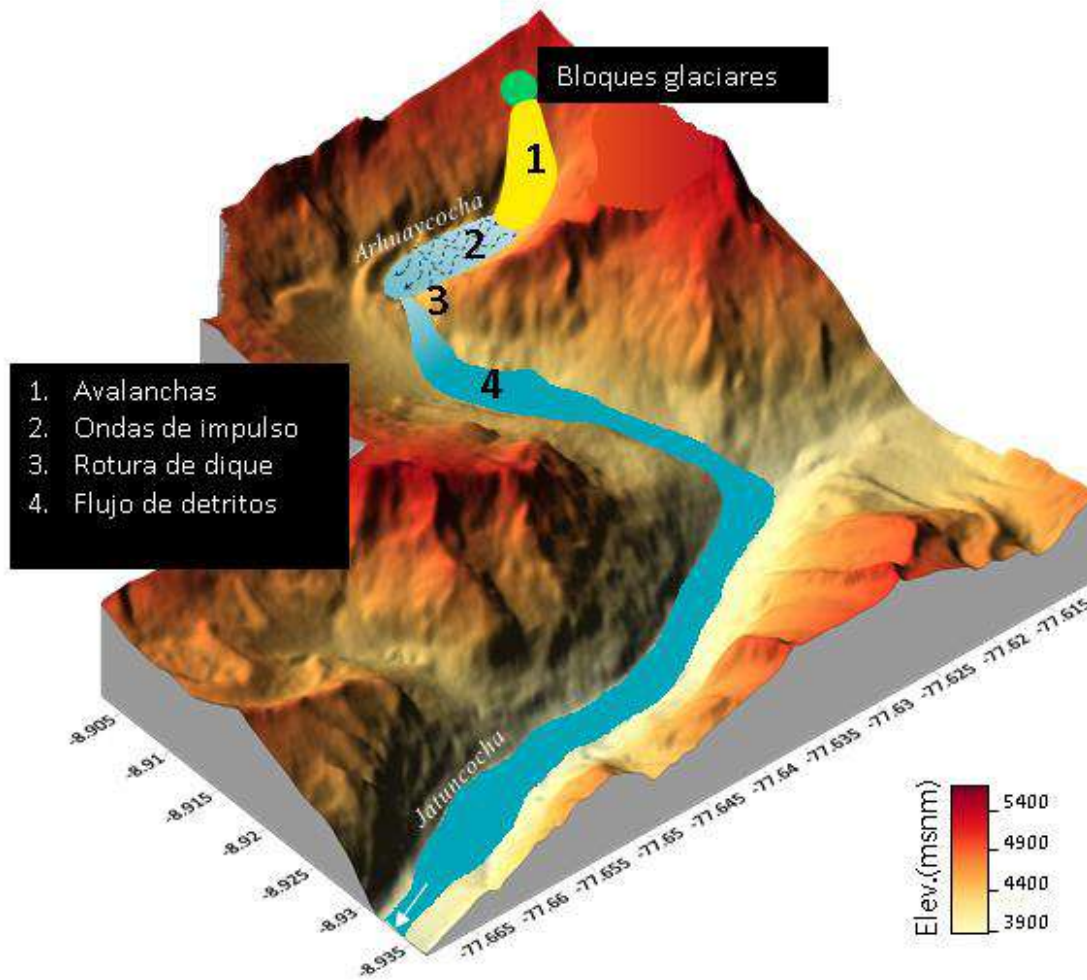
La información física considerada para el modelamiento de la inundación fue: la topografía de la llanura de inundación a través de un modelo digital de elevación (DEM) con una resolución espacial de 12.5 m; la información batimétrica obtenida del Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas de la Autoridad Nacional del Agua (año 2011); y el coeficiente de rugosidad de Manning estimado mediante el Índice de vegetación Normalizada NDVI obtenido de las imágenes satelitales de Sentinel 2A de resolución espacial de 10 m.

2.3.2. Modelamiento de la cadena de procesos

Los fenómenos originados en lagunas de origen glaciar tienen su cadena de procesos, correspondientes a: (1) avalanchas, (2) ondas de impulso, (3) erosión del dique natural y (4) flujo de detritos, tal como se muestra en la figura N°6. Cada proceso en cadena es simulado individualmente considerando el tipo de flujo, los datos de entrada y características particulares del territorio.



Figura 6. Procesos en cadena en el ambiente glaciar de la laguna Arhuaycocha y Jatuncocha





2.3.3. 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 a la altura del flujo de detritos como parámetro de evaluación del peligro.

A continuación, se muestra las tablas utilizadas con las variables de ponderación del indicador que permiten definir las características del peligro.

Tabla 3. Ponderación del parámetro de evaluación "Comparación de Pares"

ALTURA DE FLUJO	Mayor a 1.2 m	De 0.6 a 1.2 m	De 0.3 a 0.6 m	De 0.1 a 0.3 m	Menor a 0.1 m
Mayor a 1.2 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 0.6 a 1.2 m	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
De 0.3 a 0.6 m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 0.1 a 0.3 m	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Menor a 0.1 m	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.75	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Tabla 4. Matriz de normalización de la altura de flujo

ALTURA DE FLUJO	Mayor a 1.2 m	De 0.6 a 1.2 m	De 0.3 a 0.6 m	De 0.1 a 0.3 m	Menor a 0.1 m	Vector Priorización
Mayor a 1.2 m	0.560	0.632	0.524	0.457	0.375	0.509
De 0.6 a 1.2 m	0.187	0.211	0.315	0.261	0.250	0.245
De 0.3 a 0.6 m	0.112	0.070	0.105	0.196	0.208	0.138
De 0.1 a 0.3 m	0.080	0.053	0.035	0.065	0.125	0.072
Menor a 0.1 m	0.062	0.035	0.021	0.022	0.042	0.036

Tabla 5. Índice de consistencia de la altura de flujo

IC	0.060
RC	0.054



PERÚ

Ministerio del Ambiente

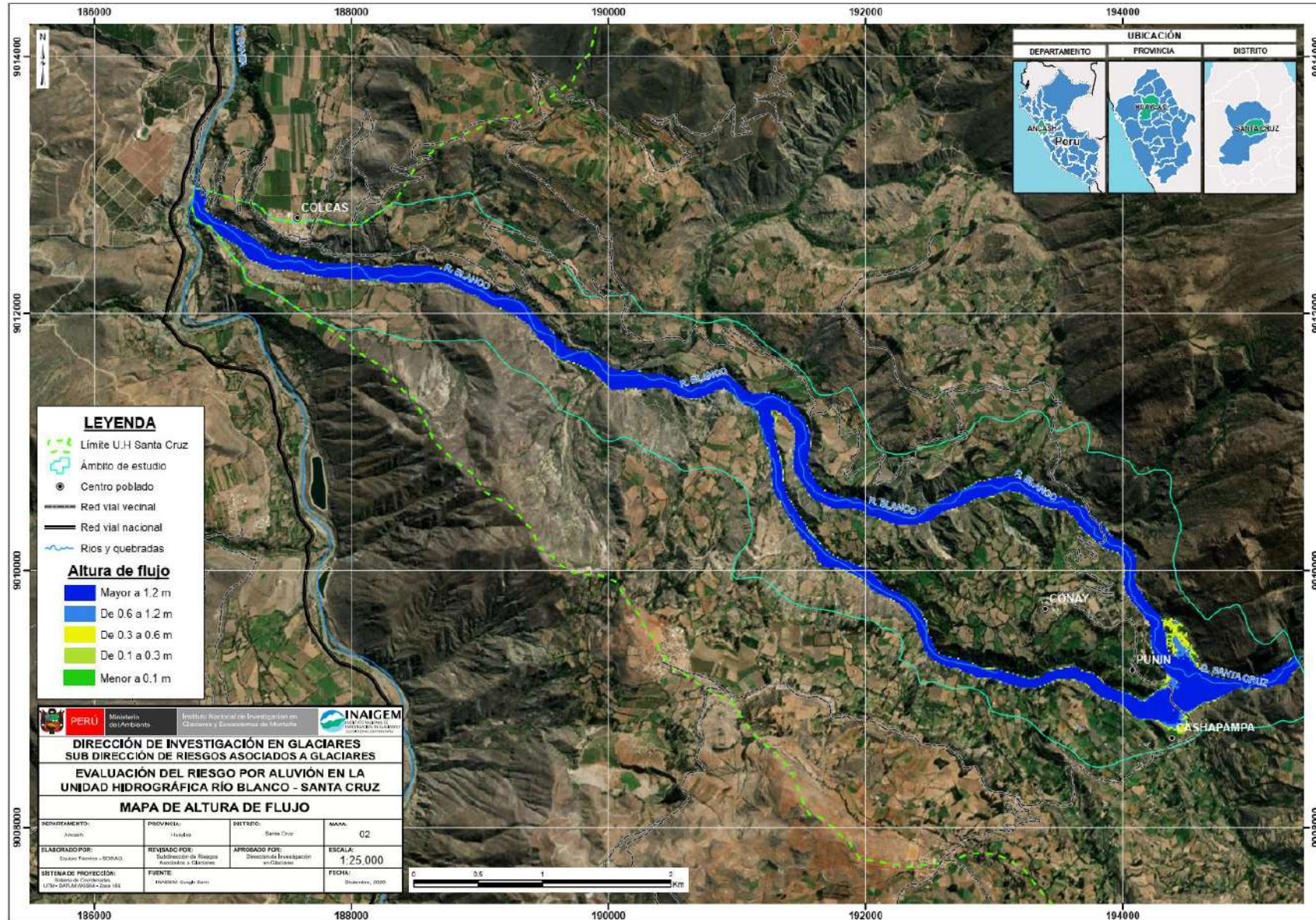
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 7. Mapa de altura de flujo en el área de estudio





2.3.4. Identificación de los elementos expuestos

Los elementos expuestos en el área de influencia del aluvión de la subcuenca Rio Blanco-Santa Cruz pertenecen a las dimensiones social y física, constituidas por viviendas, población e infraestructuras, como puentes, centrales hidroeléctricas y otros.

Tabla 6. Población expuesta

Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Población	525	Habitantes

Tabla 7. Viviendas expuestas

Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Viviendas	234	unidades

Tabla 8. Infraestructuras expuestas

Elemento expuesto en estructuras	Cantidad
Bocatoma	1
Canal de alivio	2
Canal de conducción	2
Canal de irrigación	1
Centrales Hidroeléctricas	2
Puentes	2
Tubería de forzada	2
TOTAL	12



PERÚ

Ministerio del Ambiente

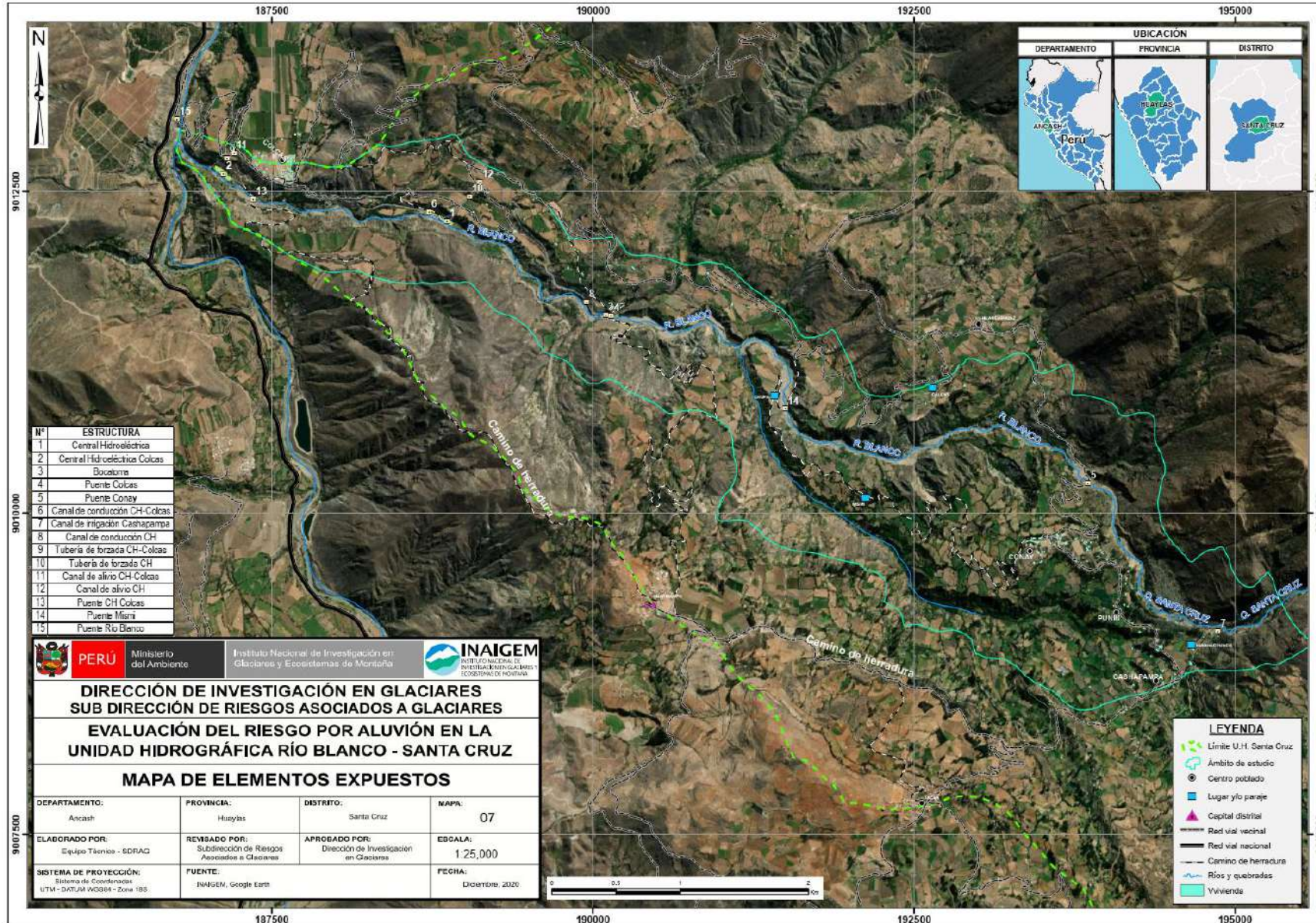
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 8. Mapa de elementos expuestos





2.4. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE EL PELIGRO POR ALUVIÓN.

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia se analizaron los factores desencadenantes y condicionantes, los cuales se muestran en la siguiente tabla, mencionando lo que sucedería y los factores involucrados que condicionan la magnitud del efecto ante un posible aluvión.

Tabla 9. Factores de susceptibilidad

Factor desencadenante	Factores condicionantes
Desembalse	Geotecnia Geología Geomorfología Pendientes

2.5. FACTOR DESENCADENANTE Y PONDERACIÓN

Se ha considerado un único factor desencadenante, el desembalse desde la Laguna Arhuaycocha y Jatuncocha hasta la parte baja de la sub cuenca Río Blanco-Santa Cruz.

2.5.1. Volumen del desembalse

Para el caso específico de la laguna Arhuaycocha, la cadena de procesos se origina con el desprendimiento de bloques glaciares en forma de avalanchas desde el glaciar Pucajirca con un volumen de ~118 678.04 m³, escenario crítico (INAIGEM, 2017), la cual impacta contra la laguna generando olas que rebasan y erosionan el dique natural, liberando un volumen de desembalse de la laguna Arhuaycocha de ~19 550 794.95 m³ y finalmente originando el flujo de detritos que en su trayecto es disipado parcialmente por la laguna Jatuconcha e incrementada al mismo tiempo con un volumen de desembalse de ~4 649 435 m³.



Tabla 10. Intervalos y niveles de volumen del desembalse de las lagunas glaciares.

ITEM	VOLUMEN DEL DESEMBALSE (Vo) en Millones de metros cúbicos (M m ³),	NIVEL	DESCRIPCIÓN
1	< 4 Mm ³	TIPO I	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de muy bajo impacto a ecosistemas, medios de vida, infraestructuras y poblaciones, principalmente
2	4 Mm ³ ≤ Vo < 8M m ³	TIPO II	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de bajo impacto a ecosistemas, medios de vida, infraestructuras y poblaciones, principalmente
3	8 Mm ³ ≤ Vo < 12 Mm ³	TIPO III	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de impacto medio a poblaciones, medios de vida, infraestructura y ecosistemas, principalmente
4	12 Mm ³ ≤ Vo <16 Mm ³	TIPO IV	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de impacto alto a poblaciones, medios de vida, infraestructura y ecosistemas, principalmente
5	≥ 16 Mm ³	TIPO V	Desembalse violento desde una laguna glaciar con un volumen de impacto muy alto a poblaciones, medios de vida, infraestructura y ecosistemas, principalmente



Figura 9. Altura de flujo de avalancha, originado desde el glaciar Pucajirca

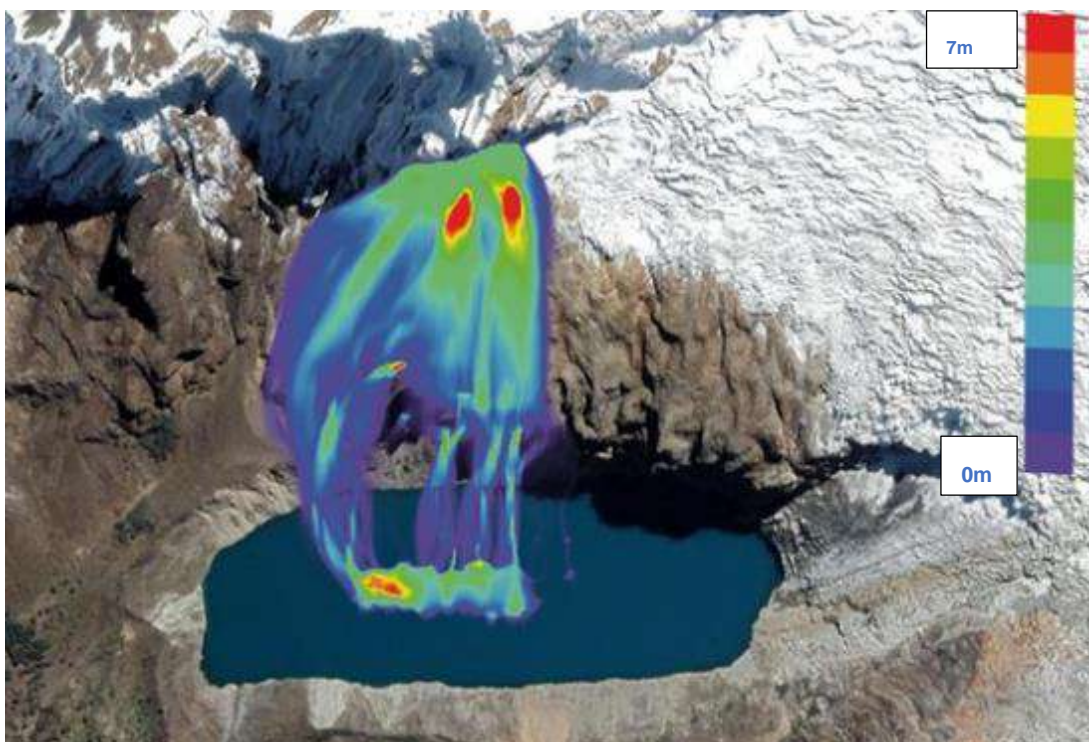
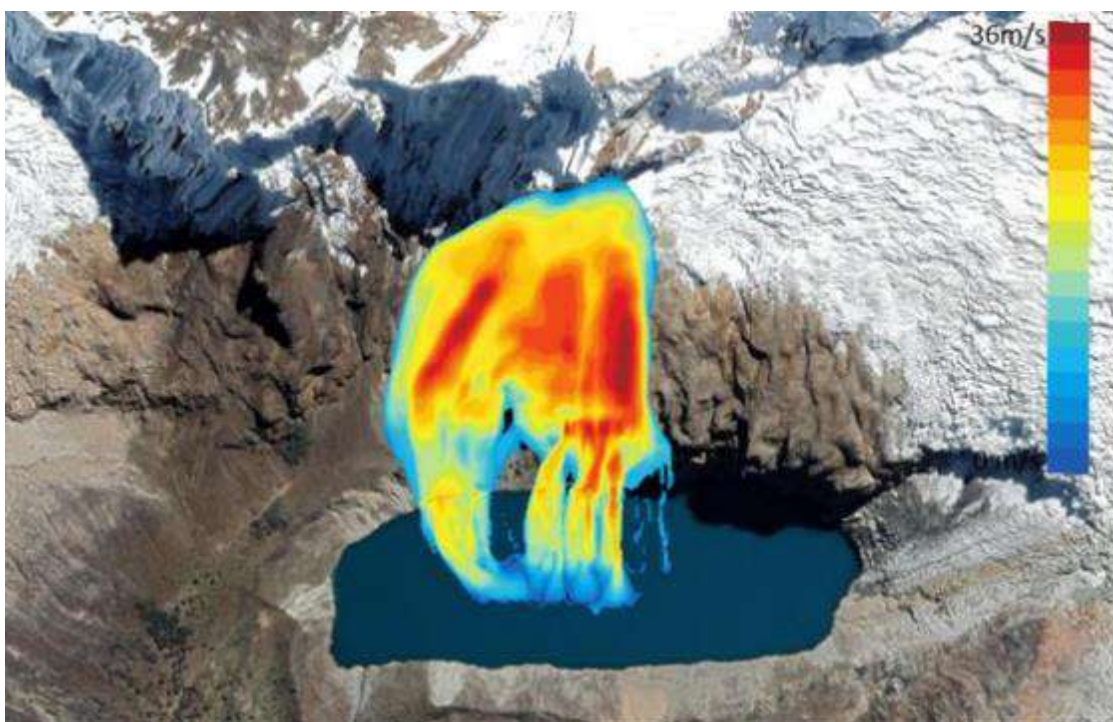


Figura 10. Velocidad de avalancha, originado desde el glaciar Pucajirca





2.5.2. Ponderación del volumen del desembalse

Tabla 11. Comparación de pares del factor desencadenante

DESEMBALSE (VOLUMEN-Vo)	$\geq 16 \text{ M m}^3$	$12 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 16 \text{ M m}^3$	$8 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 12 \text{ M m}^3$	$4 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 8 \text{ M m}^3$	$< 4 \text{ M m}^3$
$\geq 16 \text{ M m}^3$	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
$12 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 16 \text{ M m}^3$	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
$8 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 12 \text{ M m}^3$	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
$4 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 8 \text{ M m}^3$	0.20	0.25	0.33	1.00	5.00
$< 4 \text{ M m}^3$	0.11	0.14	0.20	0.20	1.00
SUMA	2.14	3.89	6.53	13.20	27.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.08	0.04

Nota M m³: Millones de metros cúbicos

Tabla 12. Matriz de normalización del “Desencadenante - Volumen de Desembalse”

DESEMBALSE (VOLUMEN-Vo)	$\geq 16 \text{ M m}^3$	$12 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 16 \text{ M m}^3$	$8 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 12 \text{ M m}^3$	$4 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 8 \text{ M m}^3$	$< 4 \text{ M m}^3$	Vector Priorización
$\geq 16 \text{ M m}^3$	0.466	0.514	0.459	0.379	0.333	0.430
$12 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 16 \text{ M m}^3$	0.233	0.257	0.306	0.303	0.259	0.272
$8 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 12 \text{ M m}^3$	0.155	0.128	0.153	0.227	0.185	0.170
$4 \text{ M m}^3 \leq \text{Vo} < 8 \text{ M m}^3$	0.093	0.064	0.051	0.076	0.185	0.094
$< 4 \text{ M m}^3$	0.052	0.037	0.031	0.015	0.037	0.034

Tabla 13 Índice de consistencia del desencadenante

IC	0.050
RC	0.045

IC: Índice de consistencia.

RC: Relación de Consistencia, debe ser menor o igual que 0.10 para ser válido



2.6. FACTORES CONDICIONANTES Y PONDERACIÓN

Los factores condicionantes son aquellos que van a ser importantes para que el fenómeno ocurra o no, en este caso los factores considerados como condicionantes son: geotecnia, geología, geomorfología y la pendiente.

Tabla 14. Comparación de pares de los factores condicionantes.

CONDICIONANTES	Geotecnia	Geología	Geomorfología	Pendientes
Geotecnia	1.00	2.00	3.00	7.00
Geología	0.50	1.00	2.00	4.00
Geomorfología	0.33	0.50	1.00	2.00
Pendientes	0.14	0.25	0.50	1.00
Suma	1.98	3.75	6.50	14.00
1/Suma	0.51	0.27	0.15	0.07

Tabla 15. Matriz de normalización del factor condicionante

CONDICIONANTES	Geotecnia	Geología	Geomorfología	Pendientes	Vector Priorización
Geotecnia	0.506	0.533	0.462	0.500	0.500
Geología	0.253	0.267	0.308	0.286	0.276
Geomorfología	0.169	0.133	0.154	0.143	0.152
Pendientes	0.072	0.067	0.077	0.071	0.072

Tabla 16. Índice de consistencia del factor condicionante

IC	0.005
RC	0.009



2.6.1. Unidades Geotécnicas

En la **Tabla N°18**, se describen las siguientes unidades geotécnicas correspondientes a la U. H Río Blanco Santa Cruz. Estas unidades han sido descritas de acuerdo a sus características geológicas, morfológicas y geomecánicas.

2.6.1.1.1. Basamento Rocoso

Se describió geotécnicamente las rocas, de acuerdo a las características físicas, mecánicas, litológicas y de competencia, pudiendo identificarse en el área de estudio rocas de resistencia media alta (R-III) y Rocas de resistencia media a baja (R-IV).

2.6.1.1.2. Suelos

Estos suelos se han clasificado de acuerdo a sus características como edad geológica, composición, compacidad y geomorfología; según las observaciones en campo en el área de estudio se identificaron Suelos de resistencia baja (S-IV), Suelos de resistencia media (S-III) y Suelo de resistencia media alta (S-II).

Tabla 17. Clasificación de unidades geotécnicas.

TIPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
SUELO	S-I	Suelo de resistencia muy alta
	S-II	Suelo de resistencia alta
	S-III	Suelo de resistencia media
	S-IV	Suelo de resistencia baja
	S-V	Suelo de resistencia muy baja
ROCA	R-I	Roca de muy alta resistencia
	R-II	Roca de alta resistencia
	R-III	Roca de resistencia media
	R-IV	Roca de resistencia baja
	R-V	Roca de resistencia muy baja

Fuente: INAIGEM, 2018. (Informe Anual 2018)

En este estudio se han identificado las siguientes unidades:

2.6.1.1.3. Suelos de resistencia baja.(S-IV)

Es una unidad geotécnica clasificada como S-IV, constituidos por material transportado y muy suelto, fácilmente removibles y es un material con una permeabilidad alta, encontrados en el cauce del valle fluvial del río Blanco-Santa Cruz; está caracterizado por presentar suelos de variada granulometría entre finos y gruesos en mayor proporción. Es una unidad geotécnica con alta erosionabilidad y fácil arrastre del material, por tanto, de baja competencia.

Figura 11. Suelos de resistencia baja



2.6.1.1.4. Suelos de resistencia media (S-III)

Es una unidad geotécnica clasificado como S-III, caracterizados por ser suelos de grano grueso o granular, compuestos por clastos heterométricos de granodiorita, areniscas, lutitas envueltas en una matriz de arena gruesa a arcilla-limosa. Las partículas de este suelo granular suelen comportarse de forma estable y resistente. Son suelos susceptibles a la erosión por escorrentía superficial. En general, es una unidad geotécnica de competencia media.

Figura 12. Suelos de resistencia media



2.6.1.1.5. Rocas de resistencia media – baja (R-IV)

Es una unidad geotécnica clasificada como R-IV, conformada por un basamento rocoso de origen volcánico, con una resistencia media a baja, con presencia de fracturas en taludes, inestabilidades y carcavamiento; en algunas zonas, este tipo de unidad lo encontramos muy meteorizada en transición de roca a suelo, perdiendo su resistencia. En general, es una unidad geotécnica de competencia media a baja.

Figura 13. Roca de resistencia media-baja



2.6.1.1.6. Rocas de resistencia media (R-III)

Es una unidad geotécnica clasificada como R-III, cuyo basamento rocoso tiene una resistencia media, debido a que el grado de fracturamiento del macizo rocoso es escaso y las juntas son muy cerradas, con presencia algunas pátinas de óxidos en algunas juntas, sin presencia de aguas, levemente meteorizadas. En general, es una unidad geotécnica de competencia media.

Figura 14. Roca de resistencia media.



2.6.1.1.7. Rocas de resistencia alta (R-II)

Es una unidad geotécnica clasificada como R-II, conformada por un basamento rocoso de origen intrusivo, con una resistencia alta, con poca presencia de fracturas y discontinuidades; Geotécnicamente, es la unidad más resistente en el área de estudio y es una unidad geotécnica de competencia alta.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 15. Mapa de unidades geotécnicas del área de estudio

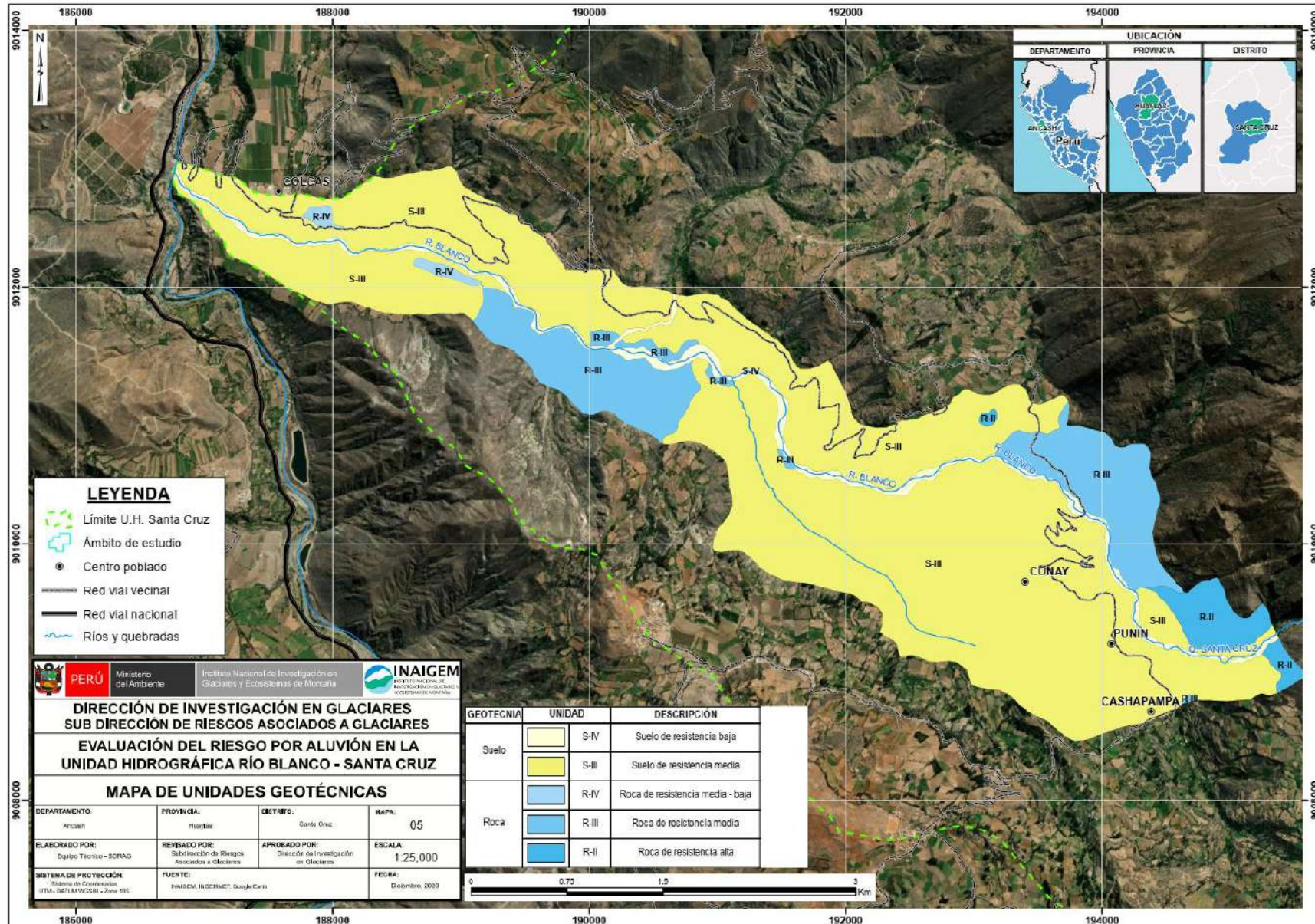




Tabla 18. Comparación de pares de la geotecnia

GEOTECNIA	Suelo de resistencia baja	Suelo de resistencia media	Roca de resistencia media-baja	Roca de resistencia media	Roca de resistencia alta
Suelo de resistencia baja	1.00	2.00	4.00	5.00	9.00
Suelo de resistencia media	0.50	1.00	3.00	6.00	7.00
Roca de resistencia media-baja	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
Roca de resistencia media	0.20	0.17	0.33	1.00	4.00
Roca de resistencia alta	0.11	0.14	0.17	0.25	1.00
SUMA	2.06	3.64	8.50	15.25	27.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla 19. Matriz de normalización de la geotecnia

GEOTECNIA	Suelo de resistencia baja	Suelo de resistencia media	Roca de resistencia media-baja	Roca de resistencia media	Roca de resistencia alta	Vector Priorización
Suelo de resistencia baja	0.485	0.549	0.471	0.328	0.333	0.433
Suelo de resistencia media	0.243	0.275	0.353	0.393	0.259	0.305
Roca de resistencia media-baja	0.121	0.092	0.118	0.197	0.222	0.150
Roca de resistencia media	0.097	0.046	0.039	0.066	0.148	0.079
Roca de resistencia alta	0.054	0.039	0.020	0.016	0.037	0.033

Tabla 20. Índice de consistencia de la geotecnia

IC	0.069
RC	0.061



2.6.2. Unidades Geológicas.

El área de estudio se encuentra emplazada en la subcuenca del río Blanco Santa Cruz, presenta rocas de origen sedimentario del Jurásico superior, que afloran en las partes, baja, media y alta, del área de estudio; esta unidad geológica se compone de intercalación de areniscas y lutitas; asimismo se tienen afloramientos de unidades ígneas intrusivas, en la parte media y alta de la subcuenca. La litología se compone de granodioritas y tonalitas, con edad del Neógeno medio. En la parte baja y media del área en estudio afloran rocas volcánicas del grupo Calipuy, constituidas principalmente de tobas blancas cristalinas y secuencias de piroclastos, que pertenecen a la actividad volcánica del Terciario, con edades de Mioceno Plioceno.

Los principales grupos de suelo y roca se han clasificado en dos grandes unidades: El depósito inconsolidado y el substrato rocoso (INGEMMET, 2019),

2.6.2.1.1. Depósitos inconsolidados.

Esta unidad agrupa a los depósitos poco o nada coherentes y consolidados con edad reciente, de extensión y grosor variable, conformados por material de litología heterogénea y heterométrica, depositados desde el Pleistoceno y Cuaternario reciente, y agrupados en función de su génesis (INGEMMET, 2019).

A continuación, se describen las siguientes subunidades geológicas presentes en el área de estudio:

2.6.2.1.2. Depósitos fluviales (Q-fl)

Es la unidad geológica más reciente y forma parte de los depósitos cuaternarios. Constituyen los materiales ubicados en el cauce o lecho del río Blanco-Santa Cruz y quebradas afluentes a dicha subcuenca. Estos depósitos están conformados por cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y areno-limosos; son depósitos inconsolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad es muy alta.

Figura 16. Vista de depósitos fluviales, con bloques redondeados a subredondeados.



2.6.2.1.3. Depósitos glaciáricos (Q-gl)

Es una unidad geológica que forma parte de los depósitos cuaternarios. Corresponden a los depósitos acumulados directamente por la acción geodinámica de los glaciares, caracterizados por un material heterogéneo, producto de la actividad glacial pleistocénica y recientes. Sus sedimentos están conformados por partículas de diferentes tamaños sin estratificación, ni clasificación, envueltos en una matriz arenosa y limo arcilloso. Son los depósitos no consolidados más antiguos que existen en la quebrada.

Figura 17. Vista de depósitos glaciáricos.



2.6.2.1.4. Unidades del substrato

Estas unidades han sido divididas de tal forma que agrupan a las diferentes litologías según su composición principal, así como por su estado de alteración y fracturamiento. En el área de estudio se identifica al grupo Calipuy, Goyllarisquizga y el Batolito de la cordillera Blanca.

2.6.2.1.5. Grupo Calipuy (PN-vca)

Es una unidad geológica que aflora en el área de estudio. El volcánico Calipuy está comprendido por tobas riolíticas, volcánicos sedimentarios, aglomerados volcánicos y piroclastos. Esta unidad se localiza en la parte baja de la subcuenca del río Blanco-Santa Cruz, en contacto con depósitos glaciáricos y la unidad sedimentaria. Esta unidad se extiende hasta la confluencia con la cuenca del río Santa.

Figura 18. Afloramiento del volcánico Calipuy.



2.6.2.1.6. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

El Grupo Goyllarisquizga, por sus características litológicas se divide en tres unidades: Formación Chimú, Formación Santa-Carhuaz y Formación Farrat. Este grupo se encuentra bastante disturbado en el área de trabajo lo cual dificulta un levantamiento de columna estratigráfica local y la diferenciación de las unidades que componen a este grupo. Litológicamente está compuesta de intercalaciones de areniscas blanquecinas de grano fino con de lutitas pelíticas

y calizas micríticas y algunos lentes de carbón. Todas ellas afectadas por fallas locales e infrayaciendo a los volcánicos Calipuy y Yungay

Figura 19. Afloramiento rocoso del Grupo Goyllarisquizga



2.6.2.1.7. Batolito de la Cordillera Blanca (Nm-bcb)

Es la unidad geológica conformado por rocas intrusivas del batolito de la Cordillera Blanca, los cuales se extienden en toda el área de influencia directa e indirecta de la subcuenca; los afloramientos de esta unidad presentan en mayor parte, tonalitas y granodioritas de grano grueso y en algunas zonas presenta bandeamiento producto de un leve metamorfismo, caracterizando esta como rocas ígneas metamorfizadas.

Figura 20. Afloramiento rocoso del Batolito de la Cordillera Blanca





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 21. Mapa de unidades geológicas del área de estudio

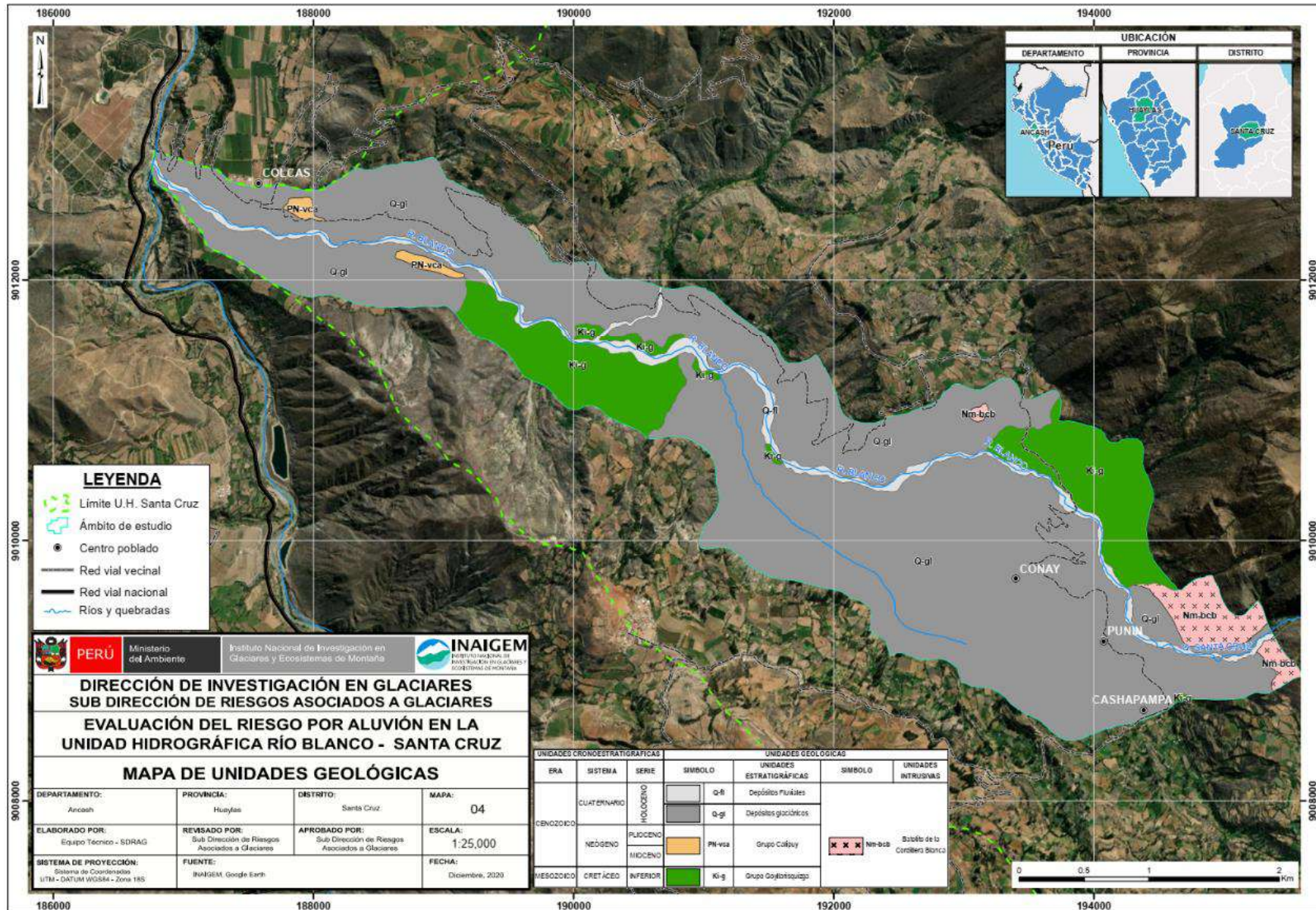




Tabla 21. Ponderación de geología "Comparación de pares"

GEOLOGÍA	Depósitos Fluviales	Depósitos Glaciáricos	Grupo Calipuy	Grupo Goyllarisquizga	Batolito de la Cordillera Blanca
Depósitos Fluviales	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Depósitos Glaciáricos	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
Grupo Calipuy	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
Grupo Goyllarisquizga	0.14	0.25	0.33	1.00	5.00
Batolito de la Cordillera Blanca	0.11	0.14	0.25	0.20	1.00
SUMA	1.95	3.73	8.58	15.20	26.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla 22. Matriz de normalización de la geología

GEOLOGÍA	Depósitos Fluviales	Depósitos Glaciáricos	Grupo Calipuy	Grupo Goyllarisquizga	Batolito de la Cordillera Blanca	Vector Priorización
Depósitos Fluviales	0.512	0.537	0.466	0.461	0.346	0.464
Depósitos Glaciáricos	0.256	0.268	0.350	0.263	0.269	0.281
Grupo Calipuy	0.102	0.089	0.117	0.197	0.154	0.132
Grupo Goyllarisquizga	0.073	0.067	0.039	0.066	0.192	0.087
Batolito de la Cordillera Blanca	0.057	0.038	0.029	0.013	0.038	0.035

Tabla 23. Índice de consistencia de la geología

IC	0.065
RC	0.058

2.6.3. Unidades Geomorfológicas

Estas unidades geomorfológicas de ambientes glaciares tropicales, han sido clasificadas según INAIGEM, teniendo en cuenta la escala de trabajo (1/25,000) y el ámbito de estudio glaciar y peri-glaciar:

2.6.3.1.1. Cauce (Ca)

Es una geoforma agradacional construido por la geodinámica fluvial. Está relacionado directamente con la dinámica del río Blanco-Santa Cruz, cuyas aguas superficiales drenan desde la laguna Arhuaycocha. Su topografía está asociado a la pendiente del río, generando en algunas zonas, áreas de inundación.

Figura 22. Cauce del río Blanco – Santa Cruz.



2.6.3.1.2. Relieve colinoso en ladera de suelo (Rc-Is)

Es una geoforma degradacional que forma parte del relieve colinoso que existe en el área de estudio. Las laderas forman parte de las colinas constituidas principalmente por depósitos glaciáricos, los cuales se encuentran disectadas por quebradas intermitentes poco profundas debido a intensos procesos erosivos (cárcavas). Gran parte de esta unidad geomorfológica tienen suelos

agrícolas. Se forman por la disección de planicies levantadas de piedemontes y también por procesos acumulativos de los glaciares y eólicas, en la zona de estudio está delimitado el 70 % por esta geoforma en ambos márgenes del río Blanco Santa Cruz. Por su naturaleza, se pueden subdividir según su litología y grado de erosión. Son susceptibles a erosión pluvial, deslizamientos originados por infiltración de agua y pequeños derrumbes. La vegetación aquí es más abundante.

Figura 23. Relieve colinoso en laderas de suelo en la parte baja de la subcuenca Río Blanco – Santa Cruz



2.6.3.1.3. Relieve colinoso en ladera de roca volcánica (Rc – Irv)

Es una geoforma degradacional que forma parte del relieve colinoso que existe en el área de estudio. Las laderas de colinas volcánicas están constituidas principalmente por rocas volcánicas meteorizadas como tobas, material piroclástico y aglomerados volcánicos, las cuales son susceptibles a la erosión pluvial y a los movimientos gravitacionales, entre otros. Están ubicados en ambas márgenes del río Blanco-Santa Cruz.

2.6.3.1.4. Relieve colinoso en ladera de roca sedimentaria (Rc – Irs)

Es una geoforma degradacional que forma parte del relieve colinoso que existe en el área de estudio. Las laderas de colinas sedimentarias están constituidas principalmente por areniscas y limolitas, formando relieves empinadas, las cuales son más resistentes a la erosión fluvial y a los movimientos

gravitacionales, por ende, no se evidencia la formación de surcos sobre la superficie. Superficialmente, esta unidad también aflora en ambas márgenes del río Blanco-Santa Cruz.

2.6.3.1.5. Relieve Montañoso en ladera de roca intrusiva (Rm – Iri)

Es una geoforma degradacional que forma parte del relieve montañoso que existe en el área de estudio. Las laderas de montaña están constituidas principalmente por rocas intrusivas, las cuales son poco susceptibles a la erosión hídrica y a los movimientos gravitacionales, entre otros. También afloran en ambas márgenes del río Blanco-Santa Cruz.

Figura 24. Relieve montañoso en laderas de roca intrusiva en la parte baja de la subcuenca Río Blanco – Santa Cruz





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 25. Mapa de unidades geomorfológicas del área de estudio

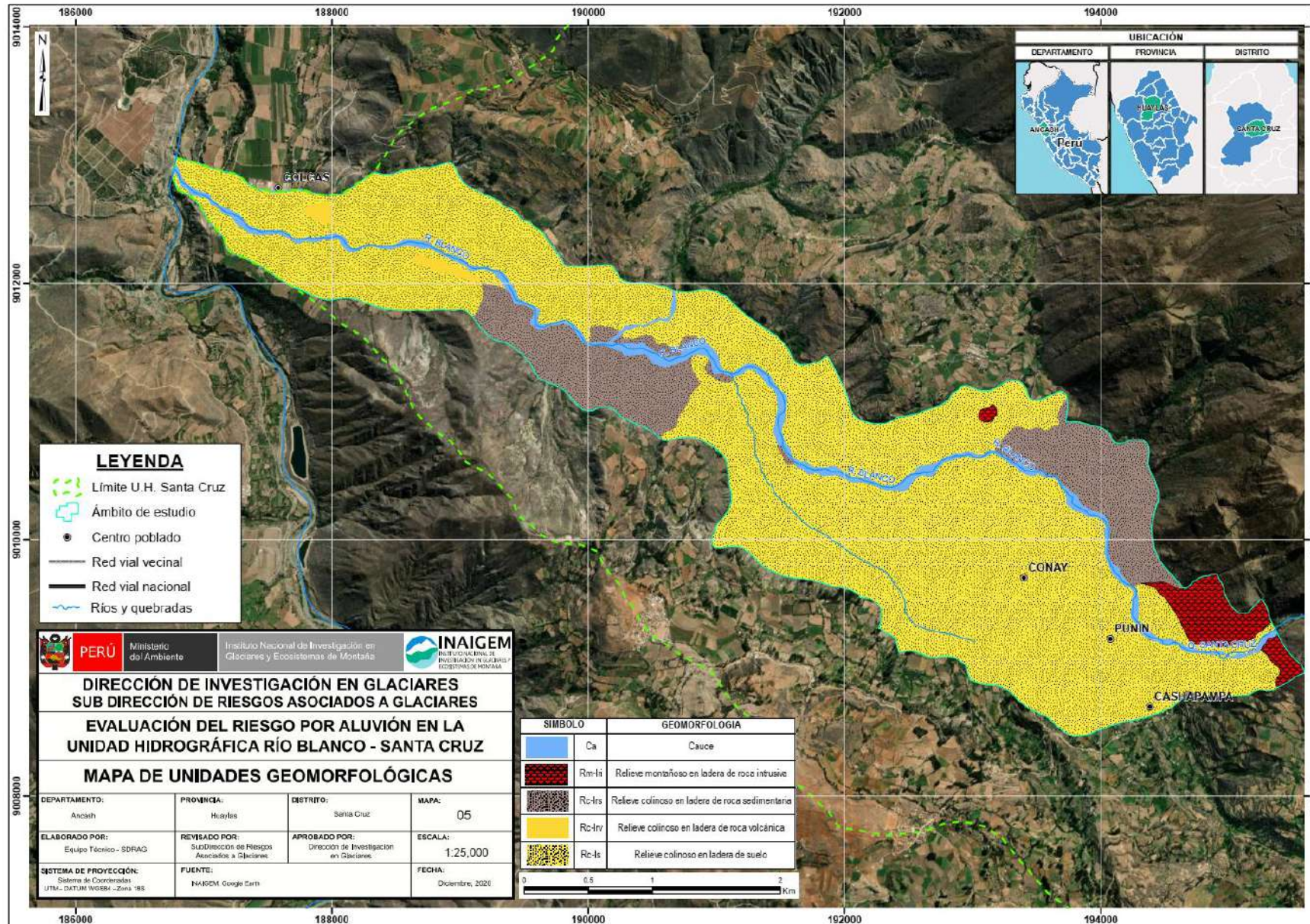




Tabla 24. Ponderación geomorfología "Comparación de pares"

GEOMORFOLOGÍA	Cauce	Relieve colinoso en ladera de suelo	Relieve colinoso en ladera de roca volcánica	Relieve colinoso en ladera de roca sedimentaria	Relieve montañoso en ladera de roca intrusiva
Cauce	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Relieve colinoso en ladera de suelo	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
Relieve colinoso en ladera de roca volcánica	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Relieve colinoso en ladera de roca sedimentaria	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Relieve montañoso en ladera de roca intrusiva	0.11	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.70	9.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 25. Matriz de normalización de la geomorfología

GEOMORFOLOGÍA	Cauce	Relieve colinoso en ladera de suelo	Relieve colinoso en ladera de roca volcánica	Relieve colinoso en ladera de roca sedimentaria	Relieve montañoso en ladera de roca intrusiva	Vector Priorización
Cauce	0.560	0.638	0.515	0.452	0.391	0.511
Relieve colinoso en ladera de suelo	0.187	0.213	0.309	0.323	0.261	0.258
Relieve colinoso en ladera de roca volcánica	0.112	0.071	0.103	0.129	0.217	0.126
Relieve colinoso en ladera de roca sedimentaria	0.080	0.043	0.052	0.065	0.087	0.065
Relieve montañoso en ladera de roca intrusiva	0.062	0.035	0.021	0.032	0.043	0.039

Tabla 26. Índice de consistencia de la geomorfología

IC	0.041
RC	0.036



2.6.4. 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).

2.6.4.1.1. Pendiente menor a 5%

Son aquellos lugares y/o espacios que están a nivel y próximos a presentarse una ligera inclinación, que en algunos casos se suele llamar terrenos planos.

2.6.4.1.2. Pendiente entre 5 a 15%

Espacios identificados dentro de este rango de pendientes, son aquellos lugares ligeramente inclinados a moderadamente empinados observándose actividades múltiples que se desarrollan en la cuenca y la actividad antrópica tiene mayor visibilidad.

2.6.4.1.3. Pendiente entre 15 a 25%

Son aquellos espacios moderadamente empinados observándose construcciones de viviendas y mayor concentración de terrenos agrícolas.

2.6.4.1.4. Pendiente entre 25 a 50%

Son zonas empinadas, que ofrece accesibilidad en el terreno que en algunos casos podemos observar terrenos agrícolas e infraestructuras como caminos de herradura.

2.6.4.1.5. Pendiente mayor a 50%

Zonas que presentan esta clasificación son aquellos espacios muy empinados a extremadamente empinados, en la mayoría de los casos poco accesibles.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 26. Mapa de pendientes del área de estudio

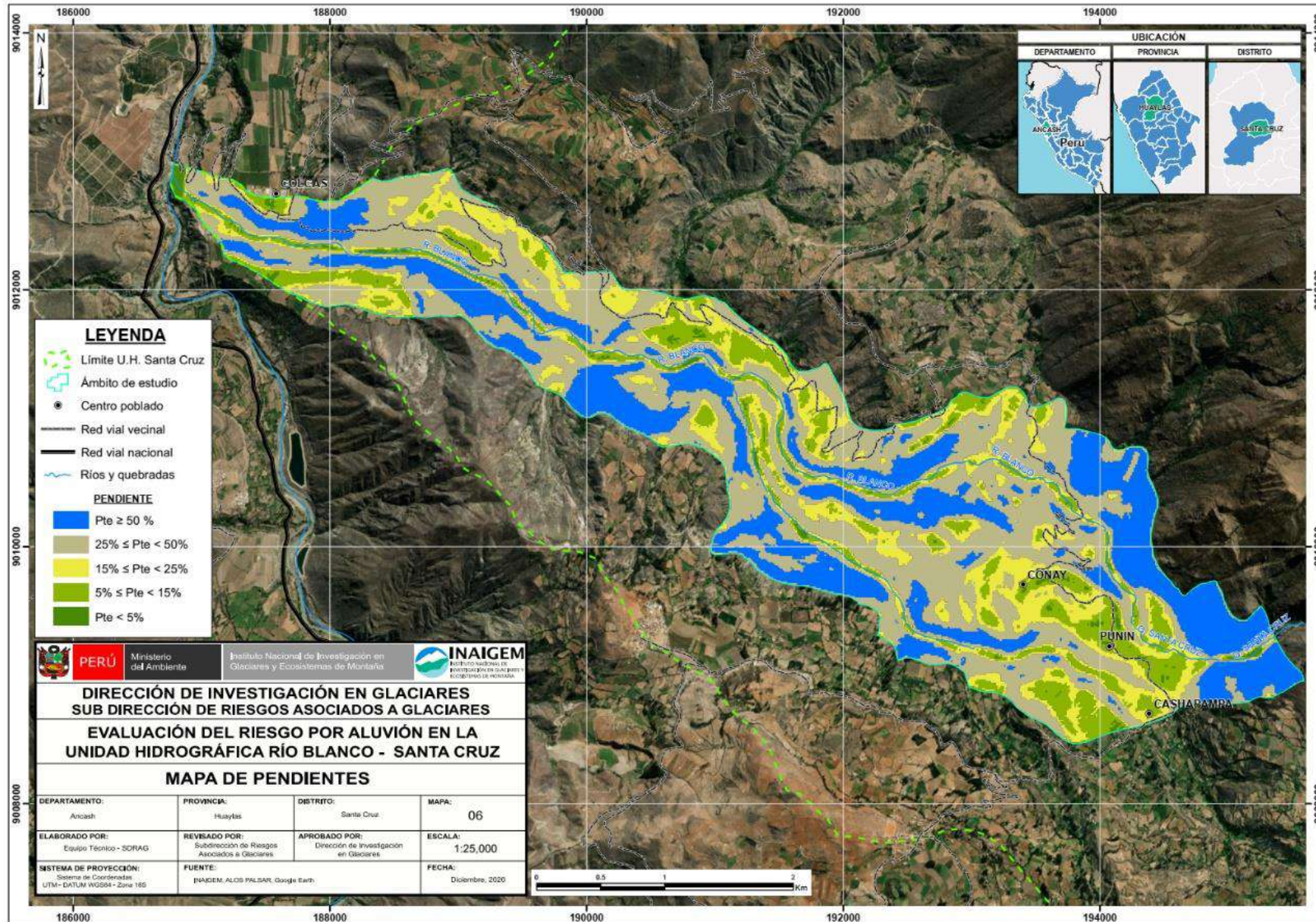




Tabla 27. Ponderación de la pendiente "Comparación de pares"

PENDIENTES	P < 5%	5% ≤ P < 15%	15% ≤ P < 25%	25% ≤ P < 50%	P ≥ 50 %
P < 5%	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
5% ≤ P < 15%	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
15% ≤ P < 25%	0.33	0.50	1.00	3.00	6.00
25% ≤ P < 50%	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
P ≥ 50 %	0.13	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.16	3.89	6.50	13.33	25.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.08	0.04

Tabla 28. Matriz de normalización de la pendiente

PENDIENTES	P < 5%	5% ≤ P < 15%	15% ≤ P < 25%	25% ≤ P < 50%	P ≥ 50 %	Vector Priorización
P < 5%	0.463	0.514	0.462	0.375	0.320	0.427
5% ≤ P < 15%	0.232	0.257	0.308	0.300	0.280	0.275
15% ≤ P < 25%	0.154	0.128	0.154	0.225	0.240	0.180
25% ≤ P < 50%	0.093	0.064	0.051	0.075	0.120	0.081
P ≥ 50 %	0.058	0.037	0.026	0.025	0.040	0.037

Tabla 29. Índice de consistencia de la pendiente

IC	0.030
RC	0.027



2.7. ESTRATIFICACIÓN DE LA PELIGROSIDAD

Para fines de la Evaluación de Riesgos, las zonas del peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación.

Tabla 30. Estratificación de la peligrosidad ante un posible aluvión

NIVEL DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Aluvión con altura de flujo mayor a 1.2m, con suelos de baja resistencia, con presencia de depósitos fluviales, situados en el cauce del río, con pendientes menores a 5%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ .	$0.264 \leq P \leq 0.466$
ALTO	Aluvión con altura de flujo entre 0.6 a 1.2 m, con suelos de resistencia media, con presencia de depósitos glaciáricos, con presencia de relieve colinoso en ladera de suelo, con pendientes entre 5 a 15%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ .	$0.152 \leq P < 0.264$
MEDIO	Aluvión con altura de flujo entre 0.3 a 0.6m, con rocas de baja resistencia, con presencia de rocas sedimentarias, con relieve colinoso en ladera rocosa, con pendientes entre 15% a 25%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ .	$0.082 \leq P < 0.152$
BAJO	Aluvión con altura de flujo menor a 0.3m, con rocas de media a alta resistencia, con rocas volcánicas e intrusivas, con relieve montañoso y colinoso en ladera rocosa, con pendientes mayores a 25%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ .	$0.035 \leq P < 0.082$

2.8. MAPA DE NIVELES DE PELIGROSIDAD

Considerando los niveles de peligro establecidos se construyó el mapa de peligros por aluvión en la parte baja de la UH Río Blanco-Santa Cruz a escala 1/25 000, el cual se muestra en la Figura 27. El formato completo del mapa y por zonas se observa en el Anexo A.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

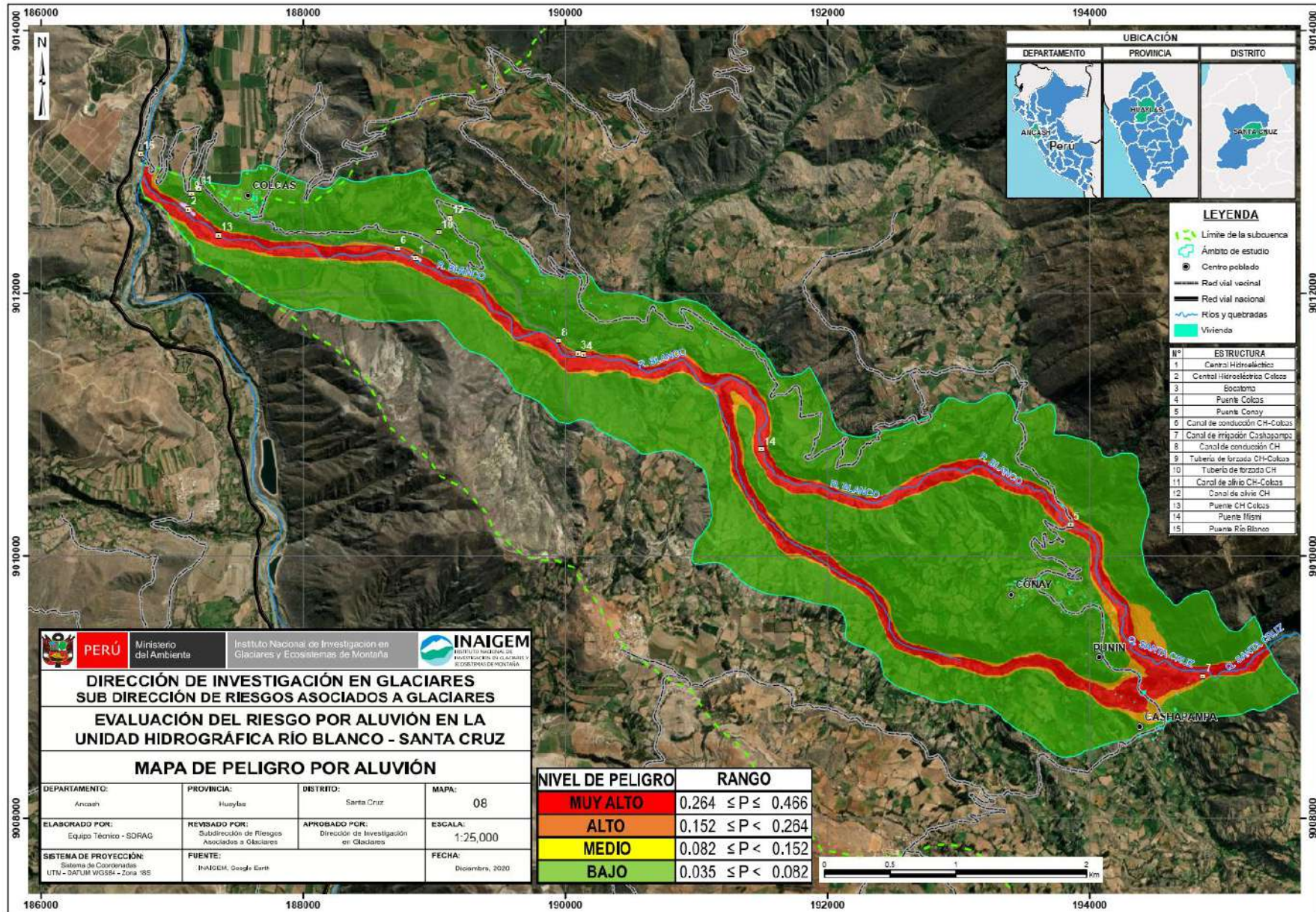
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 27. Mapa de niveles de peligrosidad por aluvión



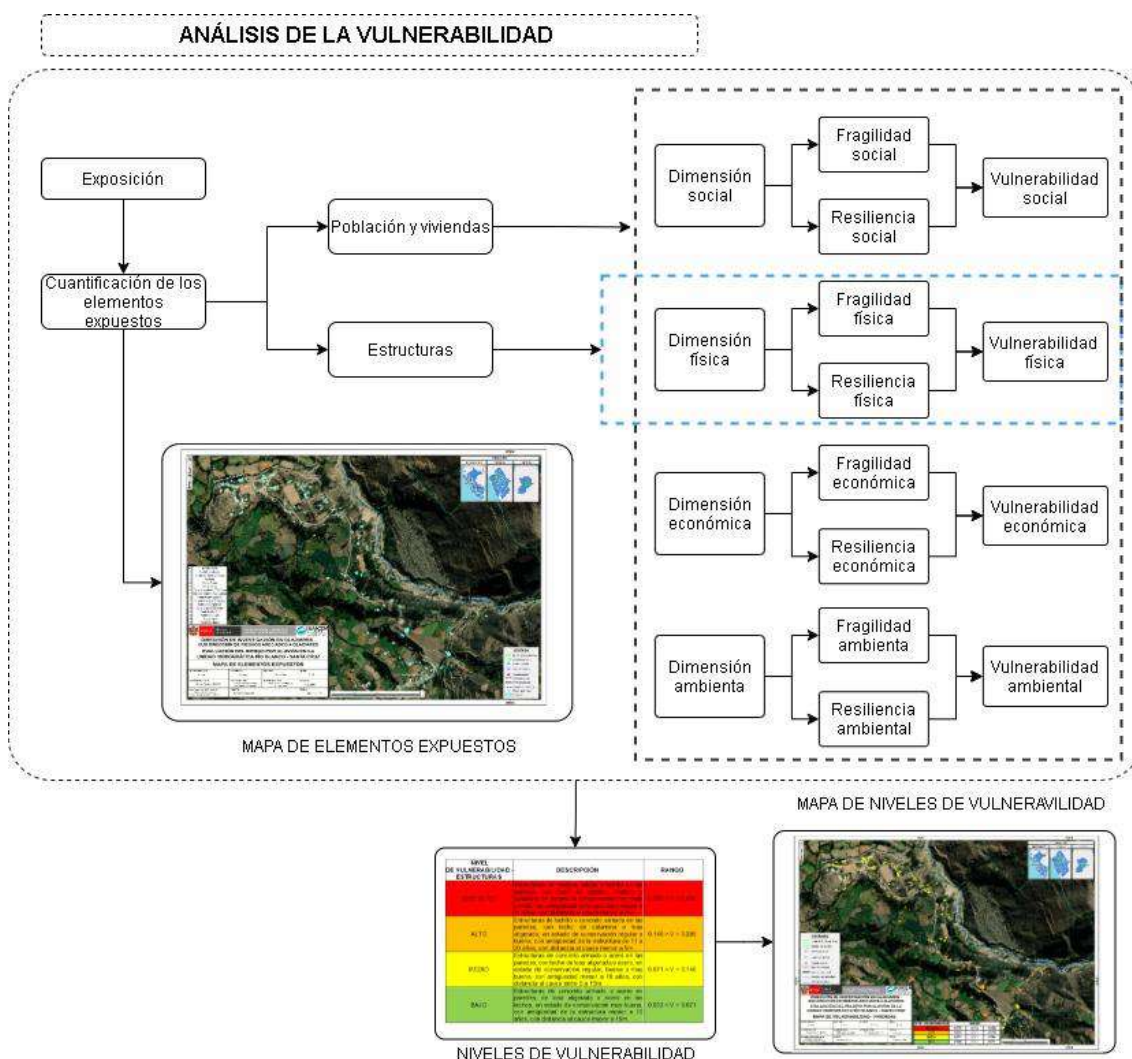
CAPITULO III:

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

3.1. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad en la parte baja de la unidad hidrográfica Río Blanco- Santa Cruz, se ha determinado que se debe analizar las viviendas y las estructuras por separado, debido a la naturaleza y la función que cada uno cumple, en el caso de las viviendas se utilizarán las dimensiones social, física, económica y ambiental, y en las estructuras solo se utilizará la dimensión física; en cada dimensión se incluyen los factores de la vulnerabilidad considerados como la exposición, fragilidad y resiliencia, según se detalla a continuación:

Figura 25. Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Adaptado del CENEPRED, 2014.



Tabla 31. Factores de vulnerabilidad y descriptores considerados en cada dimensión – viviendas

DIMENSIÓN SOCIAL		DIMENSIÓN FÍSICA		DIMENSIÓN ECONÓMICA		DIMENSIÓN AMBIENTAL	
Fragilidad	Resiliencia	Fragilidad	Resiliencia	Fragilidad	Resiliencia	Fragilidad	Resiliencia
Grupo etario	Actitud frente al riesgo	Material predominante pared	Tipo de vivienda	Ocupación principal	Ingreso familiar	Manejo de residuos sólidos	Conocimiento en temas de contaminación ambiental
Discapacidad	Conocimiento sobre desastres en la localidad	Material predominante techo				Manejo de aguas residuales	
		Estado de conservación					

Tabla 32. Factores de vulnerabilidad y descriptores considerados en cada dimensión – estructuras

DIMENSIÓN FÍSICA	
Exposición	Fragilidad
Distancia de la estructura al cauce	Material predominante en la pared
	Material predominante en el techo
	Antigüedad de la construcción
	Estado de conservación



3.2. VULNERABILIDAD EN VIVIENDAS

3.2.1. Dimensión social

Analizar la dimensión social es importante porque permiten entender y caracterizar a la población que se desarrolla en el territorio objeto de estudio, y entender cómo sería su reacción ante un desastre que pueda afectar sus modos de vida.

3.2.1.1. Ponderación de la fragilidad social

Tabla 33. Comparación de pares grupo etario

GRUPO ETARIO	0 a 5 y mayor a 70 años	6 a 12 y entre 55 a 69 años	13 a 18 y entre 40 a 54 años	19 a 25 años	26 a 39 años
0 a 5 y mayor a 70 años	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
6 a 12 y entre 55 a 69 años	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
13 a 18 y entre 40 a 54 años	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
19 a 25 años	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
26 a 39 años	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.09	3.98	6.70	13.50	24.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.15	0.07	0.04

Tabla 34. Matriz de normalización del grupo etario

GRUPO ETARIO	0 a 5 y mayor a 70 años	6 a 12 y entre 55 a 69 años	13 a 18 y entre 40 a 54 años	19 a 25 años	26 a 39 años	Vector Priorización
0 a 5 y mayor a 70 años	0.479	0.503	0.448	0.519	0.375	0.465
6 a 12 y entre 55 a 69 años	0.240	0.251	0.299	0.222	0.292	0.261
13 a 18 y entre 40 a 54 años	0.160	0.126	0.149	0.148	0.208	0.158
19 a 25 años	0.068	0.084	0.075	0.074	0.083	0.077
26 a 39 años	0.053	0.036	0.030	0.037	0.042	0.040

Tabla 35. Índice de consistencia del grupo etario

IC	0.011
RC	0.010



Tabla 36. Comparación de pares de discapacidad.

DISCAPACIDAD	Auditiva	Mental	Visual	Motriz	No tiene
Auditiva	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
Mental	0.50	1.00	3.00	6.00	8.00
Visual	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Motriz	0.20	0.17	0.50	1.00	2.00
No tiene	0.13	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.08	3.63	8.70	14.50	24.00
1/SUMA	0.48	0.28	0.11	0.07	0.04

Tabla 37. Matriz de normalización de discapacidad

DISCAPACIDAD	Auditiva	Mental	Visual	Motriz	No tiene	Vector Priorización
Auditiva	0.482	0.552	0.460	0.345	0.333	0.434
Mental	0.241	0.276	0.345	0.414	0.333	0.322
Visual	0.120	0.092	0.115	0.138	0.208	0.135
Motriz	0.096	0.046	0.057	0.069	0.083	0.070
No tiene	0.060	0.034	0.023	0.034	0.042	0.039

Tabla 38. Índice de consistencia de discapacidad

IC	0.032
RC	0.028



3.2.1.2. Ponderación de la resiliencia social

Tabla 39. Comparación de pares de la actitud frente al riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista	Escasa, no le interesa	Regular	Mayoritaria	Positiva
Fatalista	1.00	2.00	3.00	6.00	9.00
Escasa, no le interesa	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Regular	0.33	0.50	1.00	3.00	6.00
Mayoritaria	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Positiva	0.11	0.17	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.11	3.92	6.50	14.33	25.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.07	0.04

Tabla 40. Matriz de normalización frente al riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista	Escasa, no le interesa	Regular	Mayoritaria	Positiva	Vector Priorización
Fatalista	0.474	0.511	0.462	0.419	0.360	0.445
Escasa, no le interesa	0.237	0.255	0.308	0.279	0.240	0.264
Regular	0.158	0.128	0.154	0.209	0.240	0.178
Mayoritaria	0.079	0.064	0.051	0.070	0.120	0.077
Positiva	0.053	0.043	0.026	0.023	0.040	0.037

Tabla 41. Matriz de normalización

IC	0.027
RC	0.024



Tabla 42. Comparación de pares del conocimiento sobre desastres en la localidad

CONOCIMIENTO SOBRE DESASTRES EN LA LOCALIDAD	Nunca ha pasado	Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	Continuamente Ocurre (De 1 a 3 años)	Siempre Ocurre (Todos los años)
Nunca ha pasado	1.00	2.00	3.00	6.00	9.00
Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00
Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
Continuamente Ocurre (De 1 a 3 años)	0.17	0.25	0.33	1.00	2.00
Siempre Ocurre (Todos los años)	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.11	3.88	6.53	14.50	25.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.07	0.04

Tabla 43. Matriz de normalización del conocimiento sobre el desastre en la localidad

CONOCIMIENTO SOBRE DESASTRES EN LA LOCALIDAD	Nunca ha pasado	Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	Continuamente Ocurre (De 1 a 3 años)	Siempre Ocurre (Todos los años)	Vector priorización
Nunca ha pasado	0.474	0.516	0.459	0.414	0.360	0.445
Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	0.237	0.258	0.306	0.276	0.320	0.279
Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	0.158	0.129	0.153	0.207	0.200	0.169
Continuamente Ocurre (De 1 a 3 años)	0.079	0.065	0.051	0.069	0.080	0.069
Siempre Ocurre (Todos los años)	0.053	0.032	0.031	0.034	0.040	0.038

Tabla 44. Índice de consistencia de conocimiento sobre el desastre en la localidad

IC	0.013
RC	0.011



3.2.2. Dimensión física

La dimensión física nos permite entender como están construidas las viviendas, conocer sus características, material predominante, antigüedad y estado de conservación; asimismo conocer si poseen condiciones de habitabilidad

3.2.2.1. Ponderación de la fragilidad física

Tabla 45. Comparación de pares fragilidad física

PARÁMETRO	MP Pared	MP Techo	Estado de conservación	Antigüedad de la construcción
MP Pared	1.00	2.00	4.00	8.00
MP Techo	0.50	1.00	2.00	5.00
Estado de conservación	0.25	0.50	1.00	3.00
Antigüedad de la construcción	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.88	3.70	7.33	17.00
1/SUMA	0.53	0.27	0.14	0.06

Tabla 46. Matriz de normalización de la fragilidad física

PARÁMETRO	MP Pared	MP Techo	Estado de conservación	Antigüedad de la construcción	Vector priorización
MP Pared	0.533	0.541	0.545	0.471	0.522
MP Techo	0.267	0.270	0.273	0.294	0.276
Estado de conservación	0.133	0.135	0.136	0.176	0.145
Antigüedad de la construcción	0.067	0.054	0.045	0.059	0.056

Tabla 47. Índice de consistencia de la fragilidad física

IC	0.005
RC	0.006



3.2.2.2. Ponderación de los descriptores de la Fragilidad Física

Tabla 48. Comparación de pares del material predominante en la pared

MP PARED	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto armado
Estera	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Madera	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Adobe	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
Ladrillo	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Concreto armado	0.13	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.80	4.84	8.75	15.50	22.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.06	0.05

Tabla 49. Matriz de normalización del material predominante en la pared

MP PARED	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto armado	Vector priorización
Estera	0.555	0.619	0.571	0.452	0.364	0.512
Madera	0.185	0.206	0.229	0.323	0.318	0.252
Adobe	0.111	0.103	0.114	0.129	0.182	0.128
Ladrillo	0.079	0.041	0.057	0.065	0.091	0.067
Concreto armado	0.069	0.029	0.029	0.032	0.045	0.041

Tabla 50. Índice de consistencia del material predominante en la pared

IC	0.031
RC	0.028



Tabla 51. Comparación de pares del material predominante en el techo

MP TECHO	Plástico	Estera	Madera	Calamina	Losa aligerada
Plástico	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Estera	0.50	1.00	3.00	5.00	8.00
Madera	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Calamina	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Losa aligerada	0.11	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.03	3.66	8.53	15.33	26.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla 52. Matriz de normalización del material predominante en el techo

MP TECHO	Plástico	Estera	Madera	Calamina	Losa aligerada	Vector priorización
Plástico	0.493	0.547	0.469	0.391	0.346	0.449
Estera	0.247	0.273	0.352	0.326	0.308	0.301
Madera	0.123	0.091	0.117	0.196	0.192	0.144
Calamina	0.082	0.055	0.039	0.065	0.115	0.071
Losa aligerada	0.055	0.034	0.023	0.022	0.038	0.035

Tabla 53. Índice de consistencia del material predominante en el techo

IC	0.039
RC	0.035



Tabla 54. Comparación de pares del estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Muy mala	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Mala	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.33	0.33	1.00	2.00	4.00
Buena	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Muy buena	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.09	3.68	7.75	15.50	23.00
1/SUMA	0.48	0.27	0.13	0.06	0.04

Tabla 55. Matriz de normalización del estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Vector Priorización
Muy mala	0.479	0.544	0.387	0.452	0.391	0.451
Mala	0.240	0.272	0.387	0.323	0.304	0.305
Regular	0.160	0.091	0.129	0.129	0.174	0.136
Buena	0.068	0.054	0.065	0.065	0.087	0.068
Muy buena	0.053	0.039	0.032	0.032	0.043	0.040

Tabla 56. Índice de consistencia del estado de conservación

IC	0.016
RC	0.014



Tabla 57. Comparación de pares de la antigüedad de la construcción.

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	Mayor a 31 años	Entre 21 y 30 años	Entre 11 y 20 años	Entre 6 y 10 años	Menor a 5 años
Mayor a 31 años	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Entre 21 y 30 años	0.50	1.00	3.00	5.00	9.00
Entre 11 y 20 años	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Entre 6 y 10 años	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
Menor a 5 años	0.13	0.11	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.64	8.70	14.50	25.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.11	0.07	0.04

Tabla 58. Matriz de normalización de la antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	Mayor a 31 años	Entre 21 y 30 años	Entre 11 y 20 años	Entre 6 y 10 años	Menor a 5 años	Vector priorización
Mayor a 31 años	0.490	0.549	0.460	0.414	0.320	0.446
Entre 21 y 30 años	0.245	0.274	0.345	0.345	0.360	0.314
Entre 11 y 20 años	0.122	0.091	0.115	0.138	0.200	0.133
Entre 6 y 10 años	0.082	0.055	0.057	0.069	0.080	0.069
Menor a 5 años	0.061	0.030	0.023	0.034	0.040	0.038

Tabla 59. Índice de consistencia de la antigüedad de la construcción

IC	0.026
RC	0.023



3.2.2.3. Ponderación de la resiliencia física

Tabla 60. Comparación de pares del tipo de vivienda

TIPO DE VIVIENDA	No destinada para ocupación humana	Vivienda improvisada	Choza o cabaña	Vivienda en casa de vecindad	Casa independiente
No destinada para ocupación humana	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Vivienda improvisada	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
Choza o cabaña	0.25	0.50	1.00	3.00	6.00
Vivienda en casa de vecindad	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Casa independiente	0.11	0.13	0.17	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.83	7.50	16.50	26.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Tabla 61. Matriz de normalización del tipo de vivienda

TIPO DE VIVIENDA	No destinada para ocupación humana	Vivienda improvisada	Choza o cabaña	Vivienda en casa de vecindad	Casa independiente	Vector Priorización
No destinada para ocupación humana	0.499	0.523	0.533	0.424	0.346	0.465
Vivienda improvisada	0.250	0.261	0.267	0.303	0.308	0.278
Choza o cabaña	0.125	0.131	0.133	0.182	0.231	0.160
Vivienda en casa de vecindad	0.071	0.052	0.044	0.061	0.077	0.061
Casa independiente	0.055	0.033	0.022	0.030	0.038	0.036

Tabla 62. Índice de consistencia del tipo de vivienda

IC	0.022
RC	0.020



3.2.3. Dimensión económica

La dimensión económica es importante desarrollarla porque nos permite conocer y analizar cuál es la ocupación principal de los habitantes de la unidad hidrográfica Rio Blanco- Santa Cruz parte baja, así como conocer sus ingresos promedios, que nos permitirá entender cuál es su capacidad adquisitiva para recuperarse de un desastre.

3.2.3.1. Ponderación de la fragilidad económica

Tabla 63. Comparación de pares de la ocupación principal

OCUPACIÓN PRINCIPAL	Agricultura	Ganadería	Pesca	Servicios	Otros
Agricultura	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Ganadería	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00
Pesca	0.33	0.50	1.00	3.00	6.00
Servicios	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Otros	0.14	0.13	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.18	3.88	6.50	13.33	25.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.08	0.04

Tabla 64. Matriz de normalización de la ocupación principal

OCUPACIÓN PRINCIPAL	Agricultura	Ganadería	Pesca	Servicios	Otros	Vector Priorización
Agricultura	0.460	0.516	0.462	0.375	0.280	0.418
Ganadería	0.230	0.258	0.308	0.300	0.320	0.283
Pesca	0.153	0.129	0.154	0.225	0.240	0.180
Servicios	0.092	0.065	0.051	0.075	0.120	0.081
Otros	0.066	0.032	0.026	0.025	0.040	0.038

Tabla 65. Índice de consistencia de la ocupación principal

IC	0.036
RC	0.032



3.2.3.2. Ponderación de la resiliencia económica

Tabla 66. Comparación de Pares del ingreso familiar

INGRESO FAMILIAR	Menor a 930 soles	De 930 a 1200	De 1200 a 1500	De 1500 a 2000	Más de 2000
Menor a 930 soles	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
De 930 a 1200	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
De 1200 a 1500	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
De 1500 a 2000	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Más de 2000	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.83	7.53	16.50	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Tabla 67. Matriz de normalización del ingreso familiar

INGRESO FAMILIAR	Menor a 930 soles	De 930 a 1200	De 1200 a 1500	De 1500 a 2000	Más de 2000	Vector priorización
Menor a 930 soles	0.499	0.523	0.531	0.424	0.360	0.467
De 930 a 1200	0.250	0.261	0.265	0.303	0.320	0.280
De 1200 a 1500	0.125	0.131	0.133	0.182	0.200	0.154
De 1500 a 2000	0.071	0.052	0.044	0.061	0.080	0.062
Más de 2000	0.055	0.033	0.027	0.030	0.040	0.037

Tabla 68. Índice de consistencia del ingreso familiar

IC	0.018
RC	0.016



3.2.4. Dimensión ambiental

Es importante conocer esta dimensión porque nos permitirá saber cómo se manejan los residuos sólidos y aguas residuales en los centros poblados, así como si poseen conocimientos en contaminación ambiental

3.2.4.1. Ponderación de la fragilidad ambiental

Tabla 69. Comparación de pares del manejo aguas residuales.

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	No tiene	Disposición en el río, acequia	Pozo ciego	Pozo séptico	Desagüe
No tiene	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Disposición en el río, acequia	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Pozo ciego	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
Pozo séptico	0.20	0.25	0.33	1.00	2.00
Desagüe	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.92	6.53	13.50	21.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.07	0.05

Tabla 70. Matriz de normalización del manejo de aguas residuales

MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	No tiene	Disposición en el río, acequia	Pozo ciego	Pozo séptico	Desagüe	Vector priorización
No tiene	0.460	0.511	0.459	0.370	0.333	0.427
Disposición en el río, acequia	0.230	0.255	0.306	0.296	0.286	0.275
Pozo ciego	0.153	0.128	0.153	0.222	0.238	0.179
Pozo séptico	0.092	0.064	0.051	0.074	0.095	0.075
Desagüe	0.066	0.043	0.031	0.037	0.048	0.045

Tabla 71. Índice de consistencia del manejo de aguas residuales

IC	0.022
RC	0.020



Tabla 72. Comparación de pares del manejo de residuos sólidos.

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Nunca	Disposición a quebrada	Quema de residuos solidos	Disposición a la calle	Recolección semanal
Nunca	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Disposición a quebrada	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
Quema de residuos solidos	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Disposición a la calle	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Recolección semanal	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.83	7.53	16.50	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Tabla 73. Matriz de normalización del manejo de residuos sólidos

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Nunca	Disposición a quebrada	Quema de residuos solidos	Disposición a la calle	Recolección semanal	Vector priorización
Nunca	0.499	0.523	0.531	0.424	0.360	0.467
Disposición a quebrada	0.250	0.261	0.265	0.303	0.320	0.280
Quema de residuos solidos	0.125	0.131	0.133	0.182	0.200	0.154
Disposición a la calle	0.071	0.052	0.044	0.061	0.080	0.062
Recolección semanal	0.055	0.033	0.027	0.030	0.040	0.037

Tabla 74. Índice de consistencia del manejo de residuos sólidos

IC	0.018
RC	0.016



3.2.4.2. Ponderación de la resiliencia ambiental

Tabla 75. Comparación de pares de la capacitación en temas ambientales.

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	No recibe capacitaciones	Escasa	Regular	Continua	Activa (total)
No recibe capacitaciones	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
Escasa	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Continua	0.25	0.25	0.50	1.00	2.00
Activa (total)	0.17	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.25	3.89	6.75	11.50	20.00
1/SUMA	0.44	0.26	0.15	0.09	0.05

Tabla 76. Matriz de normalización de la capacitación en temas ambientales

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	No recibe capacitaciones	Escasa	Regular	Continua	Activa (total)	Vector priorización
No recibe capacitaciones	0.444	0.514	0.444	0.348	0.300	0.410
Escasa	0.222	0.257	0.296	0.348	0.350	0.295
Regular	0.148	0.128	0.148	0.174	0.200	0.160
Continua	0.111	0.064	0.074	0.087	0.100	0.087
Activa (total)	0.074	0.037	0.037	0.043	0.050	0.048

Tabla 77. Índice de consistencia de la capacitación en temas ambientales

IC	0.021
RC	0.019

3.3. VULNERABILIDAD DE ESTRUCTURAS

3.3.1. Dimensión física

Analizar la dimensión física de las estructuras diferentes a las viviendas como las centrales hidroeléctricas, canales de irrigación, bocatomas, puentes, entre otros, es necesario visto que estas son estructuras que sirven para la provisión de servicios básicos y complementarios a las poblaciones, tales como conducir agua para regadíos, permitir la comunicación terrestre entre ambos márgenes de la subcuenca, aprovechar la potencialidad del río para la generación de luz eléctrica, entre otros.



3.3.1.1. Ponderación de la exposición física

Tabla 78. Comparación de pares de la exposición física

DISTANCIA DE LA ESTRUCTURA AL CAUCE	De 0 a 2 m	De 2 a 5 m	De 5 a 15 m	De 15 a 30 m	De 30m a más
De 0 a 2 m	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
De 2 a 5 m	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
De 5 a 15 m	0.25	0.50	1.00	3.00	6.00
De 15 a 30 m	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
De 30m a más	0.11	0.13	0.17	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.83	7.50	16.50	26.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Tabla 79. Matriz de normalización de la exposición física

DISTANCIA DE LA ESTRUCTURA AL CAUCE	De 0 a 2 m	De 2 a 5 m	De 5 a 15 m	De 15 a 30 m	De 30m a más	Vector priorización
De 0 a 2 m	0.499	0.523	0.533	0.424	0.346	0.465
De 2 a 5 m	0.250	0.261	0.267	0.303	0.308	0.278
De 5 a 15 m	0.125	0.131	0.133	0.182	0.231	0.160
De 15 a 30 m	0.071	0.052	0.044	0.061	0.077	0.061
De 30m a más	0.055	0.033	0.022	0.030	0.038	0.036

Tabla 80. Índice de consistencia de la exposición física

IC	0.022
RC	0.020



3.3.1.2. Ponderación de la fragilidad física

Tabla 81. Comparación de pares de la fragilidad física

PARÁMETRO	MP Pared	MP Techo	Estado de conservación	Antigüedad de la construcción
MP Pared	1.00	2.00	4.00	8.00
MP Techo	0.50	1.00	2.00	5.00
Estado de conservación	0.25	0.50	1.00	3.00
Antigüedad de la construcción	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.88	3.70	7.33	17.00
1/SUMA	0.53	0.27	0.14	0.06

Tabla 82. Matriz de normalización de la fragilidad física

PARÁMETRO	MP Pared	MP Techo	Estado de conservación	Antigüedad de la construcción	Vector priorización
MP Pared	0.533	0.541	0.545	0.471	0.522
MP Techo	0.267	0.270	0.273	0.294	0.276
Estado de conservación	0.133	0.135	0.136	0.176	0.145
Antigüedad de la construcción	0.067	0.054	0.045	0.059	0.056

Tabla 83. Índice de consistencia de la fragilidad física

IC	0.005
RC	0.006



Tabla 84. Comparación de Pares del material predominante en la pared

MP PARED	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto armado
Estera	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Madera	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Adobe	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
Ladrillo	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Concreto armado	0.13	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.80	4.84	8.75	15.50	22.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.06	0.05

Tabla 85. Matriz de normalización del material predominante en la pared

MP PARED	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto armado	Vector priorización
Estera	0.555	0.619	0.571	0.452	0.364	0.512
Madera	0.185	0.206	0.229	0.323	0.318	0.252
Adobe	0.111	0.103	0.114	0.129	0.182	0.128
Ladrillo	0.079	0.041	0.057	0.065	0.091	0.067
Concreto armado	0.069	0.029	0.029	0.032	0.045	0.041

Tabla 86. Índice de consistencia del material predominante en la pared

IC	0.031
RC	0.028



Tabla 87. Comparación de pares del material predominante en el techo

MP TECHO	Plástico	Estera	Madera	Calamina	Losa aligerada
Plástico	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Estera	0.50	1.00	3.00	5.00	8.00
Madera	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Calamina	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Losa aligerada	0.11	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.03	3.66	8.53	15.33	26.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla 88. Matriz de normalización del material predominante en el techo

MP TECHO	Plástico	Estera	Madera	Calamina	Losa aligerada	Vector priorización
Plástico	0.493	0.547	0.469	0.391	0.346	0.449
Madera	0.247	0.273	0.352	0.326	0.308	0.301
Calamina	0.123	0.091	0.117	0.196	0.192	0.144
Losa aligerada	0.082	0.055	0.039	0.065	0.115	0.071
Acero	0.055	0.034	0.023	0.022	0.038	0.035

Tabla 89. Índice de consistencia del material predominante en el techo

IC	0.039
RC	0.035



Tabla 90. Comparación de pares del estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Muy mala	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Mala	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.33	0.33	1.00	2.00	4.00
Buena	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Muy buena	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.09	3.68	7.75	15.50	23.00
1/SUMA	0.48	0.27	0.13	0.06	0.04

Tabla 91. Matriz de normalización del estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Vector priorización
Muy mala	0.479	0.544	0.387	0.452	0.391	0.451
Mala	0.240	0.272	0.387	0.323	0.304	0.305
Regular	0.160	0.091	0.129	0.129	0.174	0.136
Buena	0.068	0.054	0.065	0.065	0.087	0.068
Muy buena	0.053	0.039	0.032	0.032	0.043	0.040

Tabla 92. Índice de consistencia del estado de conservación

IC	0.016
RC	0.014



Tabla 93. Comparación de pares de la antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	Mayor a 31 años	Entre 21 y 30 años	Entre 11 y 20 años	Entre 6 y 10 años	Menor a 5 años
Mayor a 31 años	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Entre 21 y 30 años	0.50	1.00	3.00	5.00	9.00
Entre 11 y 20 años	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Entre 6 y 10 años	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
Menor a 5 años	0.13	0.11	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.64	8.70	14.50	25.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.11	0.07	0.04

Tabla 94. Matriz de normalización de la antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	Mayor a 31 años	Entre 21 y 30 años	Entre 11 y 20 años	Entre 6 y 10 años	Menor a 5 años	Vector priorización
Mayor a 31 años	0.490	0.549	0.460	0.414	0.320	0.446
Entre 21 y 30 años	0.245	0.274	0.345	0.345	0.360	0.314
Entre 11 y 20 años	0.122	0.091	0.115	0.138	0.200	0.133
Entre 6 y 10 años	0.082	0.055	0.057	0.069	0.080	0.069
Menor a 5 años	0.061	0.030	0.023	0.034	0.040	0.038

Tabla 95. Índice de consistencia de la antigüedad de la construcción

IC	0.026
RC	0.023

3.4. NIVEL DE VULNERABILIDAD

Al emplear la metodología propuesta por CENEPRED, se tiene la siguiente categorización de niveles de vulnerabilidad: muy alta, alta, media y baja, cuyos rangos y porcentajes correspondientes se detallan a continuación para viviendas y estructuras.

El análisis de la vulnerabilidad del área de estudio, ha utilizado las dimensiones, social, física, económica y ambiental para las viviendas, y dimensión física para las estructuras importantes en la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz, dando como resultado que en el área de estudio el 7.5% de las viviendas posee vulnerabilidad alta, y el 92.5% de las viviendas posee vulnerabilidad media (Ver Figura 28). Las estructuras poseen 50% en vulnerabilidad muy alta, 17% en vulnerabilidad alta y 33% en vulnerabilidad media. (Ver Figura 29).

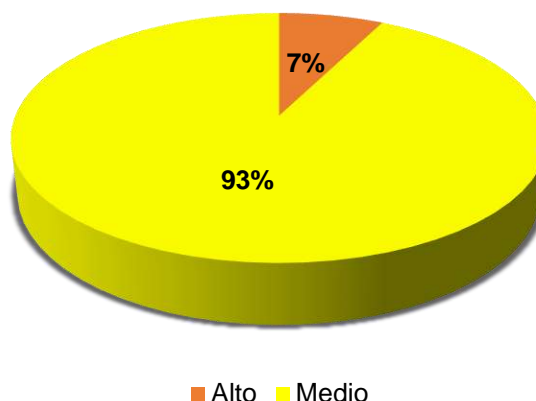
3.4.1. Nivel de vulnerabilidad en viviendas

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de vulnerabilidad de viviendas y sus respectivos rangos obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico.

Tabla 96. Nivel de vulnerabilidad en viviendas

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO		
MUY ALTA	0.279	$\leq V \leq$	0.458
ALTA	0.154	$\leq V <$	0.279
MEDIA	0.071	$\leq V <$	0.154
BAJA	0.039	$\leq V <$	0.071

Figura 28. Distribución porcentual de los niveles de vulnerabilidad en viviendas





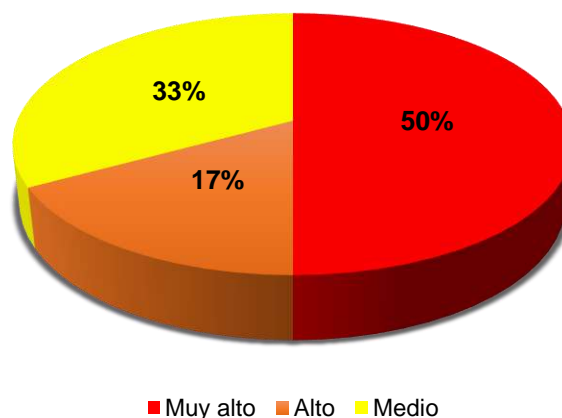
3.4.2. Nivel de vulnerabilidad en estructuras

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de vulnerabilidad de estructuras y sus respectivos rangos obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico

Tabla 97. Nivel de vulnerabilidad en estructuras

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	0.277 ≤ V ≤ 0.479
ALTA	0.139 ≤ V < 0.277
MEDIA	0.067 ≤ V < 0.139
BAJA	0.038 ≤ V < 0.067

Figura 29. Distribución porcentual de los niveles de vulnerabilidad en estructuras





3.5. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Las zonas de vulnerabilidad pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación para viviendas y estructuras.

3.5.1. Estratificación de vulnerabilidad en viviendas

En la siguiente tabla se muestra la estratificación de vulnerabilidad de viviendas ante un posible aluvión por el desembalse de la laguna Arhuaycocha.

Tabla 98. Nivel de vulnerabilidad en viviendas

NIVEL DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Grupo etario de 0 a 5 y mayor a 70 años, múltiples discapacidades físicas, con actitud frente al riesgo fatalista, sin conocimiento de ocurrencia de desastres, con material predominante de pared de estera, de techo plástico u estera, en estado de conservación muy mala, antigüedad de la construcción mayor a 21 años, con tipo de vivienda no destinada para ocupación humana o vivienda improvisada, ocupación principal agricultura o ganadería, ingreso familiar menor de 930 soles, sin manejo de aguas residuales, sin manejo de residuos sólidos, sin capacitaciones en temas de contaminación ambiental.	$0.279 \leq V \leq 0.458$
ALTO	Grupo etario de 6 a 12 y entre 55 a 69 años, con múltiples discapacidades, con escasa actitud sobre el desastre, con conocimiento sobre regular ocurrencia de desastres, con material predominante de pared madera u adobe, con material predominante de techo estera o madera, estado de conservación mala a regular, antigüedad de la vivienda de 11 a 20 años, tipo de vivienda improvisada o choza, ocupación principal agricultura, ganadería, pesca o servicios, ingreso promedio familiar de 930 a 1200, con manejo de aguas residuales en disposición en río o acequia, manejo de residuos sólidos en disposición a quebrada, quema o disposición a la calle, con escasa capacitación en temas de contaminación ambiental. Dentro de este nivel de vulnerabilidad, se tienen 18 viviendas y 39 habitantes como elementos expuestos.	$0.154 \leq V < 0.279$
MEDIO	Grupo etario de 13 a 18 y entre 40 a 54 años, con alguna discapacidad o no tiene, con actitud regular a mayoritaria positiva ante el desastre, conoce regularmente sobre la ocurrencia de desastres, con material predominante en la pared de adobe o ladrillo, material predominante del techo madera o calamina, estado de conservación regular a buena, antigüedad de la construcción de 6 a 10 años, tipo de vivienda choza o vivienda en vecindad, con ocupación principal servicios u otros, ingreso familiar de 1200 a 1500 o 1500 a 2000 soles, con manejo de aguas residuales en pozo ciego o pozo séptico, manejo de residuos sólidos en recolección semanal, y con capacitaciones en temas de contaminación ambiental regular a continua. Dentro de este nivel de vulnerabilidad, se tiene 216 viviendas y 486 habitantes como elementos expuestos.	$0.071 \leq V < 0.154$
BAJO	Grupo etario de 19 a 39 años, sin discapacidad, con actitud positiva frente al riesgo, con amplio conocimiento de desastres en la localidad, con material predominante de pared de ladrillo o concreto armado, material predominante en techo de calamina o losa aligerada, estado de conservación buena o muy buena, antigüedad de la vivienda menor a 5 años, tipo de vivienda independiente, ocupación principal servicios u otros, ingreso familiar mayor a 2000 soles, con manejo de agua residual de desagüe, manejo de residuos sólidos de recolección semanal, con activas capacitaciones en temas de contaminación ambiental.	$0.039 \leq V < 0.071$



3.5.1.1. Estratificación de vulnerabilidad en estructuras

En la siguiente tabla se muestra la estratificación de vulnerabilidad de estructuras ante un posible aluvión por el desembalse de la laguna Arhuaycocha.

Tabla 99. Nivel de vulnerabilidad estratificado en estructuras

NIVEL DE VULNERABILIDAD - ESTRUCTURAS	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Estructuras de estera o madera en las paredes, con techo de plástico o estera, en estado de conservación muy malo a malo, con antigüedad de la estructura mayor a 21 años, con distancia al cauce menor a 2m. Dentro de este nivel de vulnerabilidad, se tiene 6 estructuras como elementos expuestos.	$0.277 \leq V \leq 0.479$
ALTO	Estructuras de madera o adobe en las paredes, con techo de estera o madera, en estado de conservación malo a regular, con antigüedad de la estructura de 11 a 20 años, con distancia al cauce entre a 2 a 5m. Dentro de este nivel de vulnerabilidad, se tiene 2 estructuras como elementos expuestos.	$0.139 \leq V \leq 0.277$
MEDIO	Estructuras de adobe o ladrillo en las paredes, con techo de madera o calamina, en estado de conservación regular a bueno, con antigüedad de la estructura de 6 a 10 años, con distancia al cauce entre 5 a 15m. Dentro de este nivel de vulnerabilidad, se tiene 4 estructuras como elementos expuestos.	$0.067 \leq V \leq 0.139$
BAJO	Estructuras de ladrillo o concreto armado en las paredes y calamina o losa aligerada en techos, en estado de conservación buena o muy buena, con antigüedad de la estructura menor a 5 años, con distancia al cauce mayor a 15m.	$0.038 \leq V \leq 0.067$



3.6. MAPA DE VULNERABILIDAD

El mapa de vulnerabilidad por aluvión, modelado a partir del desembalse de la laguna Arhuaycocha hacia la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz a escala 1/25,000; se distribuye en los mapas de vulnerabilidad de viviendas y de estructuras, dentro de la llanura de inundación. El formato completo del mapa se observa en el Anexo A.

3.6.1. Mapa de vulnerabilidad por aluvión en viviendas

En este mapa se visualiza las zonas con niveles de vulnerabilidad de 234 viviendas en el distrito de Santa Cruz (Ver Figura 30), se determinó para estas viviendas los cuatro niveles de riesgo muy alto, alto, medio y bajo dentro de la llanura de inundación.

3.6.1.1. Mapa de vulnerabilidad por aluvión en estructuras

En este mapa se visualiza las zonas con niveles de vulnerabilidad para 15 estructuras de importancia local en el distrito de Santa Cruz (Ver Figura 31), se determinó para estas viviendas los cuatro niveles de riesgo muy alto, alto, medio y bajo dentro de la llanura de inundación



PERÚ

Ministerio del Ambiente

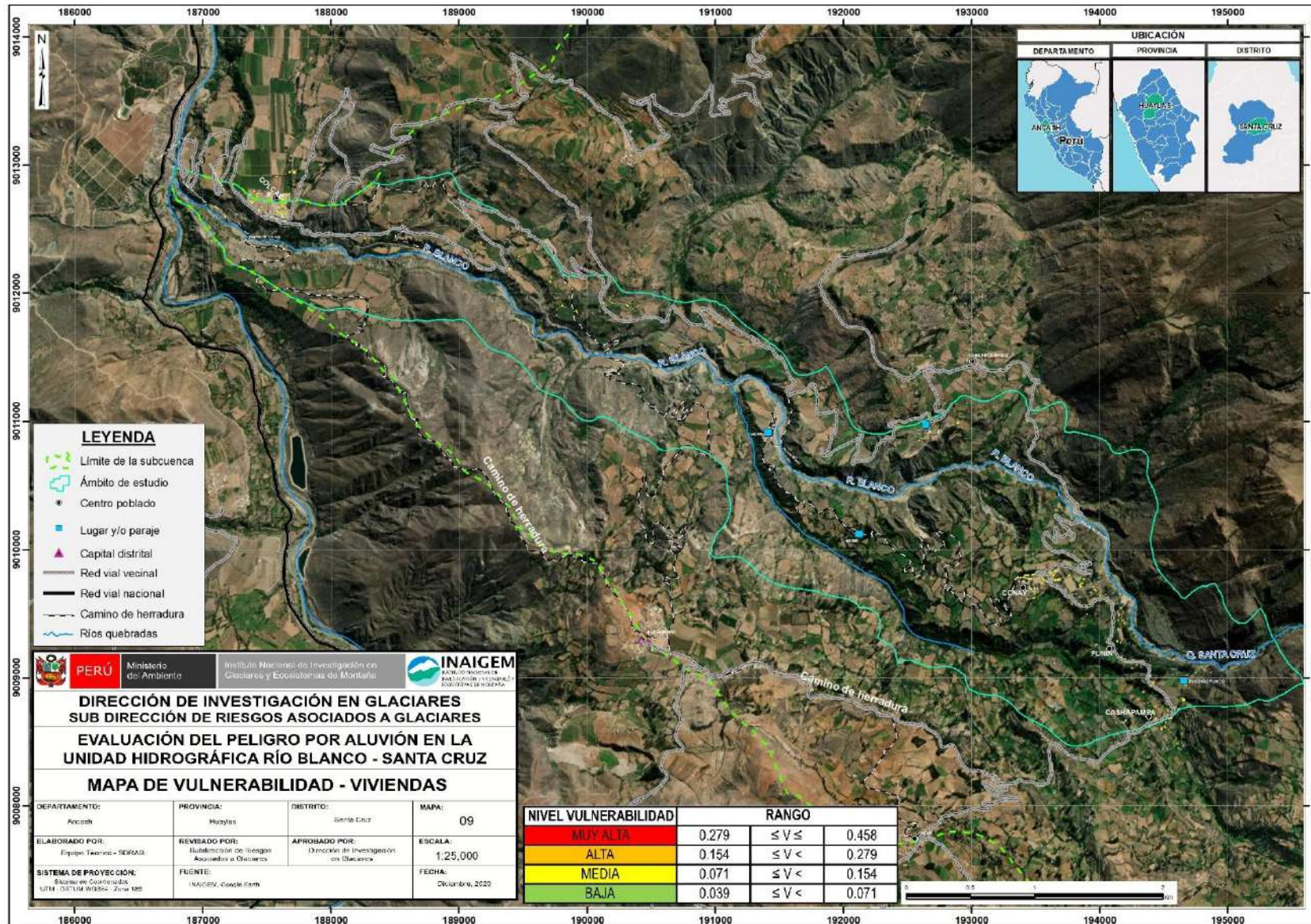
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 30. Mapa del nivel de vulnerabilidad por aluvión en viviendas.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

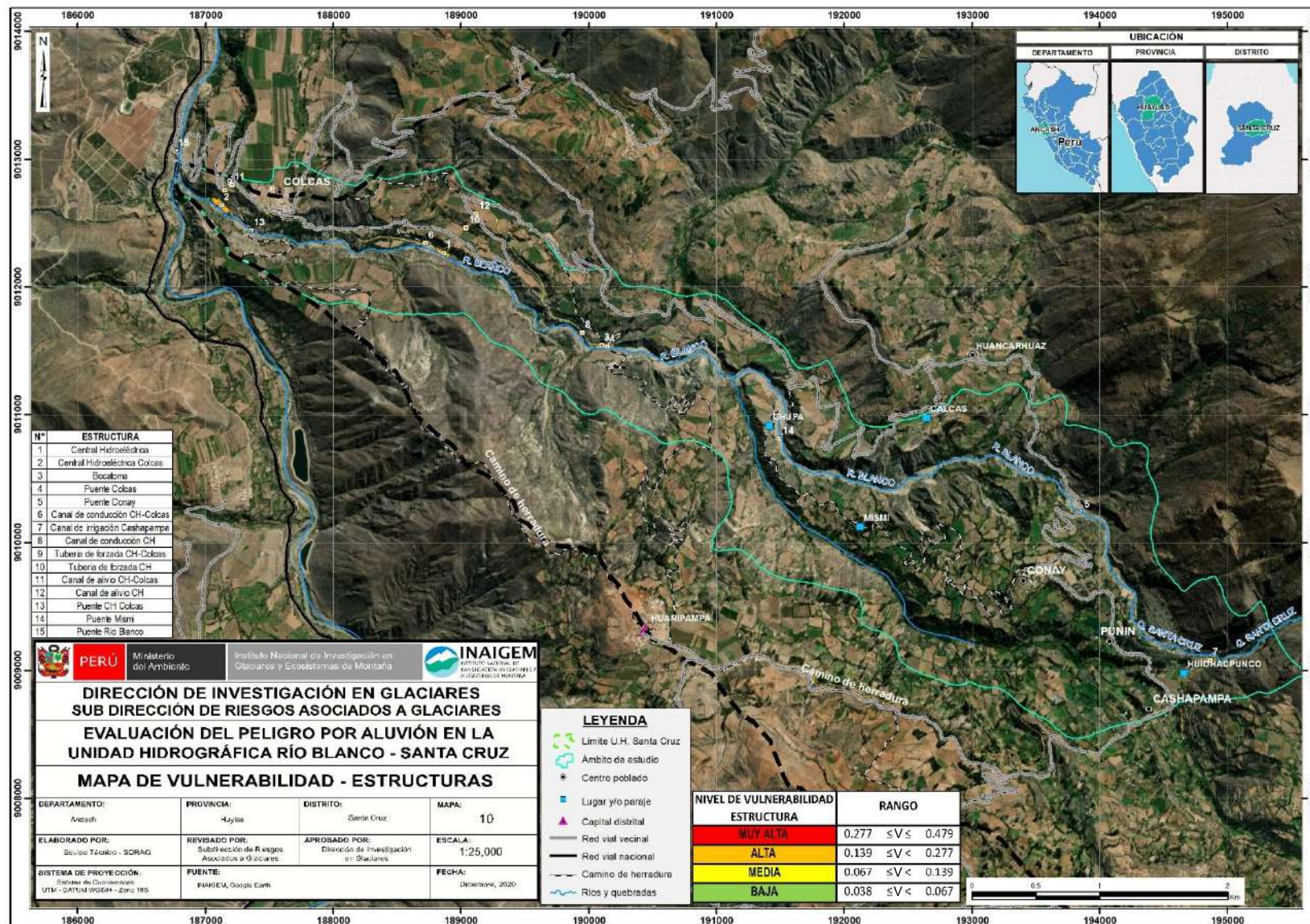
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 31. Mapa del nivel de vulnerabilidad por aluvión en estructuras.





CAPITULO IV CÁLCULO DEL RIESGO

4.1. RIESGO

El riesgo es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos (CENEPRED, 2014).

Está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664, ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función $f()$ del peligro y la vulnerabilidad.

$$R_{ie} | t = f(P_i, V_e) | t$$

Dónde:

R=Riesgo.

f =En función

P_i =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

Riesgo se expresa como la probabilidad de que ocurra una pérdida en un elemento "e", como resultado de la ocurrencia de un fenómeno con una intensidad mayor o igual a "i".

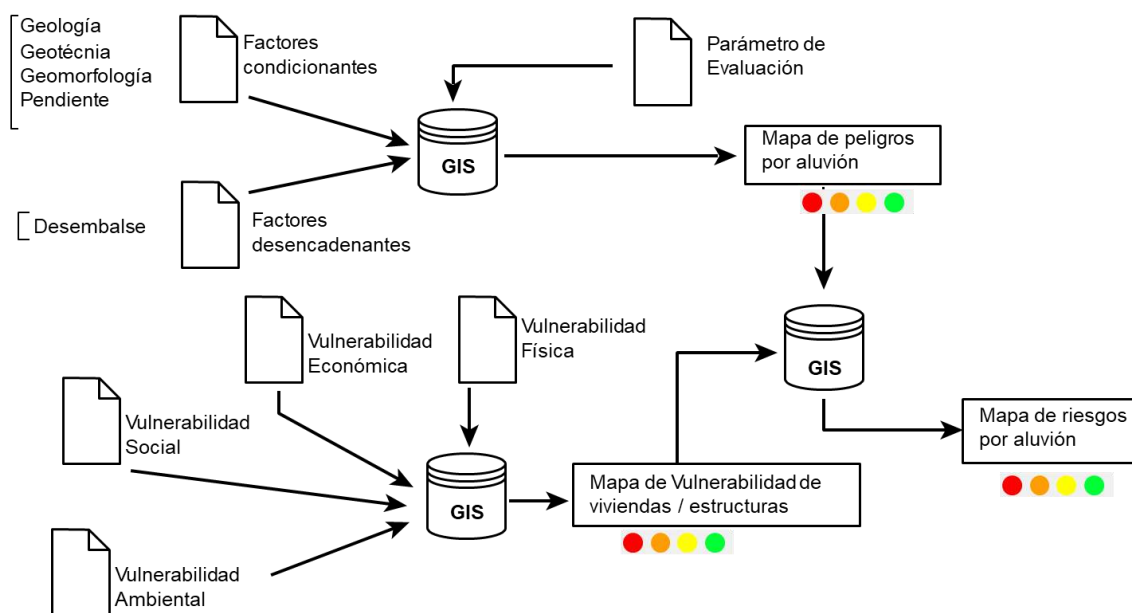
$$\text{Riesgo} = P * V$$

4.2. METODOLOGÍA

En el cálculo del riesgo por aluvión se evalúa la peligrosidad del mismo, considerando para este estudio los factores condicionantes como las unidades geológicas, geomorfológicas, geotécnicas y los niveles de pendiente, y como factor desencadenante se considera el volumen de desembalse de la laguna Arhuaycocha; seguidamente se calcula la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Población, viviendas y estructuras), evaluando en estos su dimensión social, física, económica y ambiental; finalmente se relaciona el peligro con la vulnerabilidad para calcular el riesgo por aluvión.

Para realizar el cálculo del riesgo por aluvión en este estudio se considera el siguiente procedimiento:

Figura 32. Metodología para el cálculo del riesgo por aluvión

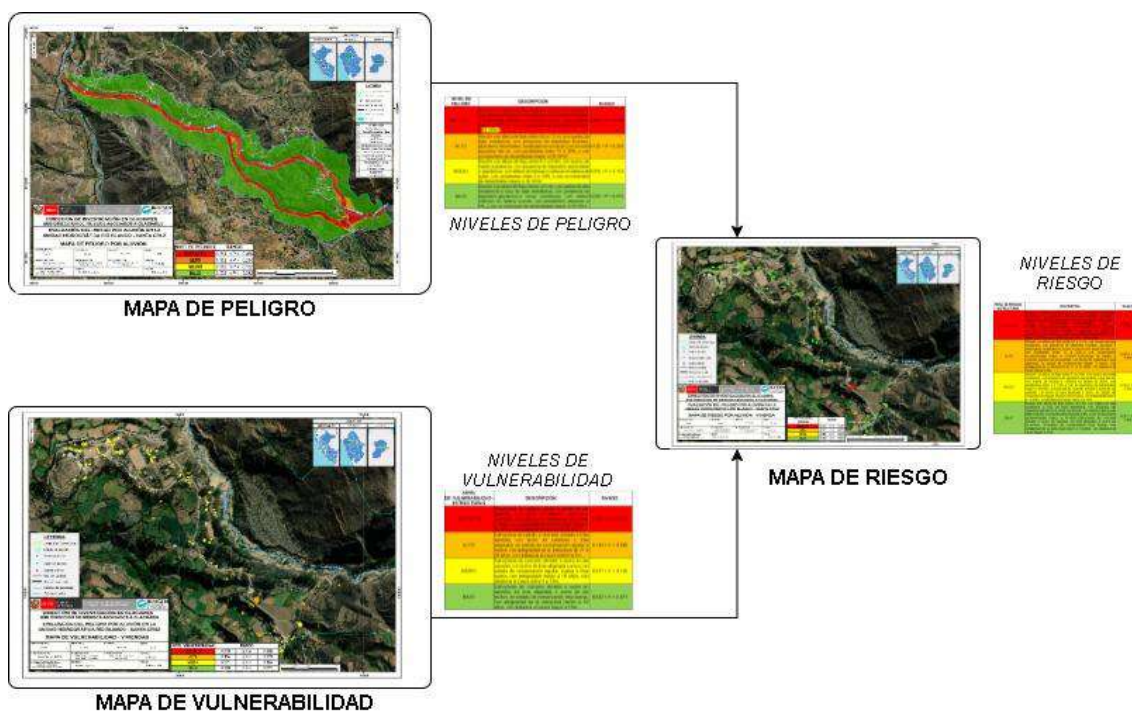


4.3. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

Al emplear la metodología propuesta por CENEPRED, se tiene la siguiente categorización de niveles de riesgo: Muy alta, alta, media y baja.

Dentro del área de estudio, se ha identificado los siguientes niveles de riesgo: en viviendas, el 5% presentaría niveles de riesgo muy alto, el 6% presenta nivel de riesgo alto y 89% de riesgo bajo. En estructuras los niveles de riesgo son 30% muy alto, 22% alto, 26% medio, 22% bajo.

Figura 31 *Flujograma para estimación de los niveles de riesgo*



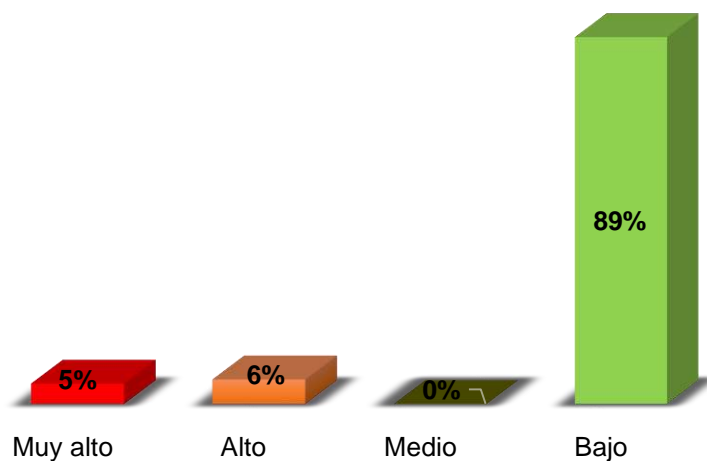
4.3.1. Nivel del riesgo por aluvión en viviendas

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de riesgo para viviendas y sus respectivos rangos obtenidos del proceso de análisis jerárquico.

Tabla 100. Nivel de riesgo por aluvión en viviendas.

NIVEL DE RIESGOS - VIVIENDAS	RANGO		
MUY ALTA	0,074	$\leq R \leq$	0,213
ALTA	0,023	$\leq R <$	0,074
MEDIA	0,006	$\leq R <$	0,023
BAJA	0,001	$\leq R <$	0,006

Figura 33. Distribución porcentual del nivel de riesgo por aluvión en viviendas.



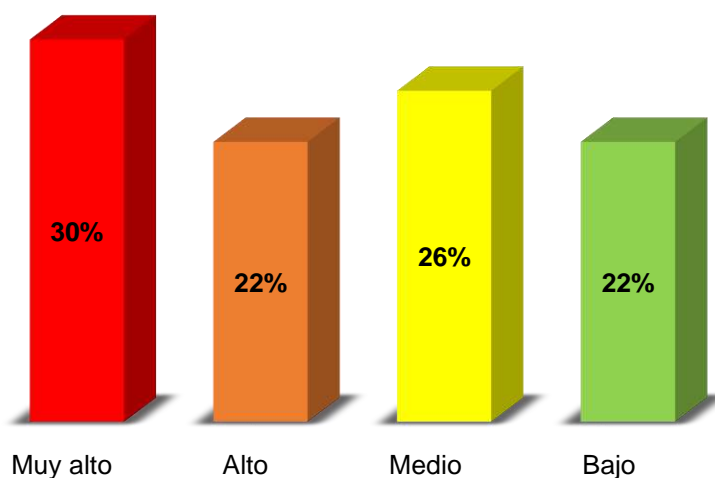
4.3.2. Nivel del riesgo por aluvión en estructuras

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de riesgo para estructuras y sus respectivos rangos obtenidos del proceso de análisis jerárquico.

Tabla 101. Nivel del riesgo por aluvión en estructuras.

NIVEL DE RIESGOS - ESTRUCTURAS	RANGO		
MUY ALTO	0,073	$\leq R \leq$	0,223
ALTO	0,021	$\leq R <$	0,073
MEDIO	0,005	$\leq R <$	0,021
BAJO	0,001	$\leq R <$	0,005

Figura 34. Distribución porcentual del nivel del riesgo por aluvión en estructuras.



4.4. ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO

Las zonas de riesgo pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación para viviendas y estructuras en la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz.

4.4.1. Estratificación del riesgo por aluvión en viviendas

En la siguiente tabla se muestra la estratificación del riesgo en viviendas por aluvión, modelado a partir del desembalse de la laguna Arhuaycocha hacia la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz.



Tabla 102. Estratificación del riesgo por aluvión en viviendas

NIVEL DEL RIESGO - VIVIENDAS	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Aluvión con altura de flujo mayor a 1.2m, con suelos de baja resistencia, con presencia de depósitos fluviales, situados en el cauce del río, con pendientes menores a 5%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Grupo etario de 0 a 5 y mayor a 70 años , múltiples discapacidades físicas, con actitud frente al riesgo fatalista, sin conocimiento de ocurrencia de desastres, con material predominante de pared de estera, de techo plástico u estera, en estado de conservación muy mala, antigüedad de la construcción mayor a 21 años, con tipo de vivienda no destinada para ocupación humana o vivienda improvisada, ocupación principal agricultura o ganadería, ingreso familiar menor de 930 soles, sin manejo de aguas residuales, sin manejo de residuos sólidos, sin capacitaciones en temas de contaminación ambiental.	0.074 ≤ R ≤ 0.213
ALTO	Aluvión con altura de flujo entre 0.6 a 1.2 m, con suelos de resistencia media, con presencia de depósitos glaciáricos, con presencia de relieve colinoso en ladera de suelo, con pendientes entre 5 a 15%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Grupo etario de 6 a 12 y entre 55 a 69 años, con múltiples discapacidades, con escasa actitud sobre el desastre, con conocimiento sobre regular ocurrencia de desastres, con material predominante de pared madera u adobe, con material predominante de techo estera o madera, estado de conservación mala a regular, antigüedad de la vivienda de 11 a 20 años, tipo de vivienda improvisada o choza, ocupación principal agricultura, ganadería, pesca o servicios, ingreso promedio familiar de 930 a 1200, con manejo de aguas residuales en disposición en río o acequia, manejo de residuos sólidos en disposición a quebrada, quema o disposición a la calle, con escasa capacitación en temas de contaminación ambiental. Dentro de este nivel, se tienen 18 viviendas y 39 habitantes como elementos expuestos.	0.023 ≤ R < 0.074
MEDIO	Aluvión con altura de flujo entre 0.3 a 0.6m, con rocas de baja resistencia, con presencia de rocas sedimentarias, con relieve colinoso en ladera rocosa, con pendientes entre 15% a 25%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Grupo etario de 13 a 18 y entre 40 a 54 años, con alguna discapacidad o no tiene, con actitud regular a mayoritaria positiva ante el desastre, conoce regularmente sobre la ocurrencia de desastres, con material predominante en la pared de adobe o ladrillo, material predominante del techo madera o calamina, estado de conservación regular a buena, antigüedad de la construcción de 6 a 10 años, tipo de vivienda choza o vivienda en vecindad, con ocupación principal servicios u otros, ingreso familiar de 1200 a 1500 o 1500 a 2000 soles, con manejo de aguas residuales en pozo ciego o pozo séptico, manejo de residuos sólidos en recolección semanal, y con capacitaciones en temas de contaminación ambiental regular a continua. Dentro de este nivel, se tiene 216 viviendas y 486 habitantes como elementos expuestos.	0.006 ≤ R < 0.023
BAJO	Aluvión con altura de flujo menor a 0.3m, con rocas de media a alta resistencia, con rocas volcánicas e intrusivas, con relieve montañoso y colinoso en ladera rocosa, con pendientes mayores a 25%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Grupo etario de 19 a 39 años, sin discapacidad, con actitud positiva frente al riesgo, con amplio conocimiento de desastres en la localidad, con material predominante de pared de ladrillo o concreto armado, material predominante en techo de calamina o losa aligerada, estado de conservación buena o muy buena, antigüedad de la vivienda menor a 5 años, tipo de vivienda independiente, ocupación principal servicios u otros, ingreso familiar mayor a 2000 soles, con manejo de agua residual de desagüe, manejo de residuos sólidos de recolección semanal, con activas capacitaciones en temas de contaminación ambiental.	0.01 R < 0.006



4.4.2. Estratificación del riesgo por aluvión en estructuras

En la siguiente tabla se muestra la estratificación del riesgo para estructuras por aluvión, modelado a partir del desembalse de la laguna Arhuaycocha hacia la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz.

Tabla 103. Estratificación del riesgo por aluvión en estructuras.

NIVEL DEL RIESGO - ESTRUCTURAS	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Aluvión con altura de flujo mayor a 1.2m, con suelos de baja resistencia, con presencia de depósitos fluviales, situados en el cauce del río, con pendientes menores a 5%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Estructuras de estera o madera en las paredes, con techo de plástico o estera, en estado de conservación muy malo a malo, con antigüedad de la estructura mayor a 21 años, con distancia al cauce menor a 2m. Dentro de este nivel, se tiene 6 estructuras como elementos expuestos.	0.073 ≤ R ≤ 0.223
ALTO	Aluvión con altura de flujo entre 0.6 a 1.2 m, con suelos de resistencia media, con presencia de depósitos glaciáricos, con presencia de relieve colinoso en ladera de suelo, con pendientes entre 5 a 15%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Estructuras de madera o adobe en las paredes, con techo de estera o madera, en estado de conservación malo a regular, con antigüedad de la estructura de 11 a 20 años, con distancia al cauce entre a 2 a 5m. Dentro de este nivel, se tiene 2 estructuras como elementos expuestos.	0.021 ≤ R < 0.073
MEDIO	Aluvión con altura de flujo entre 0.3 a 0.6m, con rocas de baja resistencia, con presencia de rocas sedimentarias, con relieve colinoso en ladera rocosa, con pendientes entre 15% a 25%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Estructuras de adobe o ladrillo en las paredes, con techo de madera o calamina, en estado de conservación regular a bueno, con antigüedad de la estructura de 6 a 10 años, con distancia al cauce entre 5 a 15m. Dentro de este nivel, se tiene 4 estructuras como elementos expuestos.	0.005 ≤ R < 0.021
BAJO	Aluvión con altura de flujo menor a 0.3m, con rocas de media a alta resistencia, con rocas volcánicas e intrusivas, con relieve montañoso y colinoso en ladera rocosa, con pendientes mayores a 25%, y con un desembalse mayor o igual a 16 Mm ³ . Estructuras de ladrillo o concreto armado en las paredes y calamina o losa aligerada en techos, en estado de conservación buena o muy buena, con antigüedad de la estructura menor a 5 años, con distancia al cauce mayor a 15m.	0.001 ≤ R < 0.005



4.5. MAPA DE RIESGO

El mapa del riesgo por aluvión modelado a partir del desembalse de la laguna Arhuaycocha hacia la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz a escala 1/25,000, se genera del análisis de los mapas de peligro y vulnerabilidad, distribuyéndose en mapa de riesgo de viviendas y mapa de riesgo de estructuras, dentro de la llanura de inundación. El formato completo del mapa se observa en el Anexo A.

4.5.1. Mapa del riesgo por aluvión en viviendas

En este mapa se visualiza las zonas con niveles de riesgo de 234 viviendas en la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz (Ver Figura 35), se determinó para estas viviendas los cuatro niveles de riesgo muy alto, alto, medio y bajo dentro de la llanura de inundación. El formato completo del mapa se observa en el Anexo A.

4.5.2. Mapa del riesgo por aluvión en estructuras

En este mapa se visualizan los niveles de riesgo de 15 estructuras de importancia local en la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz (Ver Figura 36), para las cuales se determinaron dentro de la llanura de inundación los cuatro niveles de riesgo: muy alto, alto, medio y bajo. El formato completo del mapa se observa en el Anexo A.



PERÚ

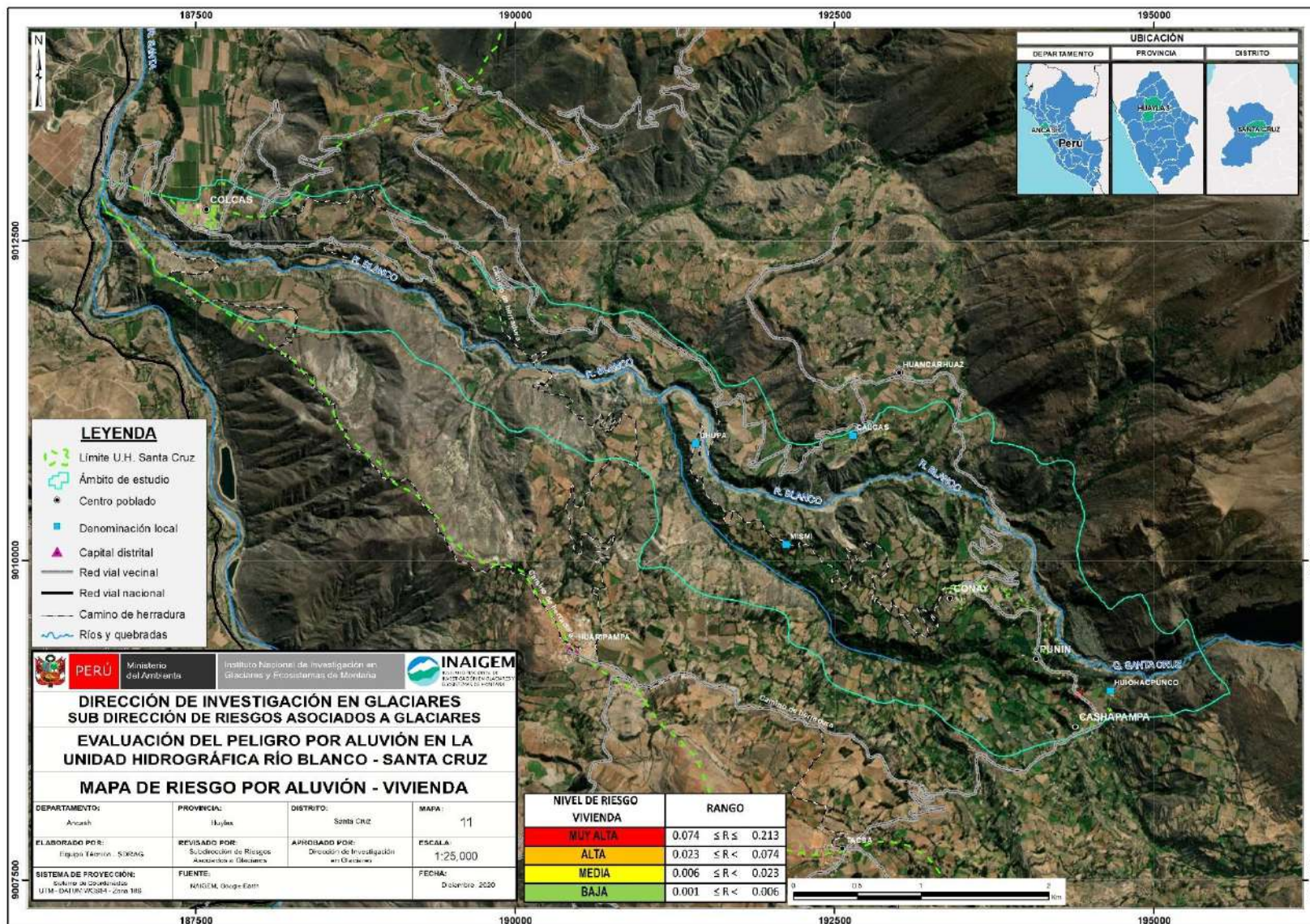
Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 35. Mapa del nivel de riesgo por aluvión en viviendas





PERÚ

Ministerio del Ambiente

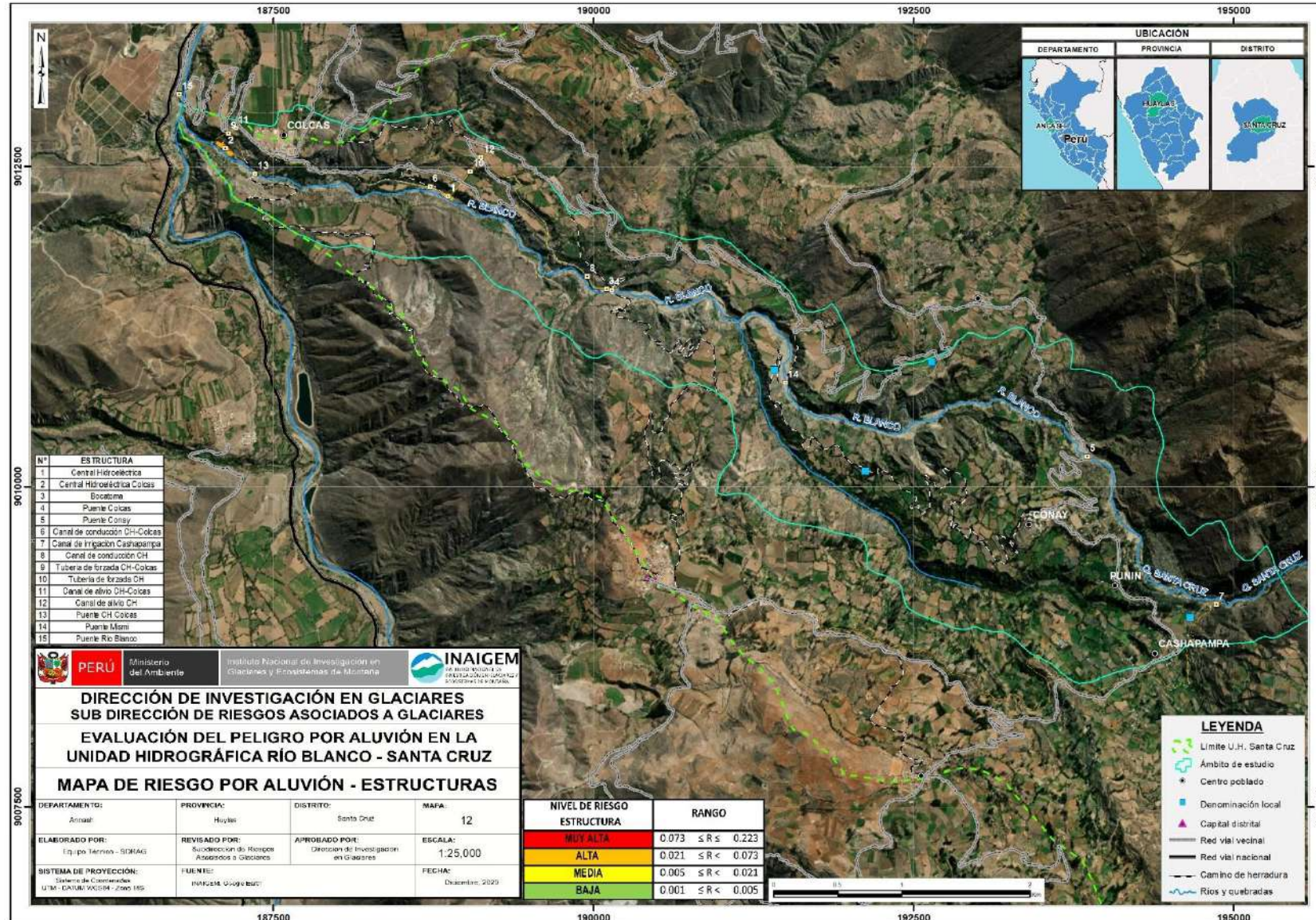
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 36. Mapa del nivel de riesgo por aluvión en estructuras





4.6. CÁLCULO DE LOS DAÑOS PROBABLES

4.6.1. Estimación de daños probables

La estimación de los daños probables comprende el cálculo de la afectación a las viviendas en riesgo medio, alto y muy alto, y en el caso de las estructuras es sobre aquellas que están en riesgo muy alto y alto.

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 de las viviendas y estructuras, así como su equipamiento, por causa de un peligro. Estos costos varían de acuerdo al tipo de infraestructura y al grado de afectación, para lo cual, en el caso de viviendas, hemos tomado como fuente los valores unitarios oficiales de edificaciones para las localidades de Lima Metropolitana y la provincia constitucional del Callao, la costa, sierra y selva, aprobado mediante la Resolución Ministerial N°415-2017-VIVIENDA, vigente para el ejercicio fiscal 2018; y para las estructuras el equipo de INAIGEM ha realizado el cálculo directo de acuerdo a las características obtenidas in situ y los costos del mercado.

Los daños probables calculados en viviendas ascienden a s/ 390,000.00 soles, y en las estructuras a 18'200,000.00 soles, haciendo un total de 18'590,000.00 soles.

Tabla 104. Estimación de los costos de los efectos probables

Efectos probables	Daños probables (S/.)
26 viviendas ubicadas en el cauce del aluvión	390,000.00
2 centrales Hidroeléctricas ubicadas en el cauce del aluvión	15,000,000.00
2 puentes ubicados en el cauce del aluvión	700,000.00
1 bocatoma ubicada en el cauce del aluvión	2,000,000.00
1 canal de irrigación ubicado en el cauce del aluvión	500,000.00
Total	18,590,000.00

Fuente: INAIGEM, MVCS



4.7. CONTROL DEL RIESGO, ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

4.7.1. 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. En la parte baja de la subcuenca Río Blanco – Santa Cruz la valoración de consecuencias, es de **Valor 3 - Alta**, entonces las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.

Tabla 105. Valoración y nivel de la 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	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED

4.7.2. Valoración de frecuencia

Los aluviones que se dan en el área de estudio pueden ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos, por lo tanto, la frecuencia de ocurrencia de este fenómeno es de **Valor 3 – Alta**.

Tabla 106. Valoración y nivel de la 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	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED



4.7.3. Nivel de consecuencia y daños

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

Tabla 107. 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

Fuente: CENEPRED

4.7.4. Aceptabilidad y/o tolerancia

De acuerdo a las condiciones analizadas en la parte baja de la UH Río Blanco – Santa Cruz, el nivel de aceptabilidad o tolerancia del riesgo ante la ocurrencia de un aluvión es **Inaceptable**, por lo que se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo del riesgo.

Tabla 108. 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

Fuente: CENEPRED



4.7.5. Prioridad de Intervención

La prioridad de intervención en este caso sería del nivel II, Inaceptable.

Tabla 109. Prioridad y nivel de intervención

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

Fuente: CENEPRED

4.7.6. Medidas de Control

Para reducir los niveles de riesgo ante la ocurrencia de un aluvión en la parte baja de la subcuenca Río Blanco- Santa Cruz, en el distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, se sugiere, se tomen medidas estructurales y no estructurales, consignadas en las recomendaciones del presente estudio.



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En la zona de estudio, parte baja de la subcuenca Río Blanco- Santa Cruz, se ha identificado la existencia de elementos expuestos, conformados por 525 personas, 234 viviendas y 12 estructuras de importancia local, ubicados en zonas de niveles de peligro muy alto, alto, medio y bajo, de acuerdo al grado de exposición a un aluvión.
- El análisis de la vulnerabilidad del área de estudio, utilizando las dimensiones, social, física, económica y ambiental, para las viviendas y dimensión física para las estructuras importantes, da como resultado que, en el área de estudio el 7.5% de las viviendas posee vulnerabilidad alta, y el 92.5% de las viviendas posee vulnerabilidad media. Las estructuras poseen 50% en vulnerabilidad muy alta, 17% en vulnerabilidad alta y 33% en vulnerabilidad media.
- Dentro del área de estudio, se ha identificado los siguientes niveles de riesgo: en viviendas, el 5% presentaría niveles de riesgo muy alto y el 6% presenta nivel de riesgo alto y 89% de riesgo bajo. En estructuras los niveles de riesgo son 30% muy alto, 22% alto, 26% medio, 22% bajo.
- Ante un aluvión que afecte la parte baja de la subcuenca Río Blanco- Santa Cruz, los efectos probables han sido estimados en S/. 18 590 000,00 soles, lo cual incluye los costos de afectación a las viviendas e infraestructuras. Para el cálculo de daños probables se ha considerado la afectación de 26 viviendas con un costo de S/. 390,000.00 y 6 estructuras con un costo de S/. 18'200,000.00.
- El cálculo del control de riesgos determina que el nivel de consecuencia y daños es Alto, el nivel de aceptabilidad y/o tolerancia indica que se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos y la prioridad de intervención sería Inaceptable.
- La evaluación del riesgo por aluvión en la parte baja de la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz, muestra que, para viviendas y estructuras predominan los niveles de riesgo medio y alto; no obstante, si bien es cierto que en dichas zonas predominan los niveles de peligro muy alto y alto dada las condiciones del territorio; la vulnerabilidad puede ser modificada y reducida, mejorando las condiciones sociales, físicas, económicas y ambientales del territorio; situación que reduciría los niveles de riesgo.



5.2. RECOMENDACIONES

Para reducir los niveles de riesgo ante la ocurrencia de un aluvión en la parte baja de la subcuenca Río Blanco- Santa Cruz, en el distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, se sugiere, se tomen principalmente las siguientes medidas estructurales y no estructurales.

5.2.1. MEDIDAS ESTRUCTURALES

- Se debe considerar el monitoreo en tiempo real del glaciar Pucajirca y la laguna Arhuaycocha; así también un sistema de comunicación de alta tecnología.
- La implementación un sistema de monitoreo en tiempo real con fines de investigación, deberá incluir la instalación de sensores de medición del nivel de espejo de agua (tipo boya) de la laguna, sensores de detección de movimientos en masa, medidores de caudal, instrumentos para la medición de movimientos sísmicos y una estación meteorológica, todo ello articulado a un sistema de alerta temprana (SAT).
- Implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) considerando los 4 componentes según INDECI.
- Implementación de una obra de seguridad en la laguna Arhuaycocha, a partir de un estudio detallado de la zona frontal de la laguna, considerando técnicas que incluyan el incremento de la capacidad y/o la resistencia al corte de la capa de depósito glaciárico emplazado en la zona frontal de la laguna, de esta manera incrementar su factor de seguridad, y minimizar la posibilidad de generación de la apertura de una brecha por erosión regresiva de darse un evento extremo.
- Implementación de una obra de seguridad en la laguna Jatuncocha, consistente en una presa de seguridad acorde a las condiciones actuales de la laguna, y a la altura de flujo aluviónico prevista, de darse un eventual aluvión que parta de la laguna Arhuaycocha.
- Construcción de un sistema de estructuras de encausamiento y protección en ambas márgenes del río Blanco- Santa Cruz, considerando las zonas críticas cercanas a las zonas pobladas (previo informe de campo), a fin de disipar la energía de la masa aluviónica, y evitar que esta afecte a la infraestructura básica y complementaria, asimismo a los habitantes del área de estudio.
- Ejecución de la limpieza del cauce a lo largo del río Río Blanco- Santa Cruz (zonas críticas, previo informe técnico de la entidad competente), a fin de facilitar el flujo de una posible masa aluviónica que se genere; minimizando la posibilidad



de embalses en puntos críticos, con consecuentes desbordes violentos por la apertura repentina de brechas.

- Reubicación de las viviendas ubicadas en las zonas de alto y muy alto riesgo.

5.2.2. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

- Gestión en la emisión de una ordenanza que prohíba la construcción y habilitación de viviendas en la franja marginal del río Blanco- Santa Cruz, con la finalidad de evitar su exposición al peligro.
- Inclusión en el "Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres de la subcuenca de Río Blanco- Santa Cruz", la identificación de espacios no poblados ubicados fuera de la franja de mayor riesgo, como áreas de seguridad, que además poseen terrenos estables.
- Elaboración del Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres de la subcuenca Río Blanco- Santa Cruz. Mejorar la señalización en las márgenes del río, e identificar zonas seguras en el caso haya personas que estén realizando sus actividades cotidianas cercanas al área del impacto.
- Fortalecimiento de las capacidades de la población mediante charlas informativas periódicas en temas relacionados a gestión del riesgo de desastres (3 meses)
- Mejoramiento de la articulación con el Centro de Operaciones de Emergencia Local (COEL) de Huaylas y al Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) de Ancash, proporcionando información primaria sobre un posible aluvión y/o movimiento en masa en la subcuenca Río Blanco- Santa Cruz.
- Implementación de un programa de asistencia técnica para el mejoramiento de viviendas.
- Implementación de acciones de capacitación en educación ambiental.
- En el ámbito municipal, se recomienda incorporar la Gestión de Riesgo de Desastres en forma transversal en el Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Provincial de Huaylas
- Realización de una evaluación del riesgo por aluvión en la parte alta de la subcuenca, con la finalidad de incorporar el análisis del peligro en la parte alta, la vulnerabilidad de las obras de infraestructura expuestas y la incorporación del control del riesgo con propuestas de medidas estructurales y no estructurales.
- Realizar una evaluación del riesgo en la confluencia del río Santa con el río Blanco – Santa Cruz, para determinar el impacto que tendría el aluvión en el



caudal del río Santa, y las consecuencias que se generarían en la central hidroeléctrica del Cañón del Pato y demás elementos expuestos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARE PERÚ, 2017. Evaluación de peligros por glaciares y permafrost en regiones de montaña. Proyecto Glaciares+.
2. 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.
3. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), 2009. Riesgos Geológicos en la región Ancash.
4. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2008. Compendio Estadístico del XI Censo Nacional de Población, VI de Vivienda, II de Comunidades Indígenas.
5. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017. Modelo de Cedula Censal.
6. Instituto Nacional de Investigaciones en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), 2017. Mapas de Unidades Geológicas, Geomorfológicas, Geotécnicas y de Pendientes en la subcuenca del río Blanco- Santa Cruz, Ancash. Escala 1/25 000.
7. Instituto Nacional de Investigaciones en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), 2017. Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa en la subcuenca del río Blanco- Santa Cruz, Ancash. Escala 1/25 000.
8. WEGNER, Steven, 2014, Lo que el agua se llevó – Consecuencias y Lecciones del Aluvión de Huaraz de 1941. Nota Técnica N° 7. Lima: Ministerio de Ambiente.



PERÚ

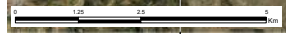
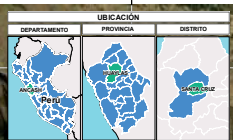
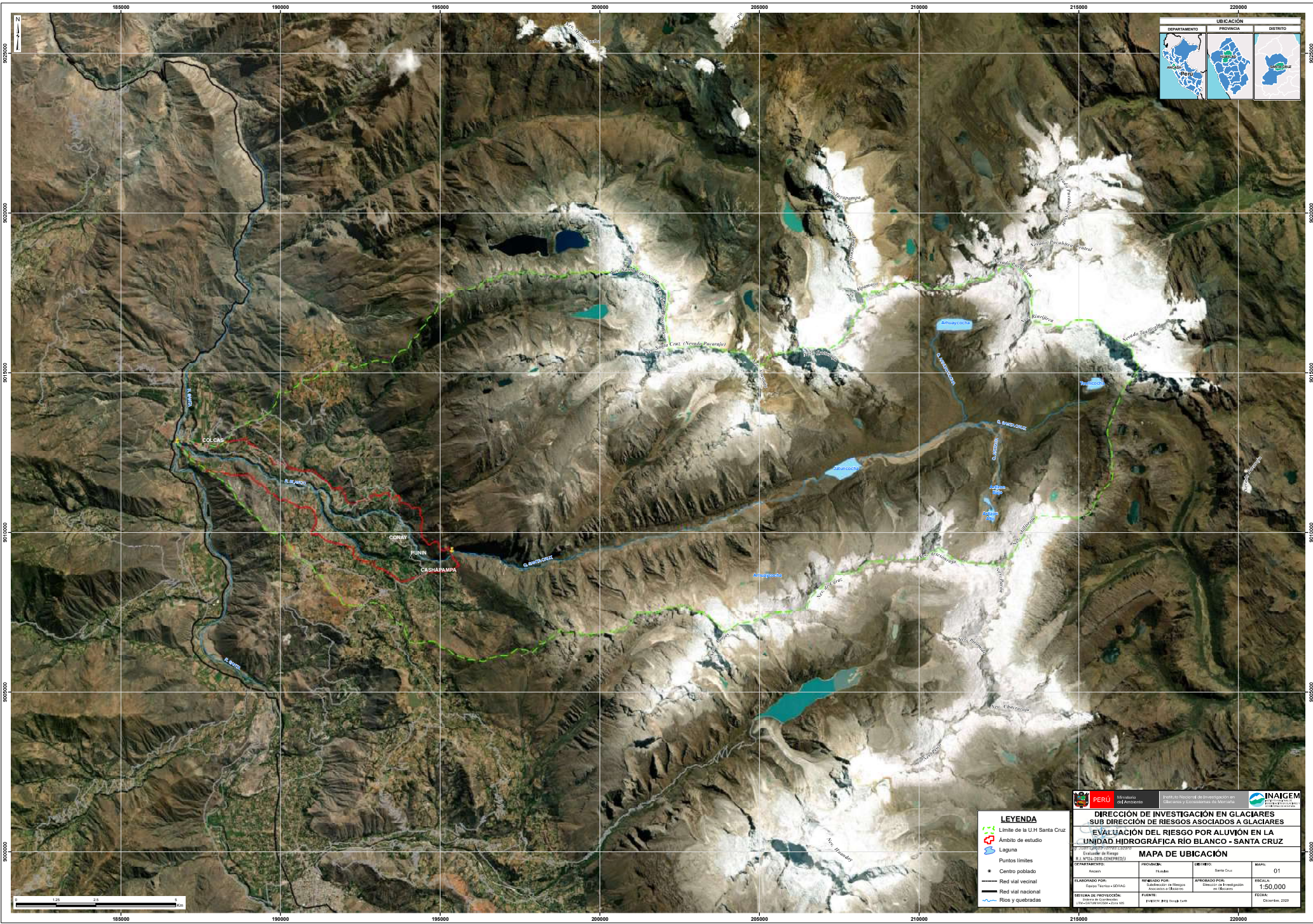
Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



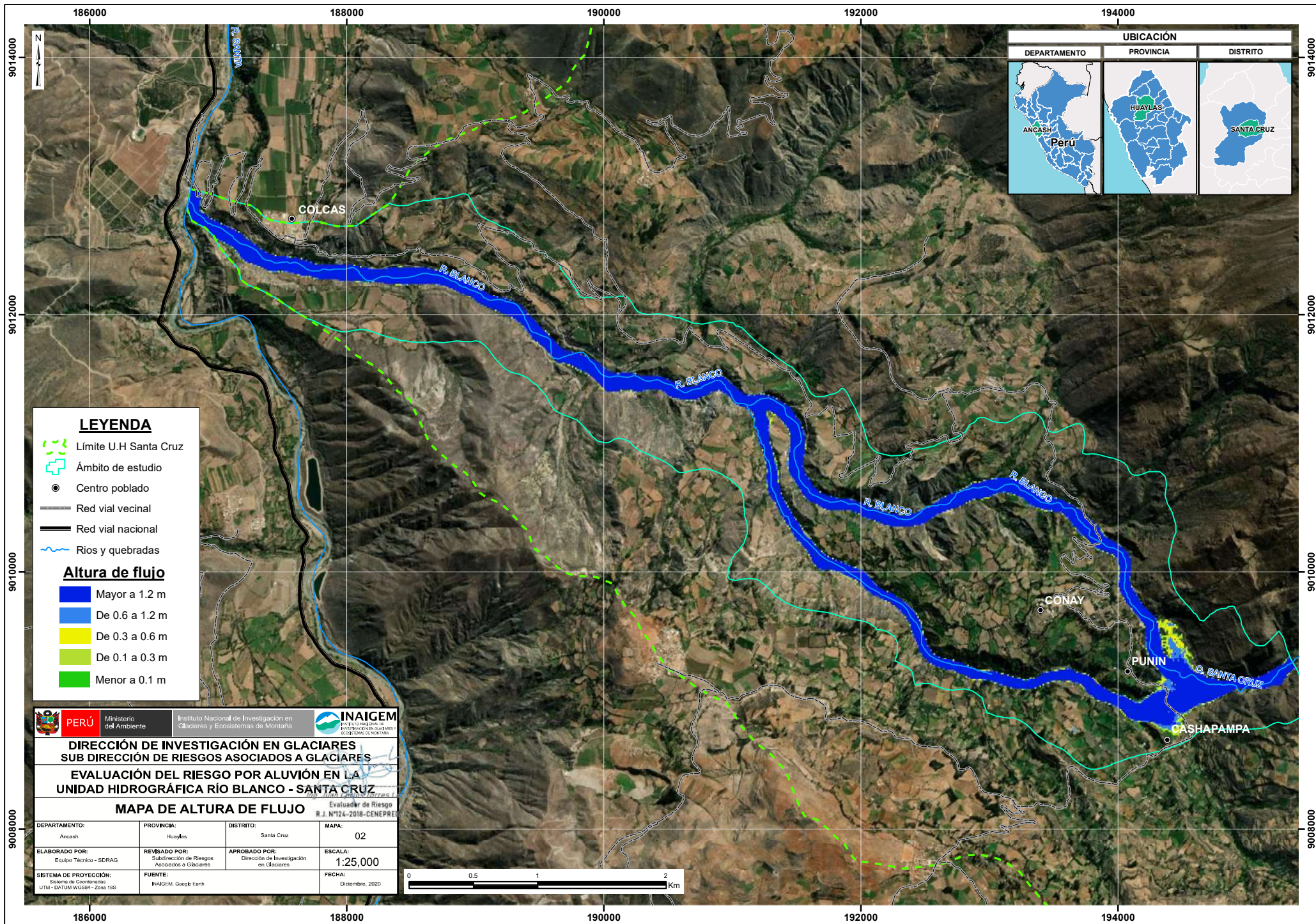
*“Decenio de la Igualdad de Oportunidad para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

ANEXO A



- LEYENDA**
- Límite de la UH Santa Cruz
 - Ámbito de estudio
 - Laguna
 - Puntos poblados
 - Centro poblado
 - Red vial nacional
 - Red vial vecinal
 - Ríos y quebradas

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ			
MAPA DE UBICACIÓN			
DEPARTAMENTO: Arequipa	PROVINCIA: Arequipa	DISTRITO: Santa Cruz	MAPEO: 01
ELABORADO POR: Freddy Tscholl + SOIAG	REVISADO POR: Eduardo de la Cruz Mauricio de la Cruz	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:50.000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM (Zona 18S)	FUENTE: IGN (2019)	FECHA: Diciembre 2020	



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

LEYENDA

- Límite U.H Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- == Red vial nacional
- ~ Ríos y quebradas

Altura de flujo

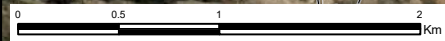
- Mayor a 1.2 m
- De 0.6 a 1.2 m
- De 0.3 a 0.6 m
- De 0.1 a 0.3 m
- Menor a 0.1 m

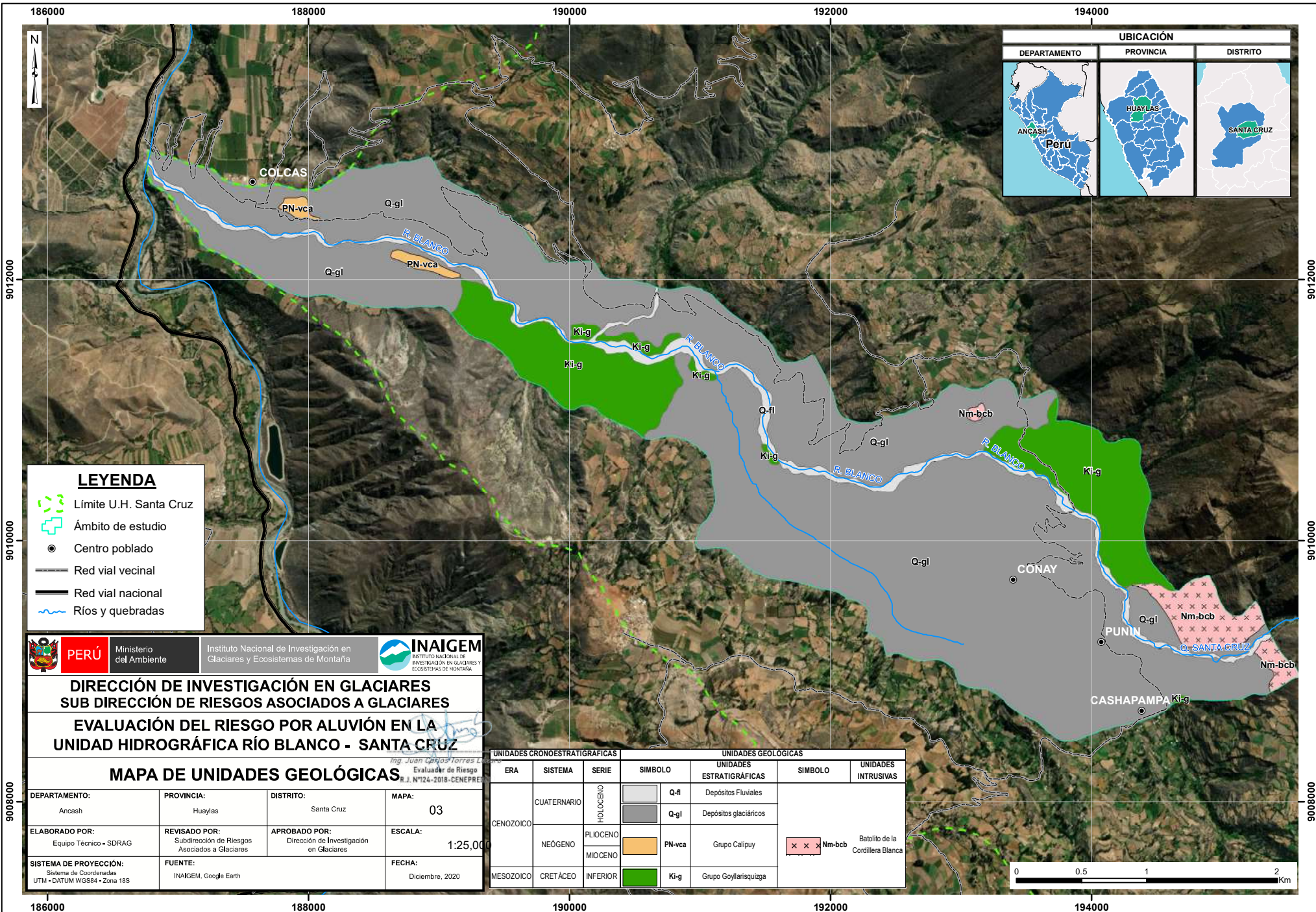
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE ALTURA DE FLUJO Evaluador de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPRE

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 02
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: Bv421M, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	





UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- == Red vial nacional
- ~ Ríos y quebradas

PERÚ Ministerio del Ambiente
 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

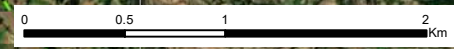
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

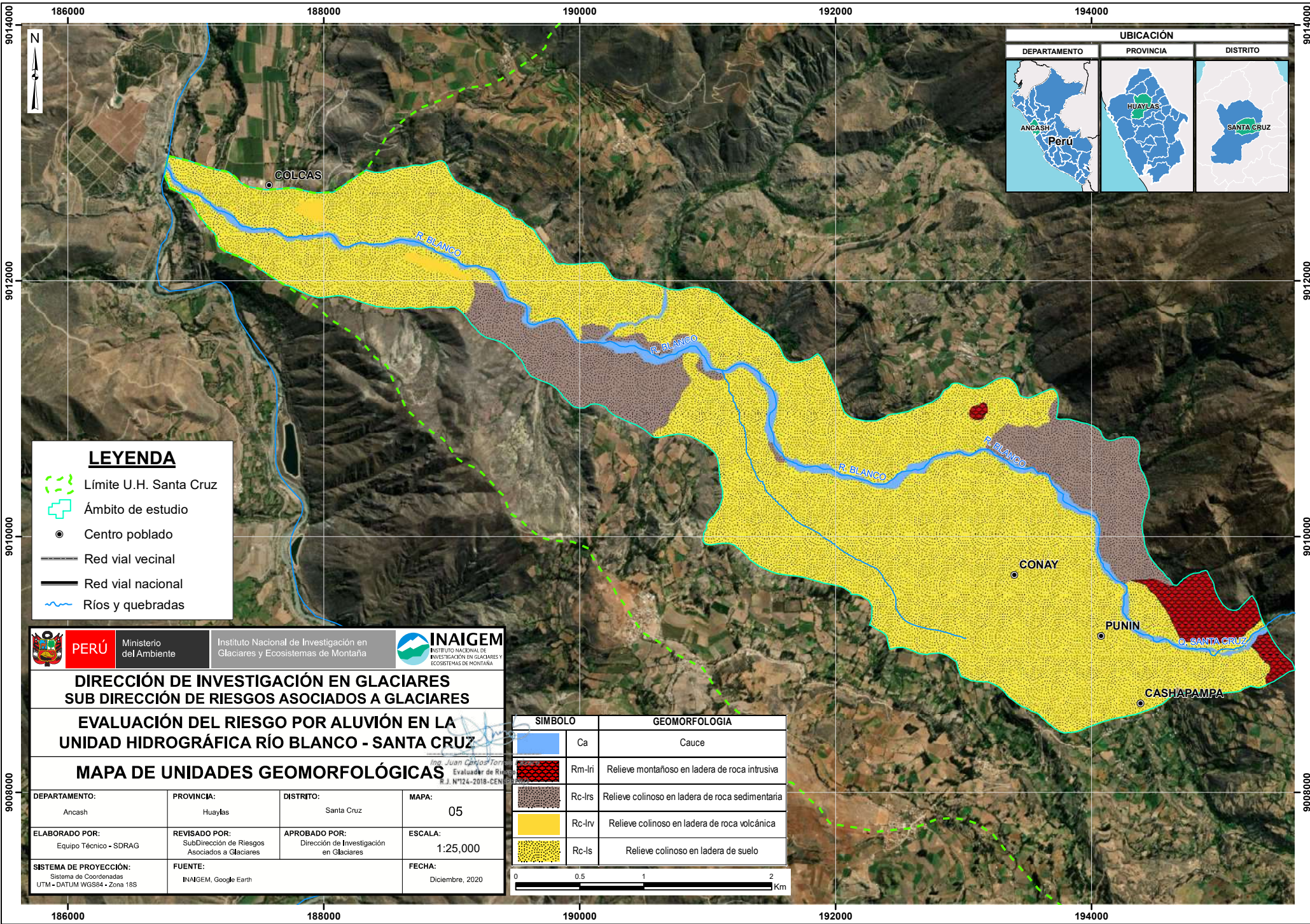
Ing. Juan Carlos Torres L. Evaluador de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPRE

MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 03
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS			UNIDADES GEOLÓGICAS			
ERA	SISTEMA	SERIE	SÍMBOLO	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	SÍMBOLO	UNIDADES INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Q-fl	Depósitos Fluviales		
			Q-gI	Depósitos glaciáricos		
	NEÓGENO	PLIOCENO	PN-vca	Grupo Calipuy	Nm-bcb	Babilito de la Cordillera Blanca
		MIOCENO	KI-g	Grupo Goyllarisquizga		
MESOZOICO	CRETÁCEO	INFERIOR				





LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos y quebradas

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
 INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

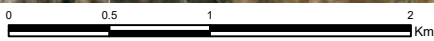
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

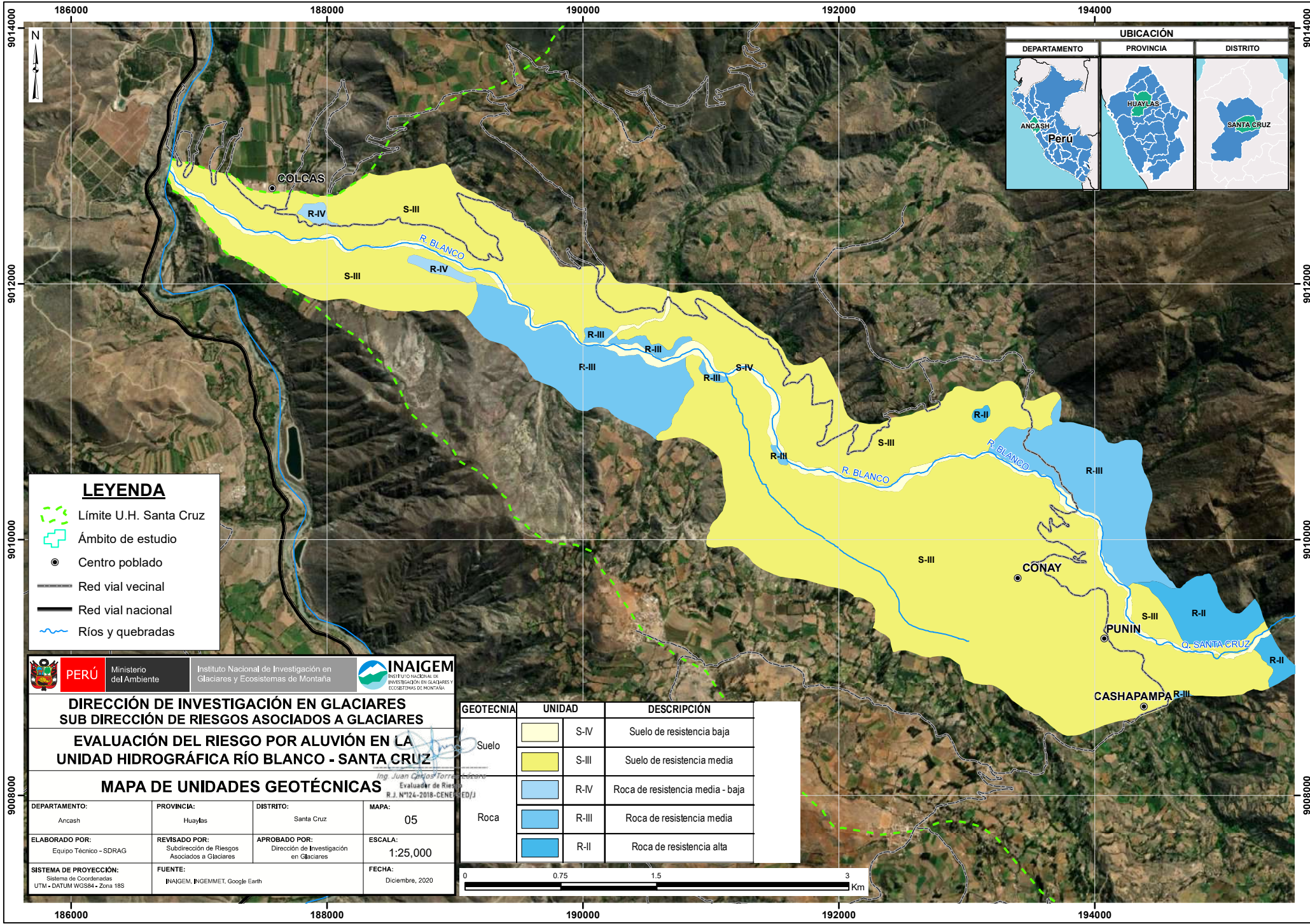
DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 05
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: SubDirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

SIMBOLO	GEOMORFOLOGIA
	Ca Cauce
	Rm-Iri Relieve montañoso en ladera de roca intrusiva
	Rc-Irs Relieve colinoso en ladera de roca sedimentaria
	Rc-Irv Relieve colinoso en ladera de roca volcánica
	Rc-Iss Relieve colinoso en ladera de suelo



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos y quebradas

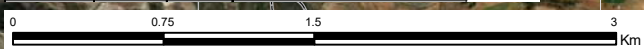
PERÚ Ministerio del Ambiente
 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
INAIGEM
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

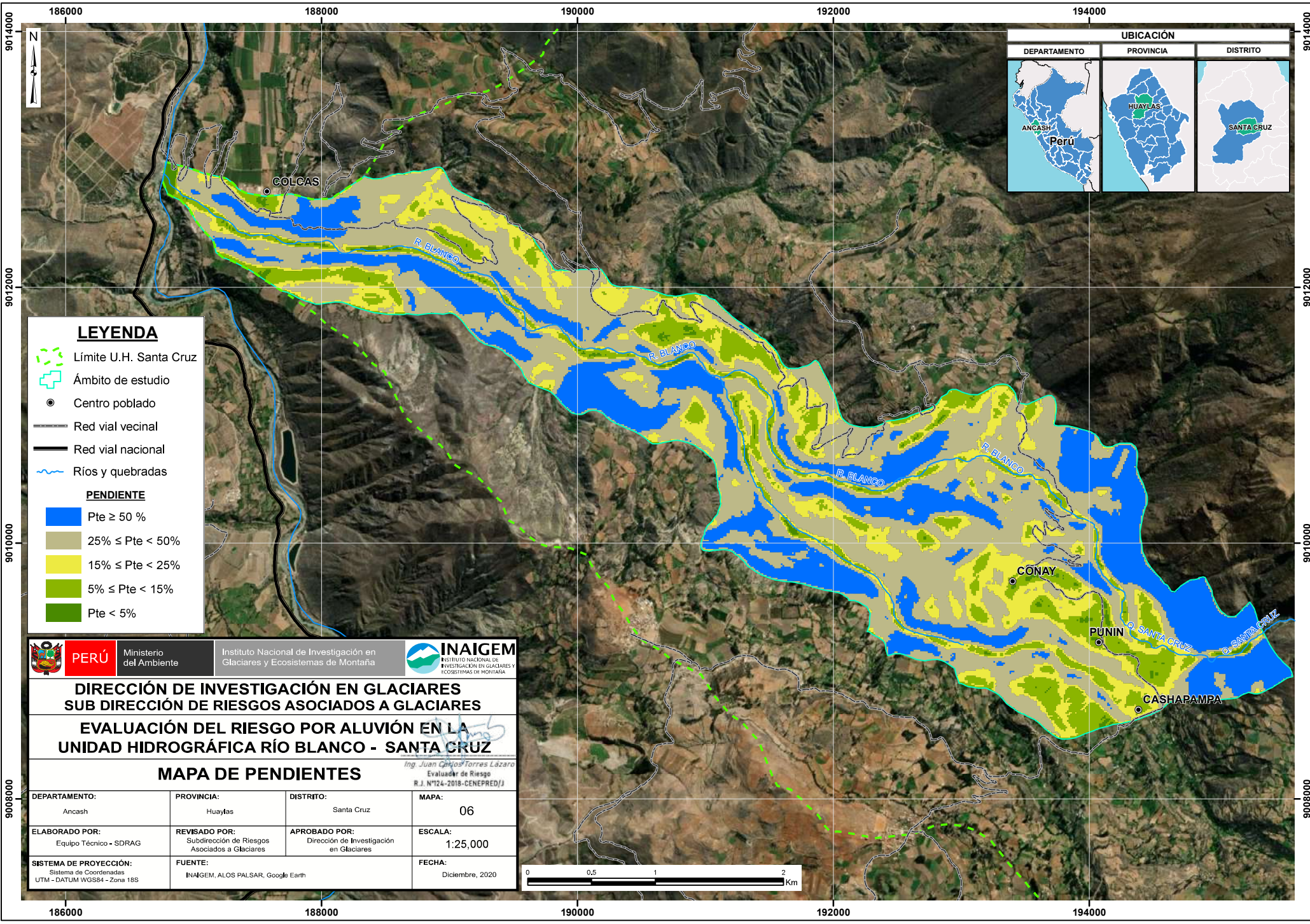
MAPA DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 05
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, INGENMET, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

GEOTECNIA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Suelo	S-IV	Suelo de resistencia baja
	S-III	Suelo de resistencia media
Roca	R-IV	Roca de resistencia media - baja
	R-III	Roca de resistencia media
	R-II	Roca de resistencia alta
	R-I	Roca de resistencia muy alta



Ing. Juan Carlos Torres
 Evaluador de Riesgo
 R.J. N°124-2018-CENEP
 ED/J



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos y quebradas

PENDIENTE

- Pte $\geq 50\%$
- $25\% \leq \text{Pte} < 50\%$
- $15\% \leq \text{Pte} < 25\%$
- $5\% \leq \text{Pte} < 15\%$
- Pte $< 5\%$

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
<p style="text-align: center;">ANCASH Perú</p>	<p style="text-align: center;">HUAYLAS</p>	<p style="text-align: center;">SANTA CRUZ</p>

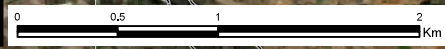
	PERÚ	Ministerio del Ambiente	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña		INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA
--	-------------	-------------------------	---	--	---

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE PENDIENTES

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 06
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, ALOS PALSAR, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	



187500

190000

192500

195000



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocanama
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

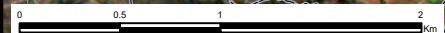
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 7 -
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	



LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas
- Vivienda

187500

190000

192500

195000

9012500

9010000

9007500

9012500

9010000

9007500

187500

190000

192500

195000



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

9012500

9012500

9010000

9010000

9007500

9007500

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocabma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

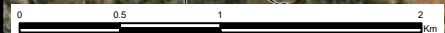
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 07
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas
- Vivienda

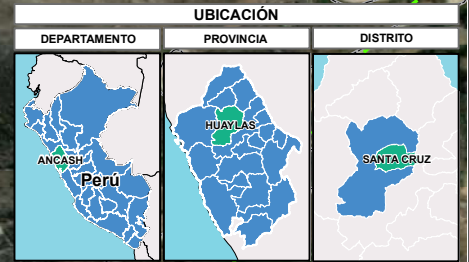
187500

190000

192500

195000

187500



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocaboma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES

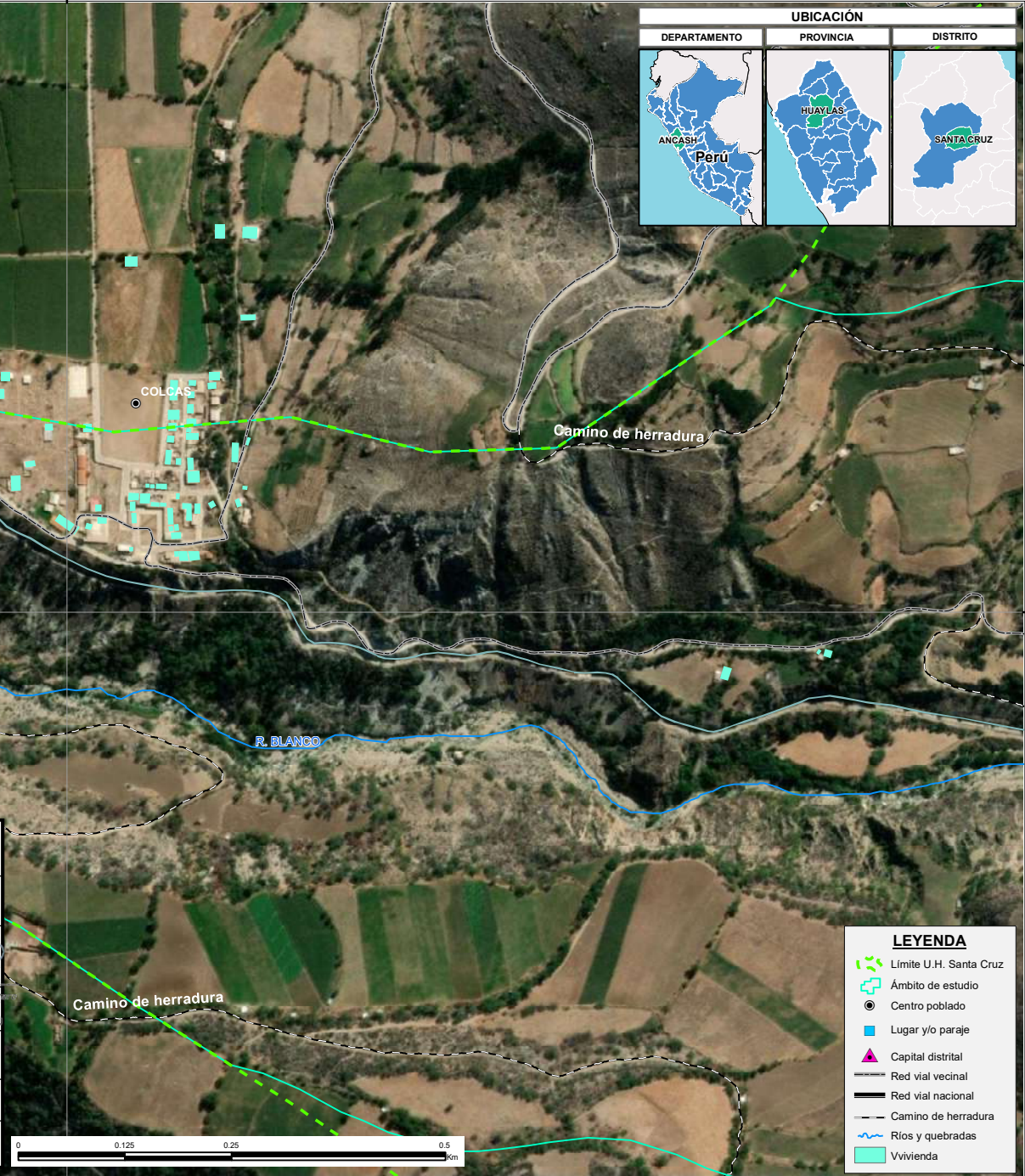
EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

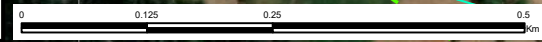
DEPARTAMENTO:	Ancash
PROVINCIA:	Huaylas
DISTRITO:	Santa Cruz
MAPA:	7 - A

ELABORADO POR:	Equipo Técnico - SDRAG
REVISADO POR:	Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares
APROBADO POR:	Dirección de Investigación en Glaciares
ESCALA:	1:5,000

SISTEMA DE PROYECCIÓN:	Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S
FUENTE:	INAIGEM, Google Earth
FECHA:	Diciembre, 2020



187500



9012500

9012500



190000

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocanoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

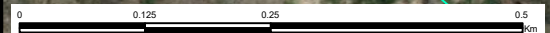
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

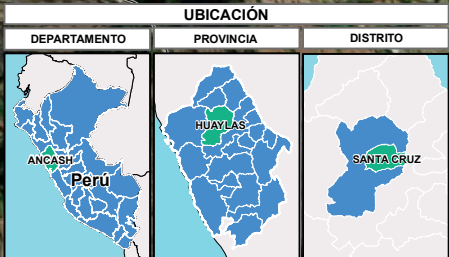
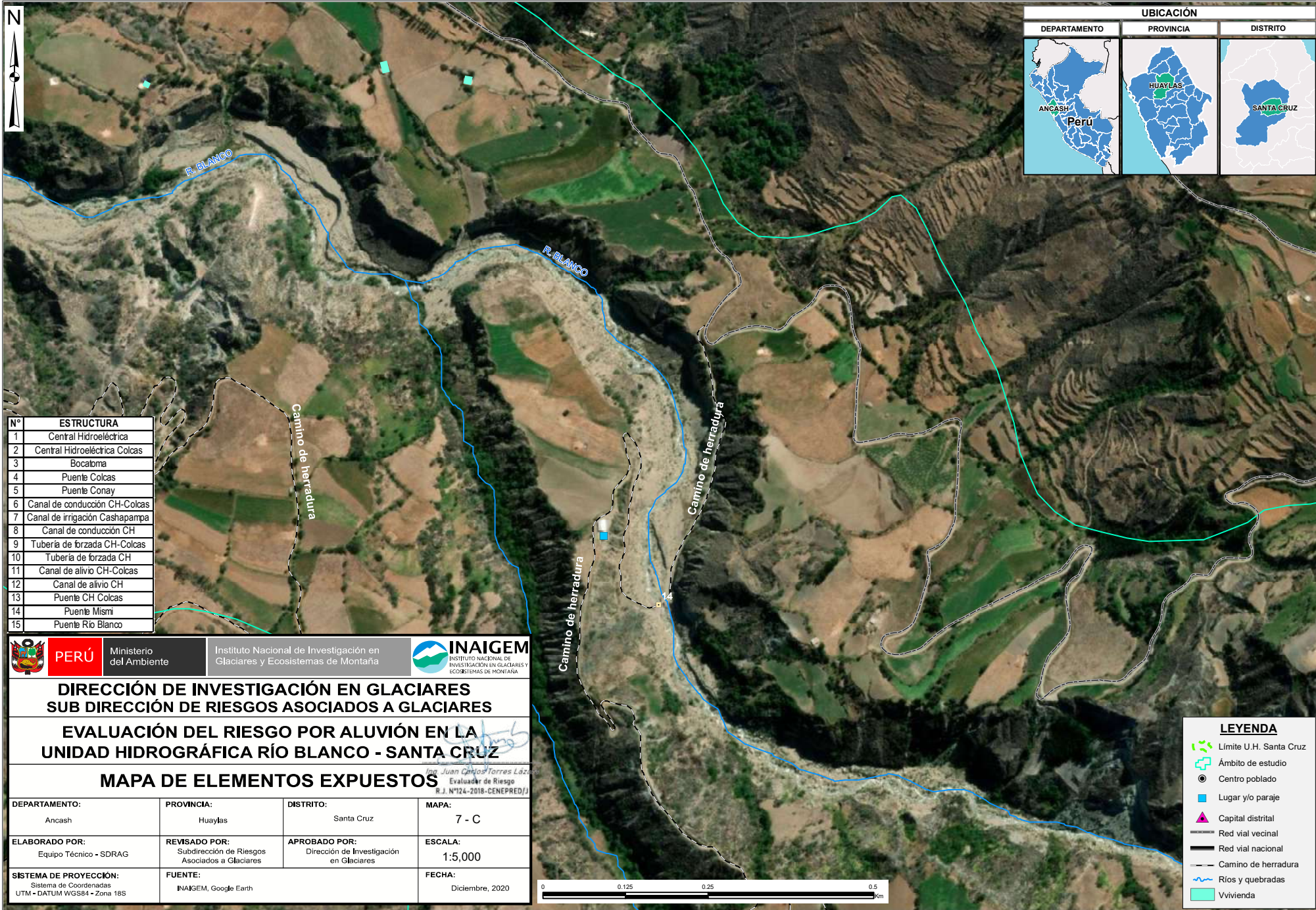
DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 7 - B
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	



LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas
- Vivienda

190000



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocaboma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

Ministerio del Ambiente

 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

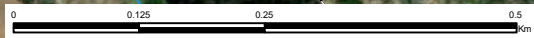
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Juan Carlos Torres Lázaro
Evaluador de Riesgo
R.J. N°124-2018-CENEPREDI

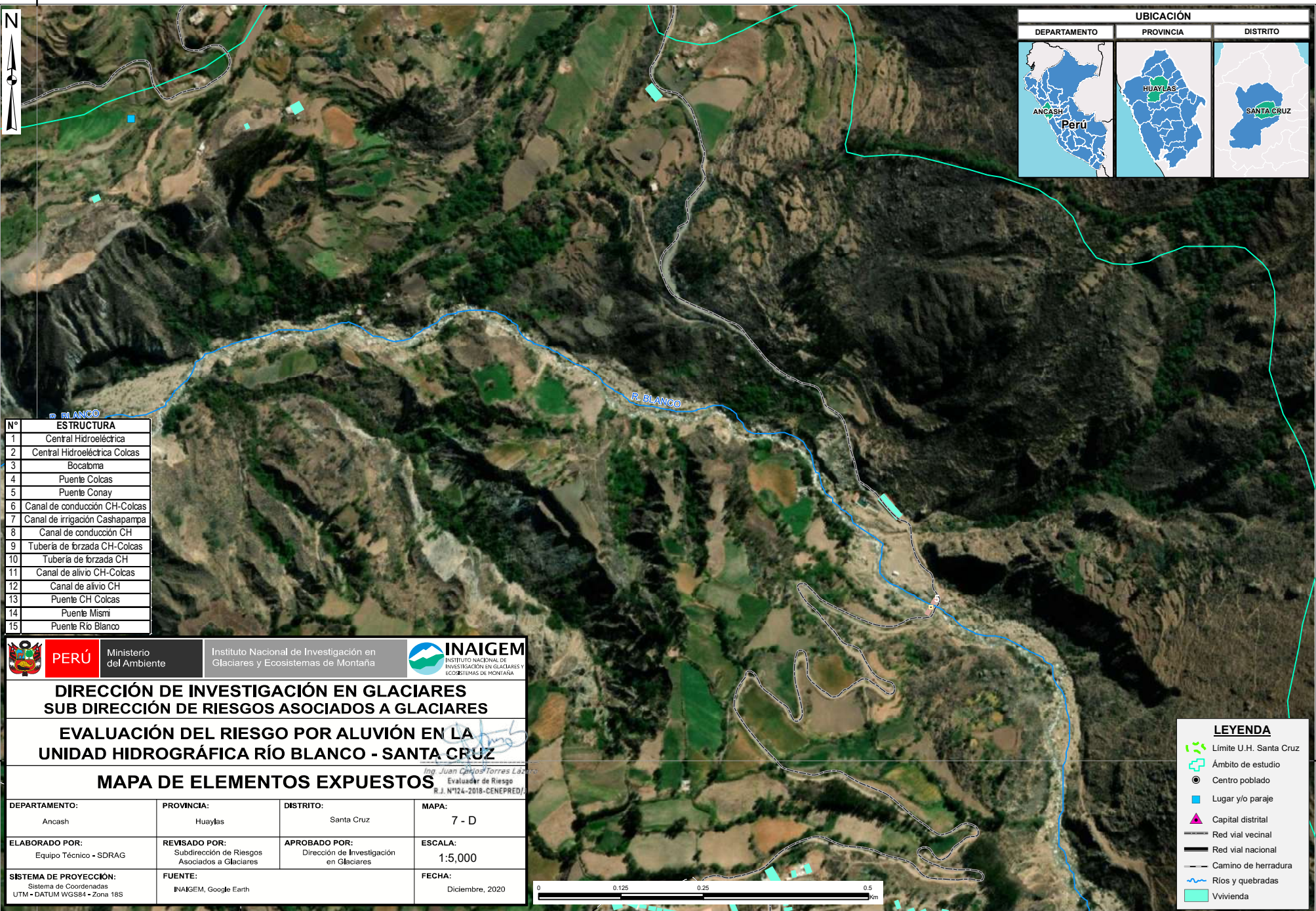
DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 7 - C
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas
- Vivienda

192500



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocanoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

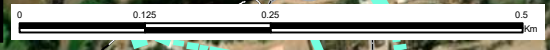
**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 7 - D
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

LEYENDA

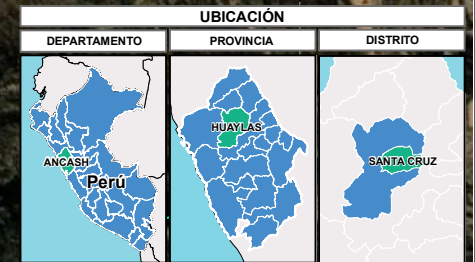
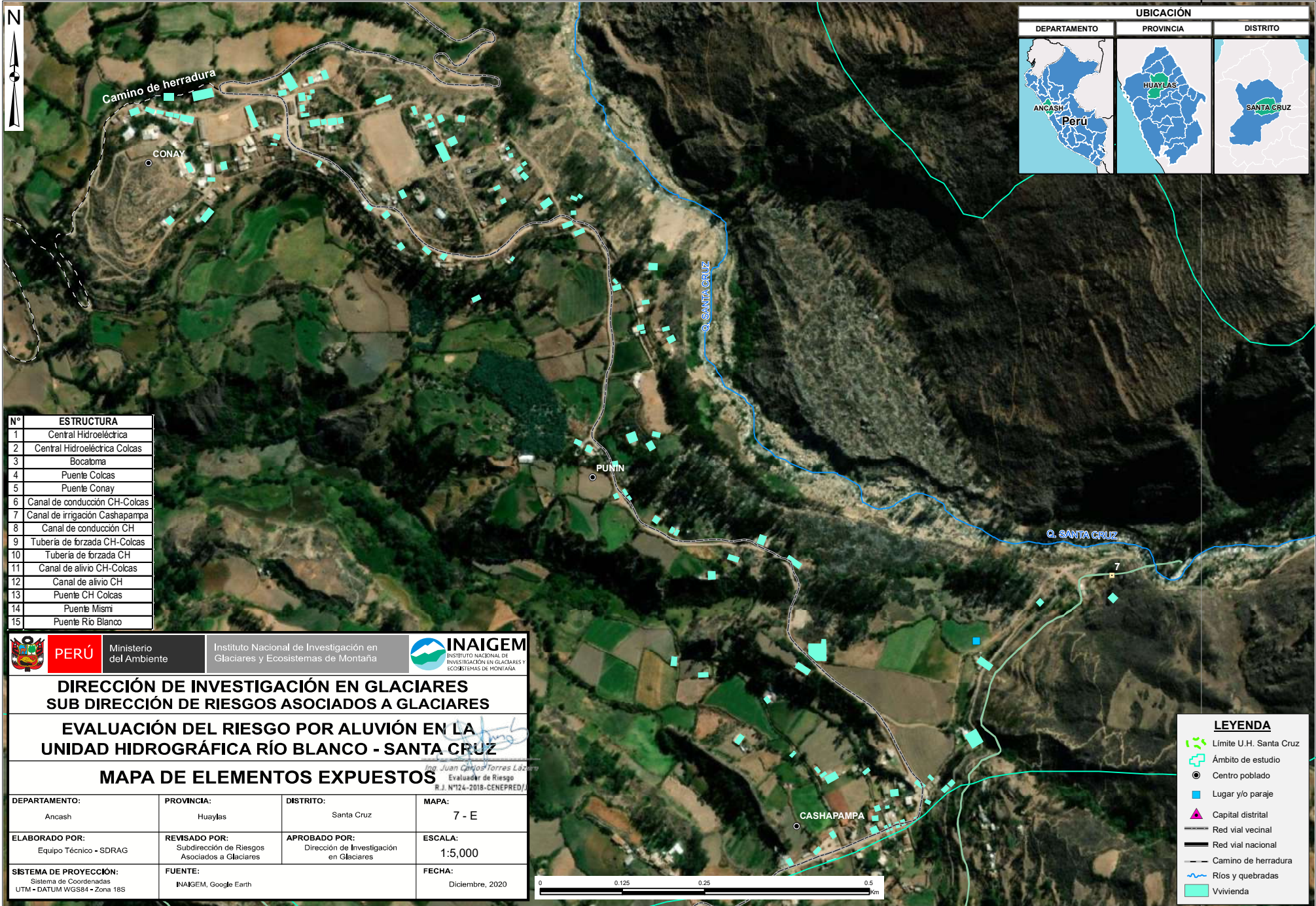
- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas
- Vivienda



192500

9010000

9010000



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocabma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

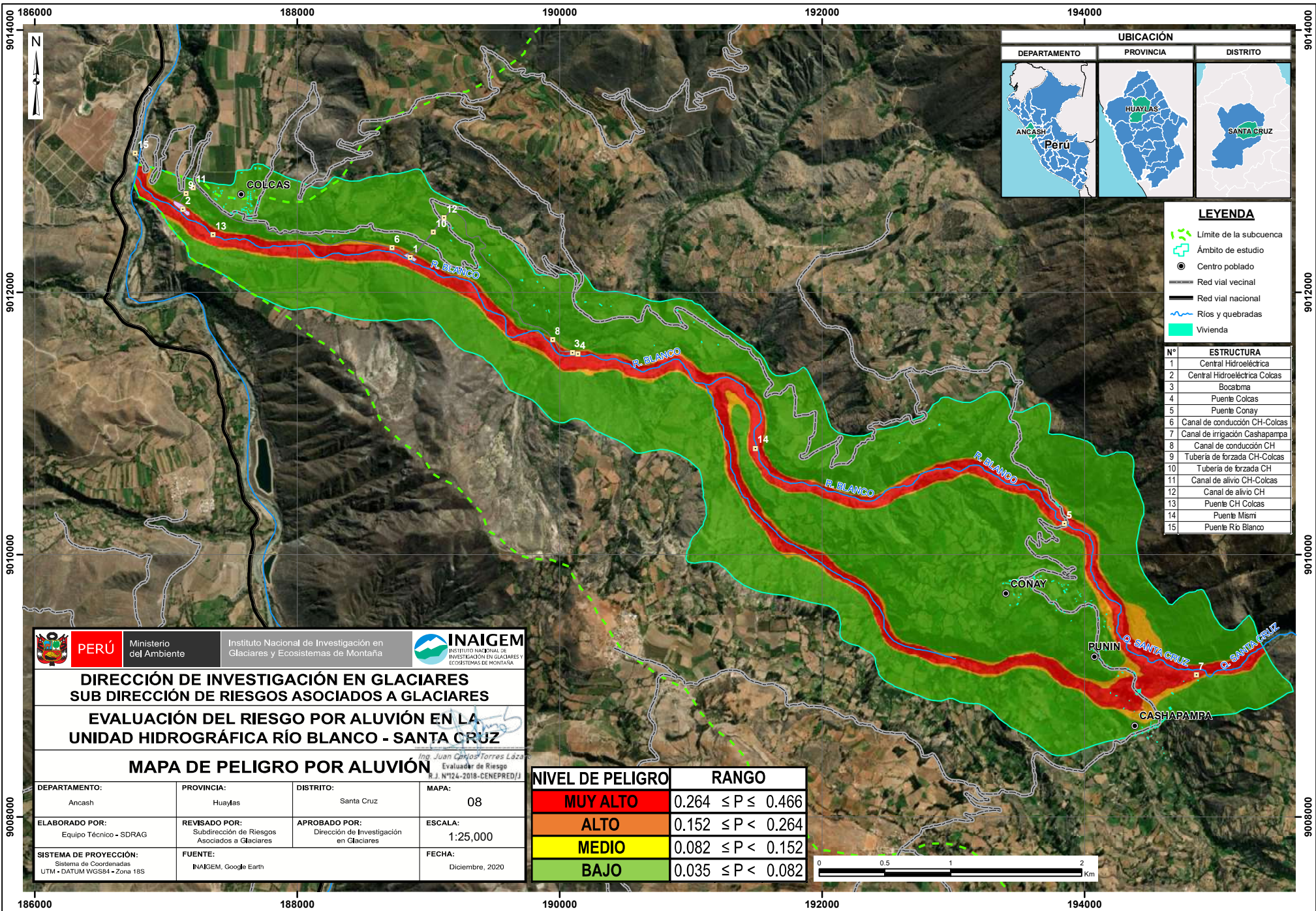
**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 7 - E
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas
- Vivienda



UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

LEYENDA	
	Limite de la subcuenca
	Ámbito de estudio
	Centro poblado
	Red vial vecinal
	Red vial nacional
	Ríos y quebradas
	Vivienda

Nº	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mism
15	Puente Rb Blanco

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE PELIGRO POR ALUVIÓN

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 08
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

NIVEL DE PELIGRO	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq P \leq 0.466$
ALTO	$0.152 \leq P < 0.264$
MEDIO	$0.082 \leq P < 0.152$
BAJO	$0.035 \leq P < 0.082$





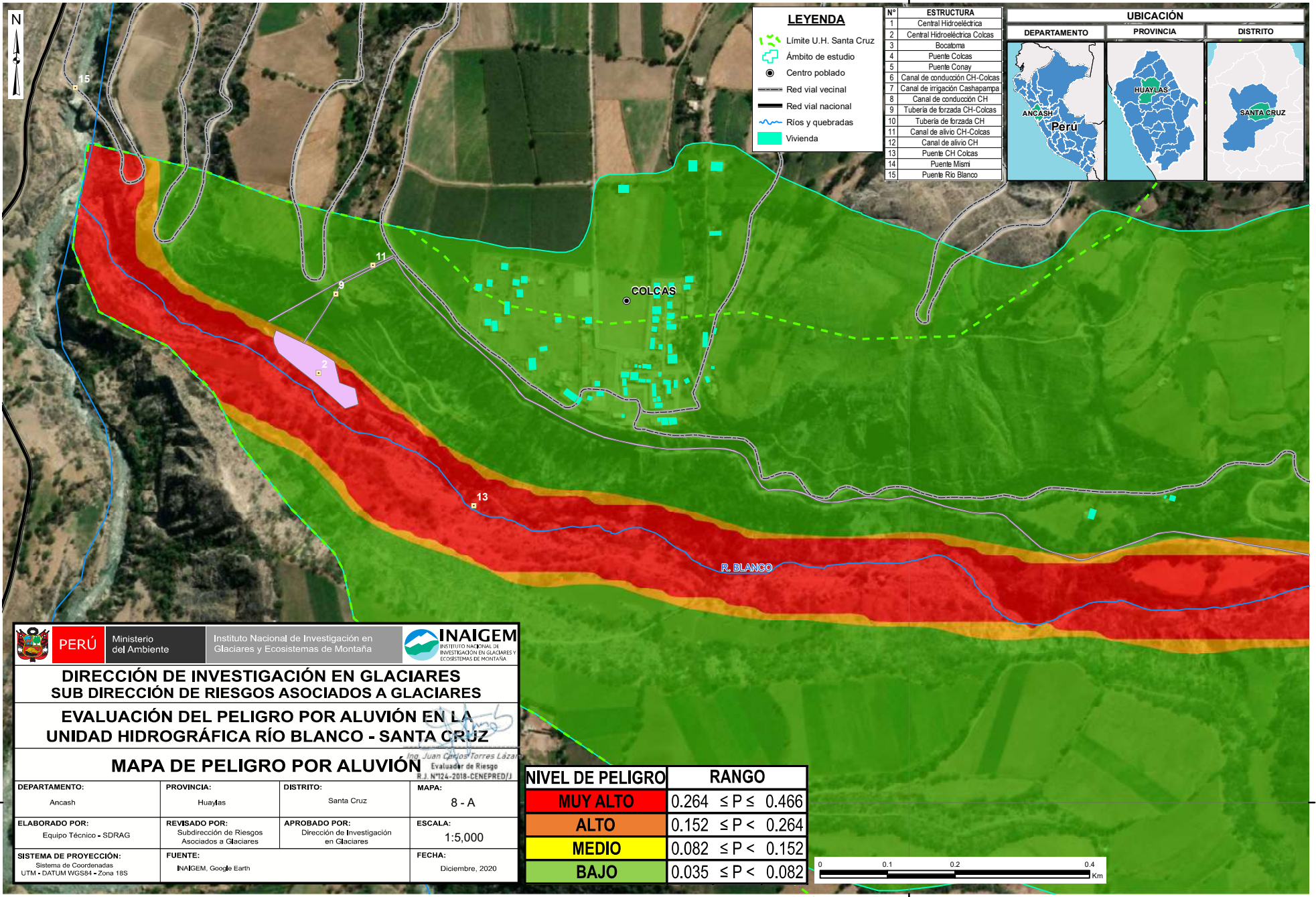
188000

- LEYENDA**
- Límite U.H. Santa Cruz
 - Ámbito de estudio
 - Centro poblado
 - Red vial vecinal
 - Red vial nacional
 - Ríos y quebradas
 - Vivienda

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocanorte
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mism
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO



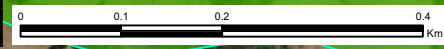
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE PELIGRO POR ALUVIÓN

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 8 - A
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE PELIGRO	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq P \leq 0.466$
ALTO	$0.152 \leq P < 0.264$
MEDIO	$0.082 \leq P < 0.152$
BAJO	$0.035 \leq P < 0.082$



188000

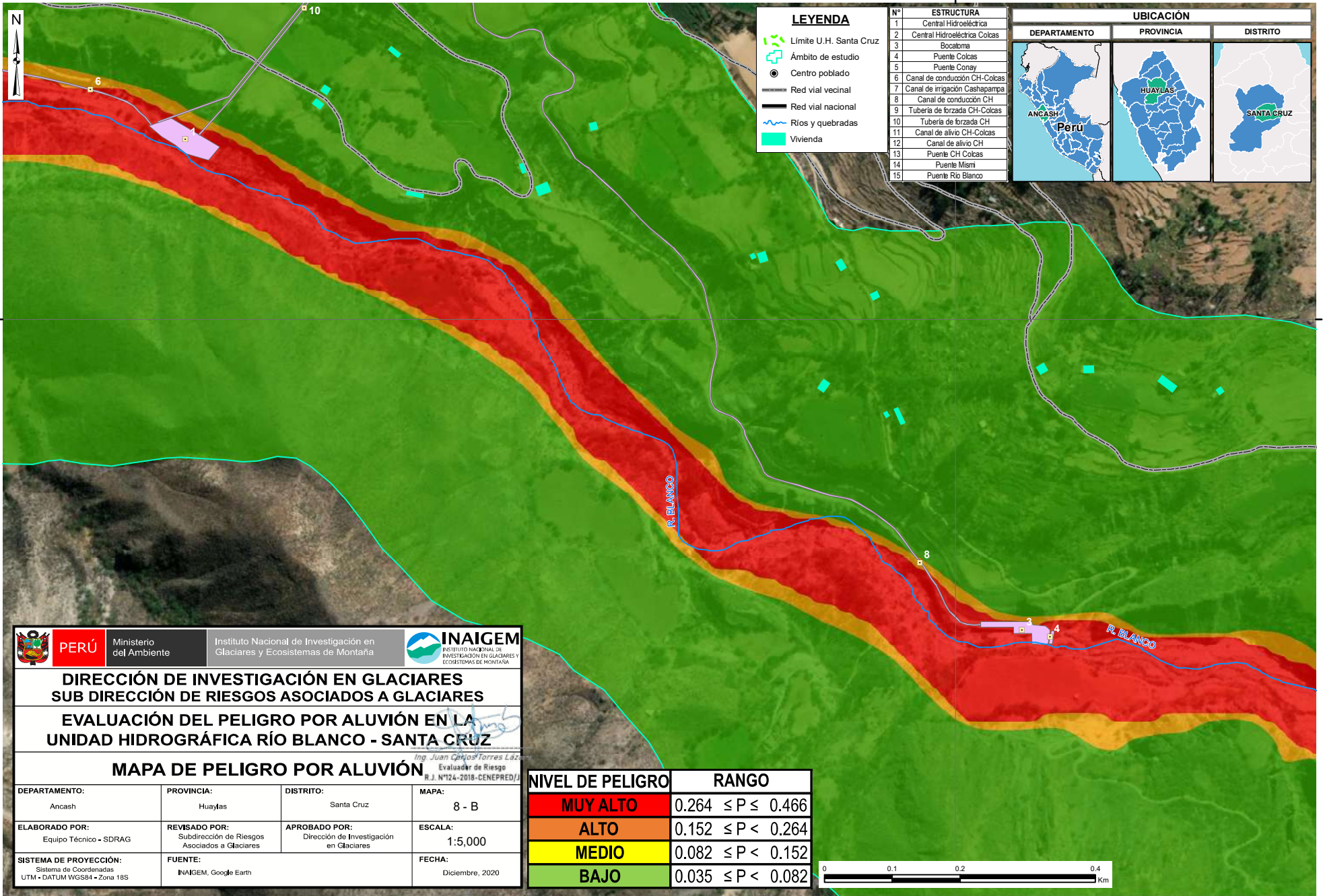
9012000

9012000



9012000

190000



LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos y quebradas
- Vivienda

Nº	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocanorte
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH	HUAYLAS	SANTA CRUZ

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

Ing. Juan Carlos Torres Lázaro
 Evaluador de Riesgo
 R.J. N°124-2018-CENEPRED/J

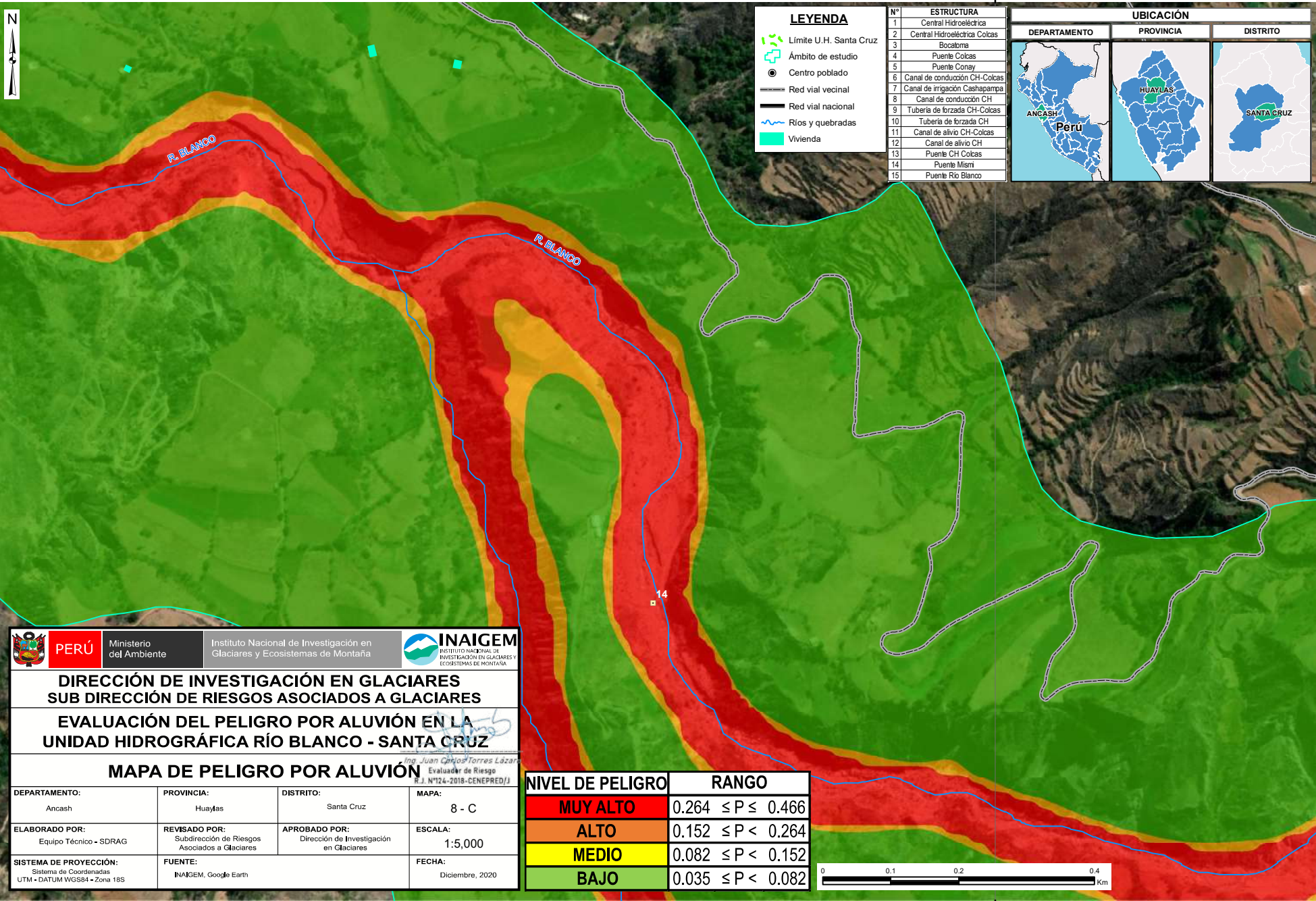
DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 8 - B
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE PELIGRO	RANGO
MUY ALTO	0.264 ≤ P ≤ 0.466
ALTO	0.152 ≤ P < 0.264
MEDIO	0.082 ≤ P < 0.152
BAJO	0.035 ≤ P < 0.082



190000

9012000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos y quebradas
- Vivienda

Nº	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
 INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

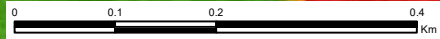
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE PELIGRO POR ALUVIÓN

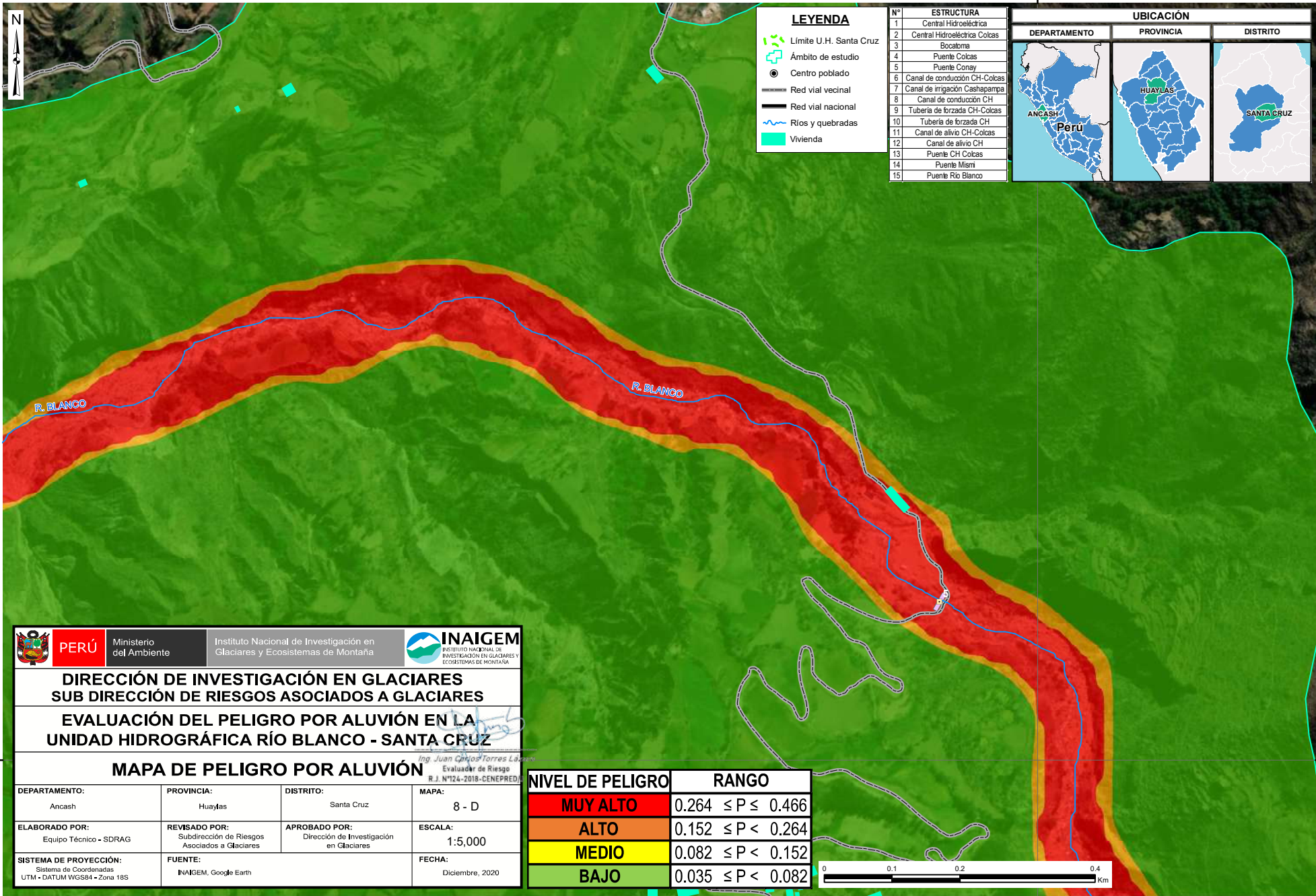
DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 8 - C
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE PELIGRO	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq P \leq 0.466$
ALTO	$0.152 \leq P < 0.264$
MEDIO	$0.082 \leq P < 0.152$
BAJO	$0.035 \leq P < 0.082$



192000

192000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos y quebradas
- Vivienda

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocanorma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

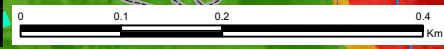
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
 INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE PELIGRO POR ALUVIÓN

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 8 - D
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE PELIGRO	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq P \leq 0.466$
ALTO	$0.152 \leq P < 0.264$
MEDIO	$0.082 \leq P < 0.152$
BAJO	$0.035 \leq P < 0.082$

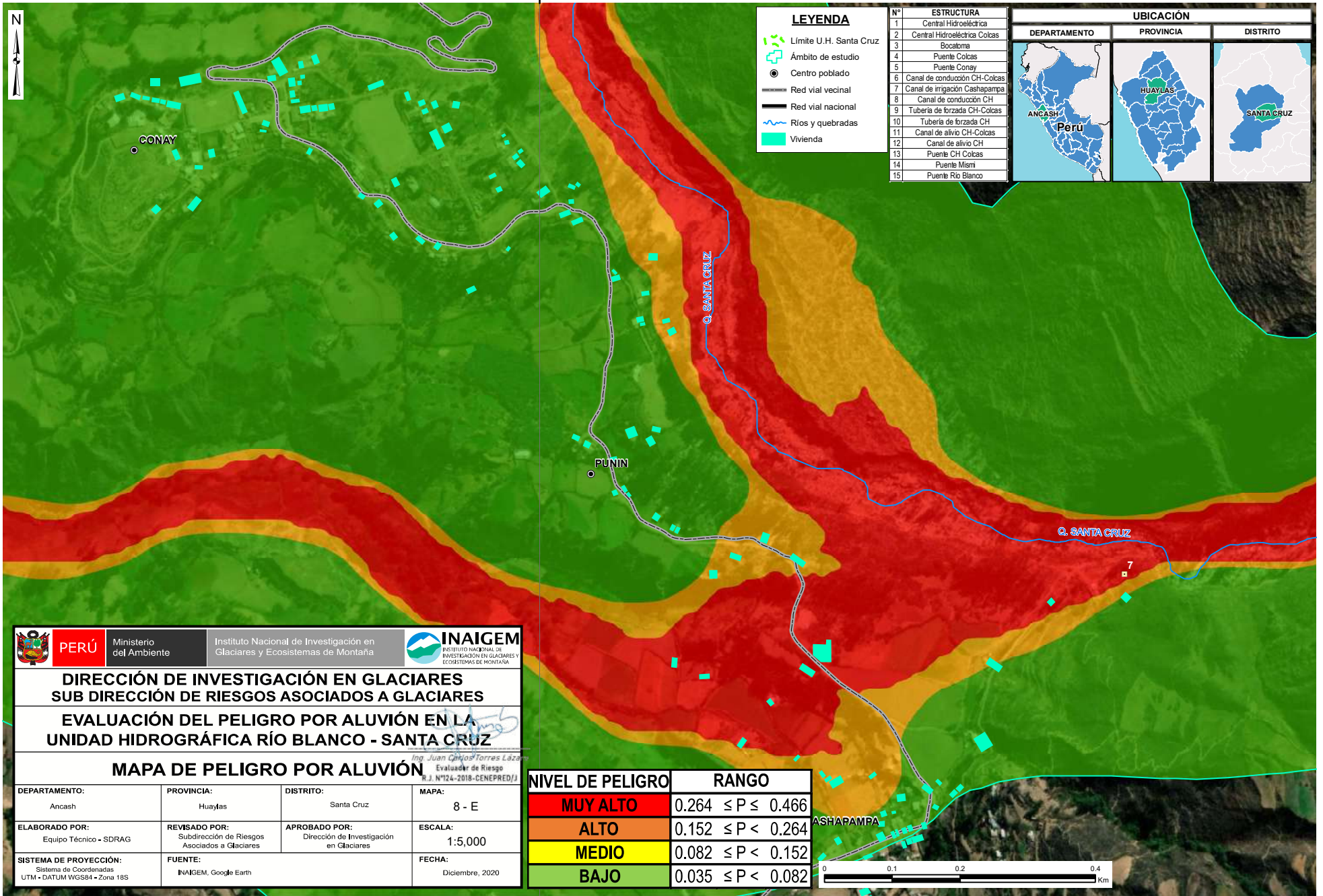


194000

9010000

9010000

194000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Ríos y quebradas
- Vivienda

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

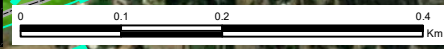
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

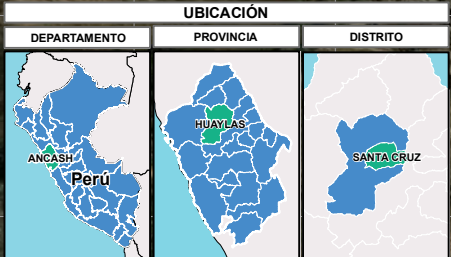
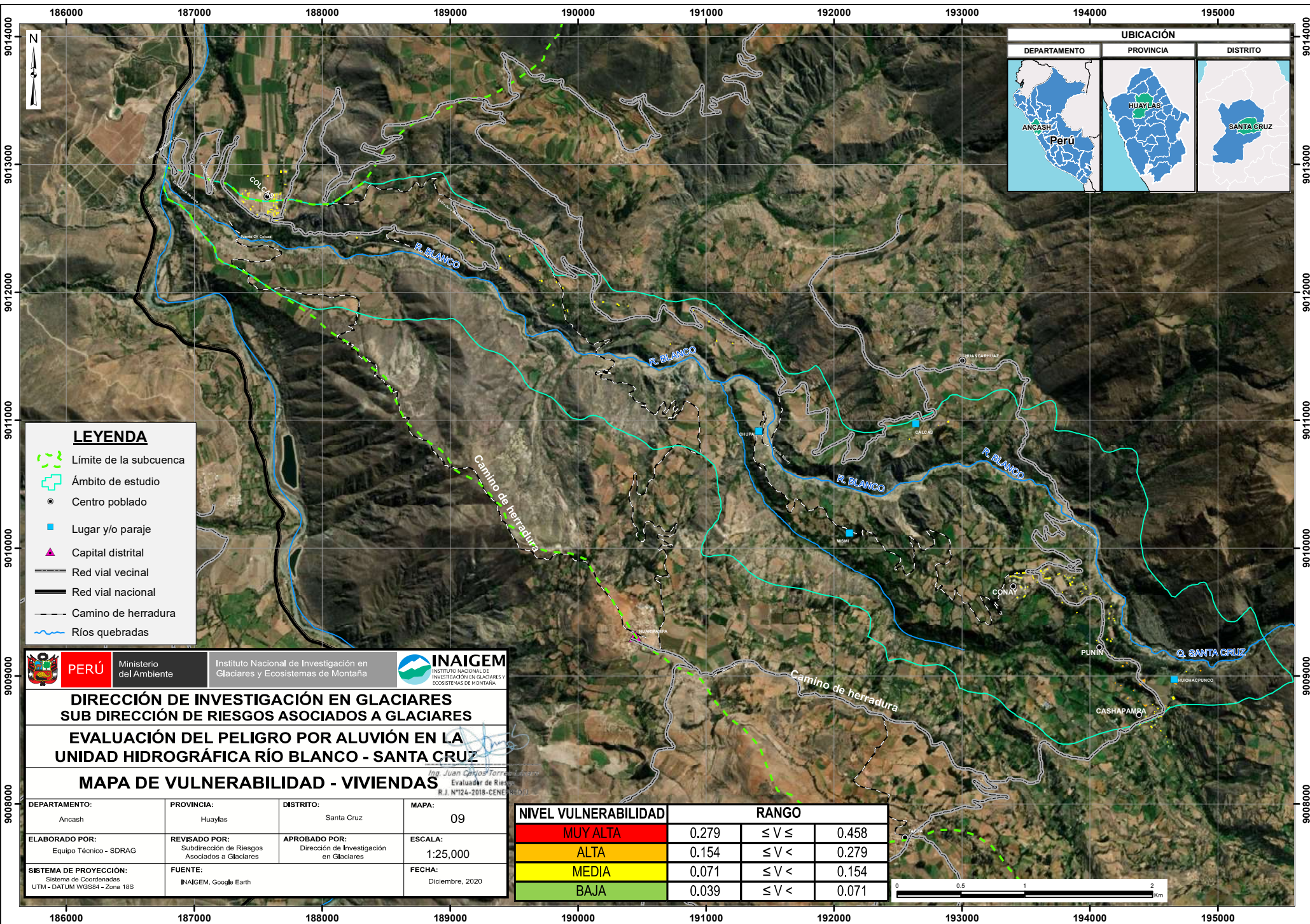
MAPA DE PELIGRO POR ALUVIÓN
 Ing. Juan Carlos Torres Lázaro
 Evaluador de Riesgo
 R.J. N°124-2018-CENEPRED/JI

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 8 - E
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE PELIGRO	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq P \leq 0.466$
ALTO	$0.152 \leq P < 0.264$
MEDIO	$0.082 \leq P < 0.152$
BAJO	$0.035 \leq P < 0.082$



194000



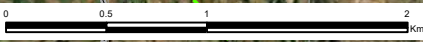
- LEYENDA**
- Límite de la subcuenca
 - Ámbito de estudio
 - Centro poblado
 - Lugar y/o paraje
 - Capital distrital
 - Red vial vecinal
 - Red vial nacional
 - Camino de herradura
 - Ríos quebradas

PERÚ Ministerio del Ambiente
 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 09
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	0.279 ≤ V ≤ 0.458
ALTA	0.154 ≤ V < 0.279
MEDIA	0.071 ≤ V < 0.154
BAJA	0.039 ≤ V < 0.071



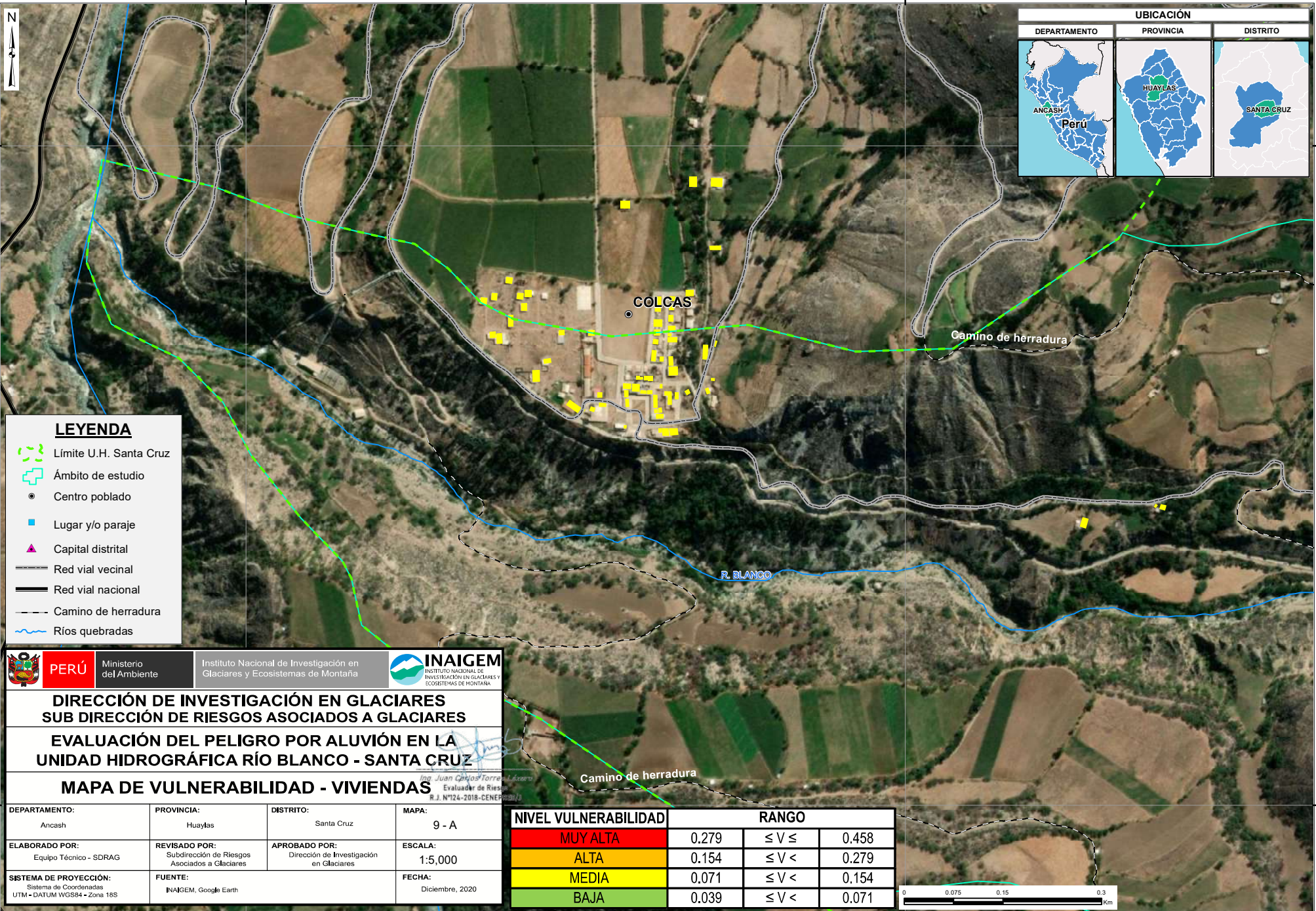
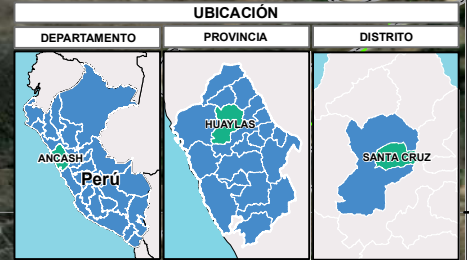
187000

188000



9013000

9013000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos quebradas

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

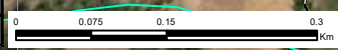
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 9 - A
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	0.279 ≤ V ≤ 0.458
ALTA	0.154 ≤ V < 0.279
MEDIA	0.071 ≤ V < 0.154
BAJA	0.039 ≤ V < 0.071



187000

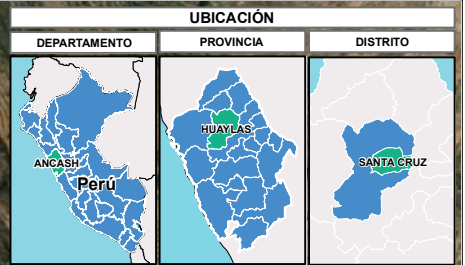
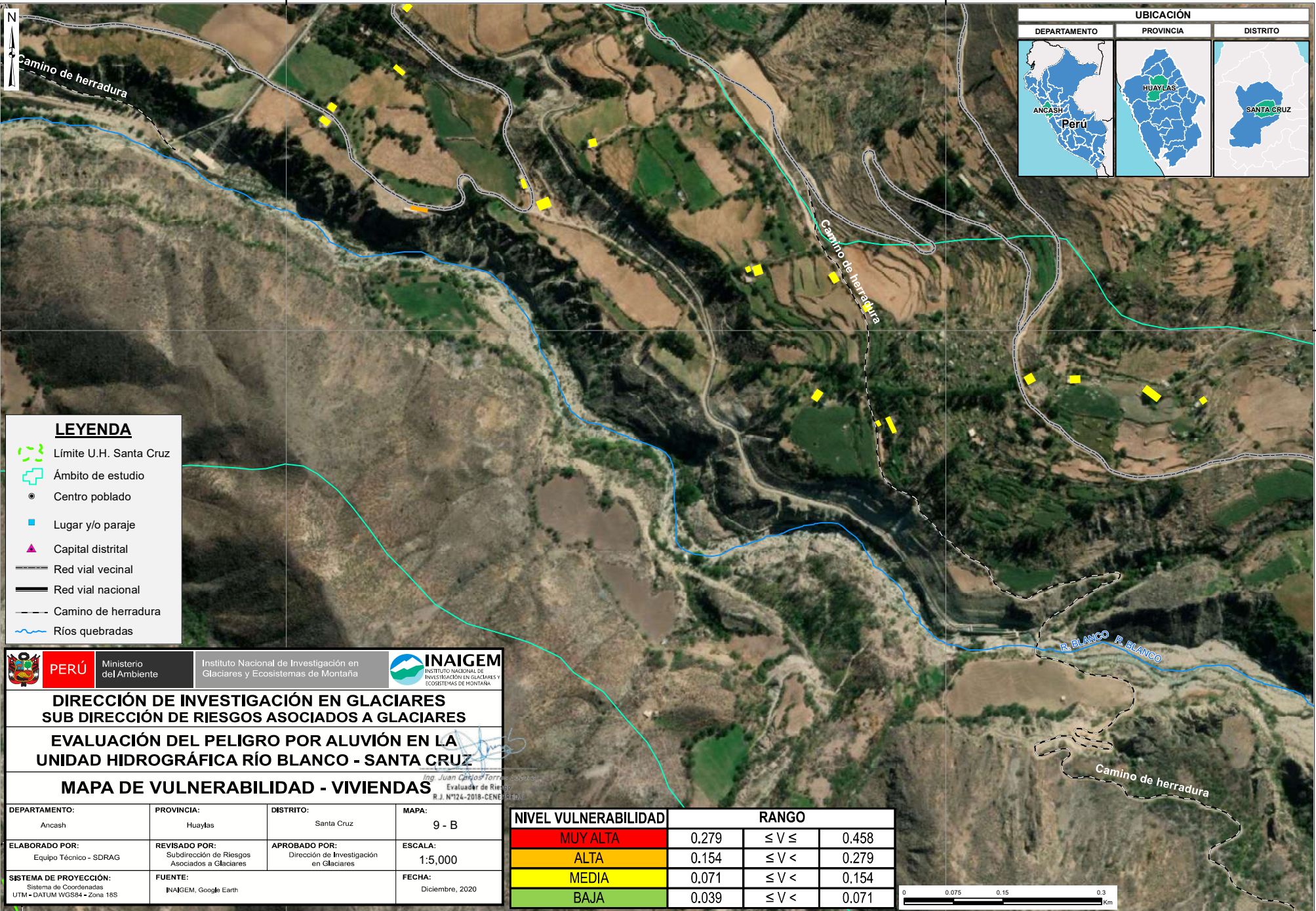
188000

9012000

9012000

189000

190000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos quebradas

PERÚ
 Ministerio del Ambiente

 Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

INAIGEM
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

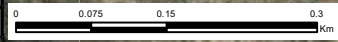
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES

EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 9 - B
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 + Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO		
MUY ALTA	0.279	$\leq V \leq$	0.458
ALTA	0.154	$\leq V <$	0.279
MEDIA	0.071	$\leq V <$	0.154
BAJA	0.039	$\leq V <$	0.071



189000

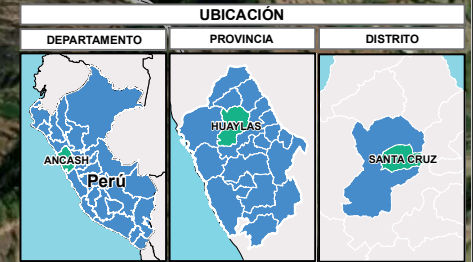
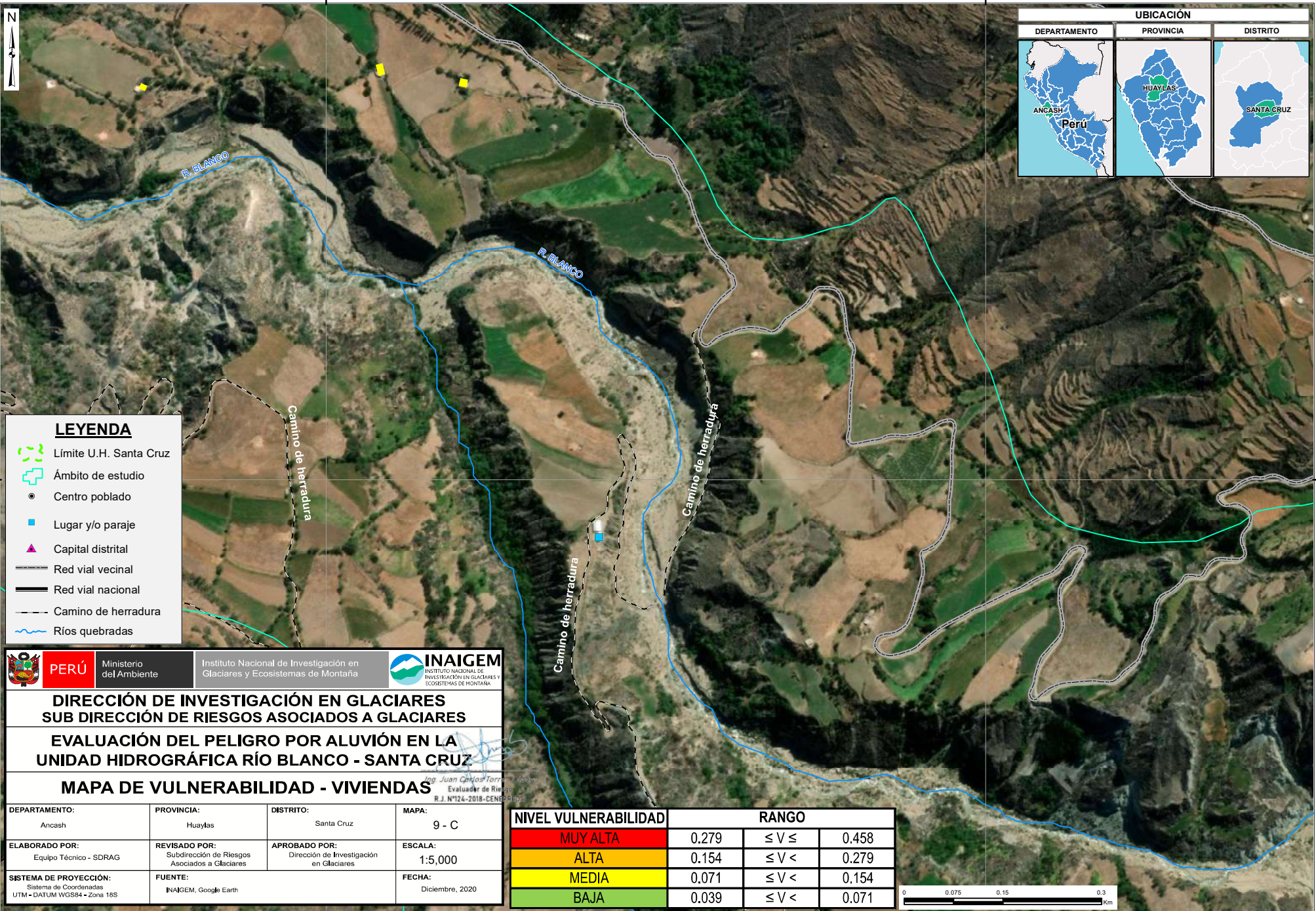
190000

9012000

9012000

191000

192000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos quebradas

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 9 - C
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	0.279 ≤ V ≤ 0.458
ALTA	0.154 ≤ V < 0.279
MEDIA	0.071 ≤ V < 0.154
BAJA	0.039 ≤ V < 0.071

191000

192000

9011000

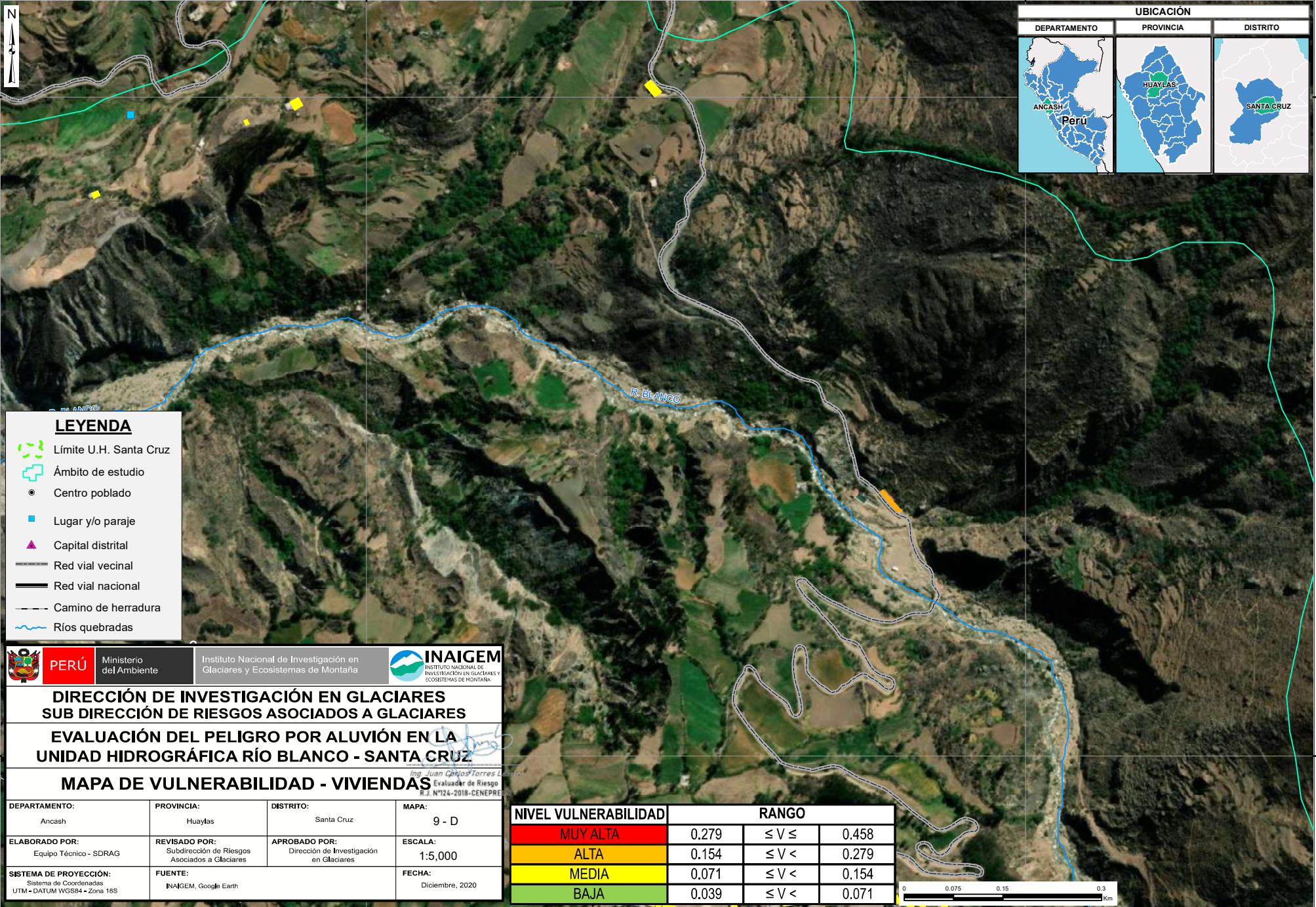
9011000

193000










194000

9011000

9011000



LEYENDA

-  Límite U.H. Santa Cruz
-  Ámbito de estudio
-  Centro poblado
-  Lugar y/o paraje
-  Capital distrital
-  Red vial vecinal
-  Red vial nacional
-  Camino de herradura
-  Ríos quebradas



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES

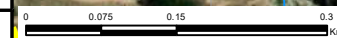
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS

Ing. Juan Chijón Torres López
 Evaluador de Riesgo
 R.J. N°124-2018-CENEPRES

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 9 - D
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO		
MUY ALTA	0.279	$\leq V \leq$	0.458
ALTA	0.154	$\leq V <$	0.279
MEDIA	0.071	$\leq V <$	0.154
BAJA	0.039	$\leq V <$	0.071

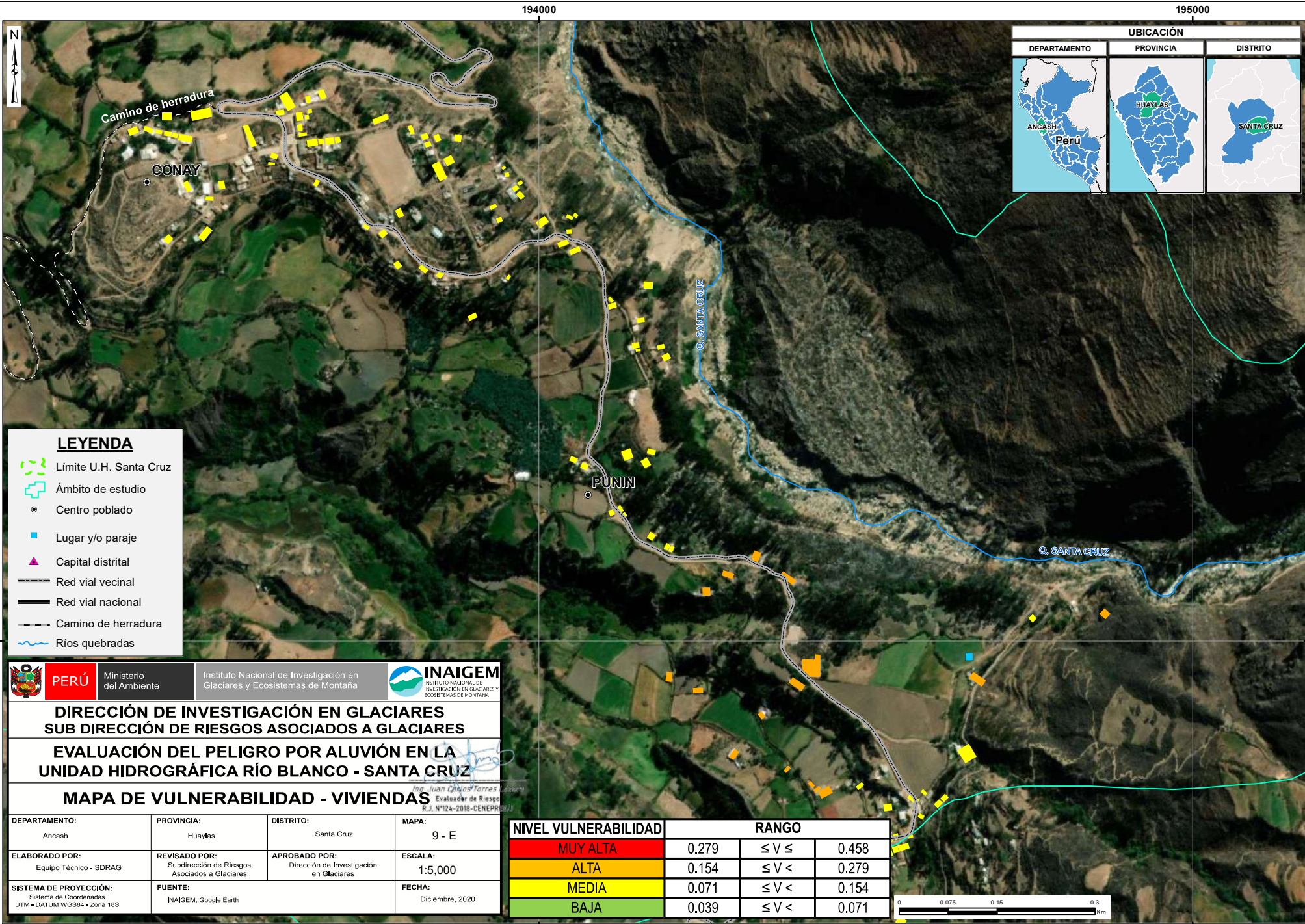


193000

194000

9010000

9010000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos quebradas

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

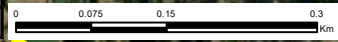
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 9 - E
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO	
MUY ALTA	0.279	$\leq V \leq 0.458$
ALTA	0.154	$\leq V < 0.279$
MEDIA	0.071	$\leq V < 0.154$
BAJA	0.039	$\leq V < 0.071$



0006000

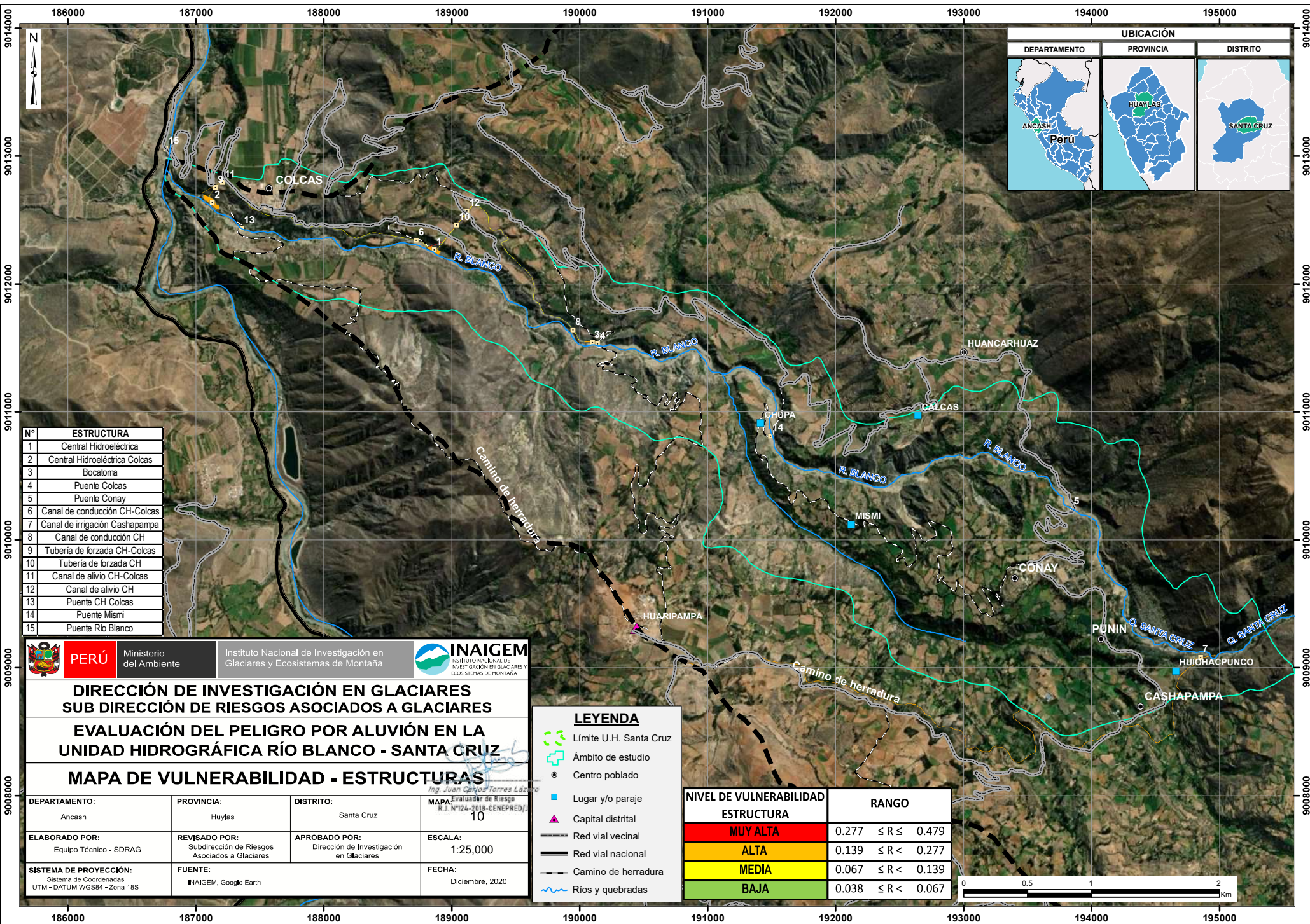
9006000

194000

195000

194000

195000



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Misimi
15	Puente Río Blanco

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

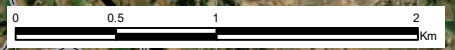
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE VULNERABILIDAD - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluación de Riesgo R.J. N°124-2018-CE-NEPRED/J 10
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- ▲ Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

NIVEL DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	0.277 ≤ R ≤ 0.479
ALTA	0.139 ≤ R < 0.277
MEDIA	0.067 ≤ R < 0.139
BAJA	0.038 ≤ R < 0.067



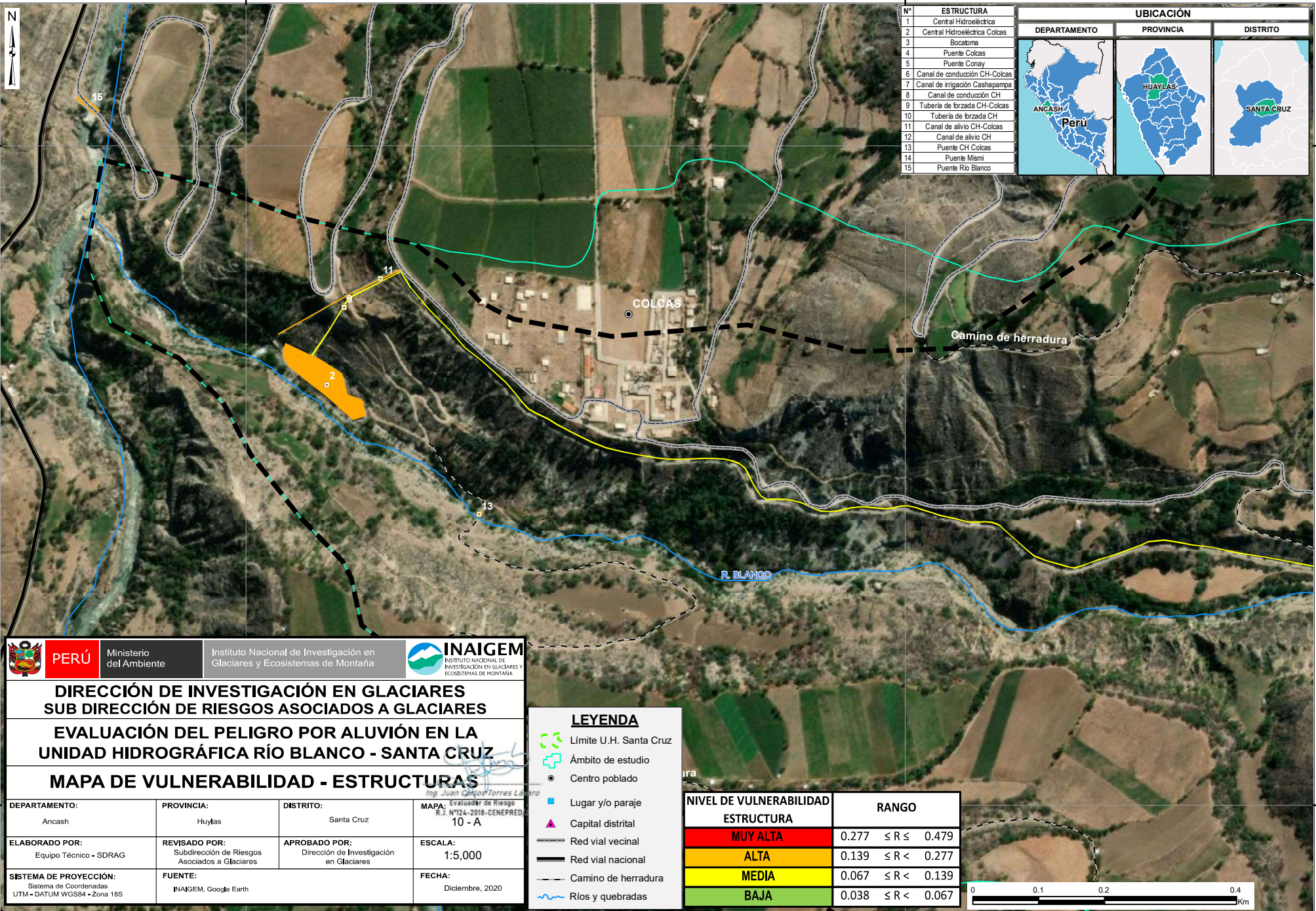
187000

188000



9013000

9013000



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

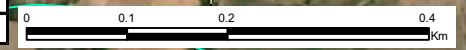
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE VULNERABILIDAD - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluación de Riesgo R. J. N°124-2018-CENEPRED 10 - A
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5.000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

NIVEL DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	0.277 ≤ R ≤ 0.479
ALTA	0.139 ≤ R < 0.277
MEDIA	0.067 ≤ R < 0.139
BAJA	0.038 ≤ R < 0.067



187000

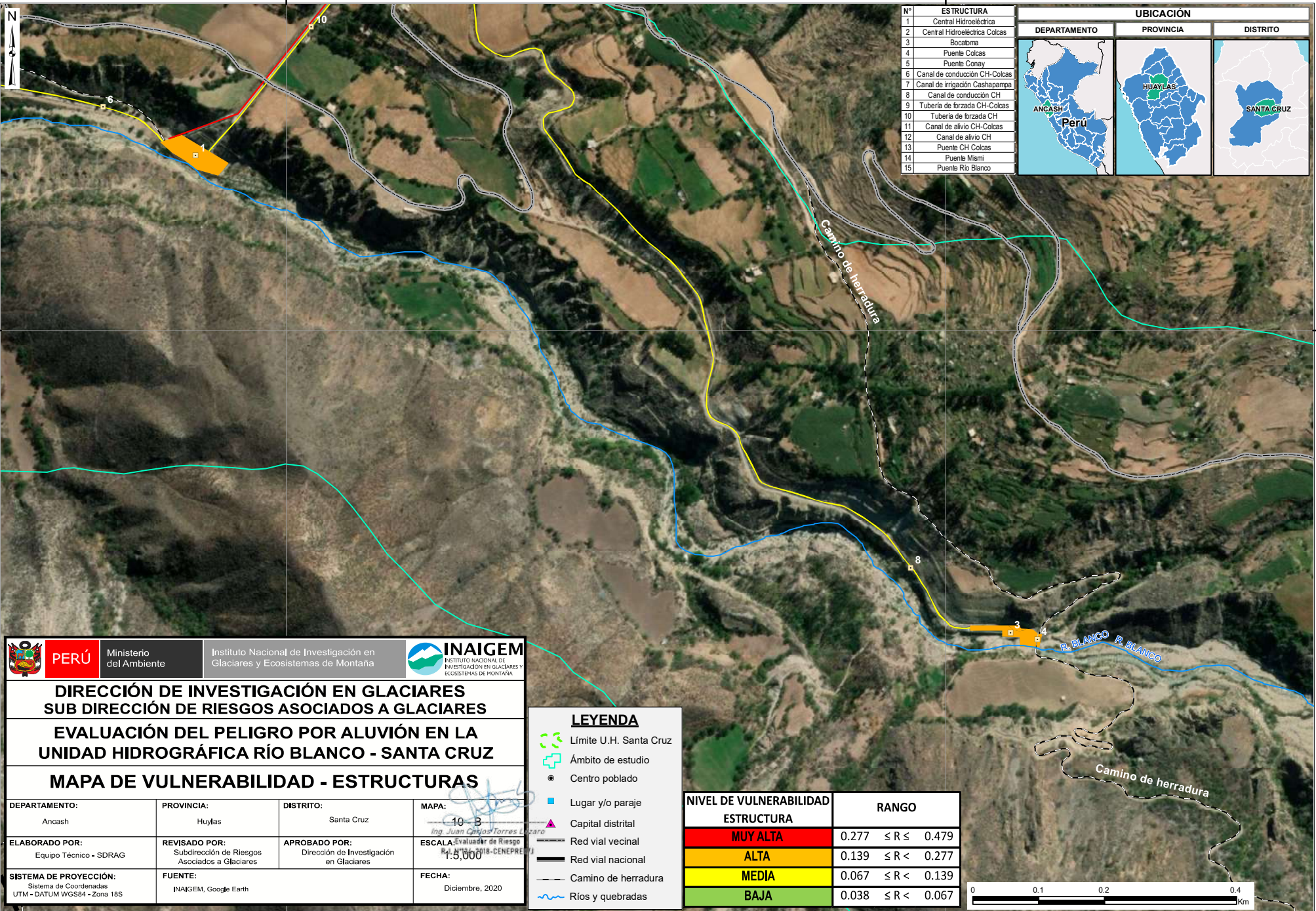
188000

9012000

9012000

189000

190000



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

9012000

9012000

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

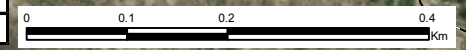
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE VULNERABILIDAD - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 10 - 3 <i>Ing. Juan Carlos Torres Lizaro</i>
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000 EVALUACIÓN DE RIESGO ALUVIÓN 2018 - CENEPRE
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

NIVEL DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	0.277 ≤ R ≤ 0.479
ALTA	0.139 ≤ R < 0.277
MEDIA	0.067 ≤ R < 0.139
BAJA	0.038 ≤ R < 0.067

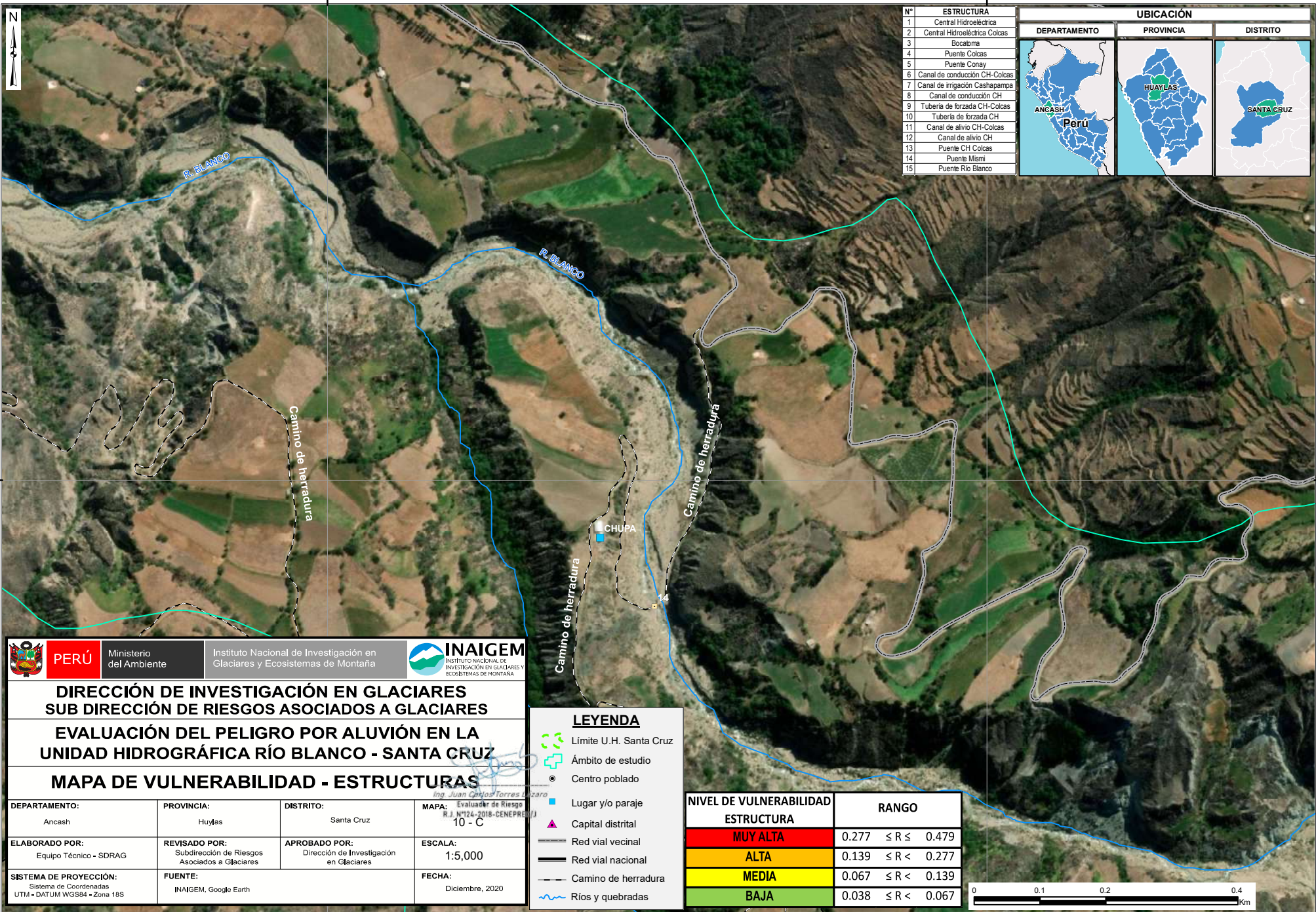


189000

190000

191000

192000



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

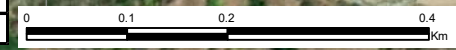
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE VULNERABILIDAD - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N°724-2018-CENEPRE/JJ 10 - C
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth		FECHA: Diciembre, 2020

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

NIVEL DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	0.277 ≤ R ≤ 0.479
ALTA	0.139 ≤ R < 0.277
MEDIA	0.067 ≤ R < 0.139
BAJA	0.038 ≤ R < 0.067



191000

192000

9011000

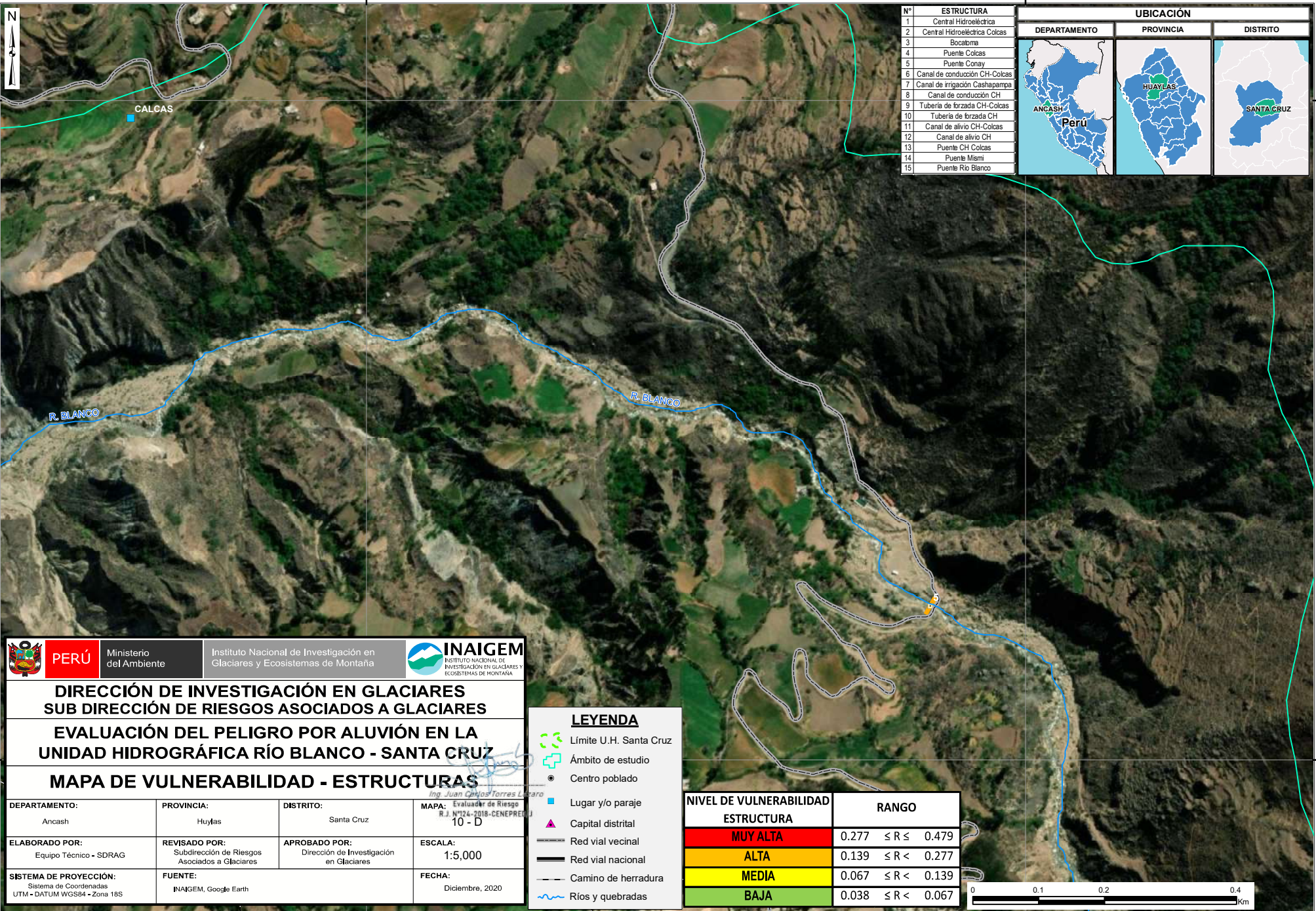
9011000

193000

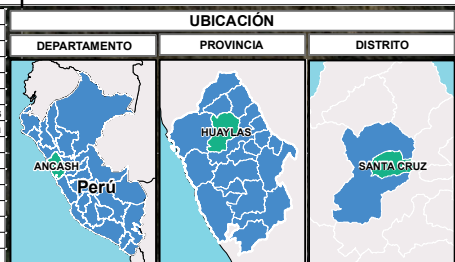
194000

9011000

9011000



N°	ESTRUCTURA	UBICACIÓN		
		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
1	Central Hidroeléctrica			
2	Central Hidroeléctrica Colcas			
3	Bocatoma			
4	Puente Colcas			
5	Puente Conay			
6	Canal de conducción CH-Colcas			
7	Canal de irrigación Cashapampa			
8	Canal de conducción CH			
9	Tubería de forzada CH-Colcas			
10	Tubería de forzada CH			
11	Canal de alivio CH-Colcas			
12	Canal de alivio CH			
13	Puente CH Colcas			
14	Puente Mismi			
15	Puente Río Blanco			



PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

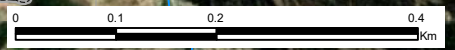
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE VULNERABILIDAD - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. Nº724-2018-CENEPRED/10-D
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5.000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

NIVEL DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	0.277 ≤ R ≤ 0.479
ALTA	0.139 ≤ R < 0.277
MEDIA	0.067 ≤ R < 0.139
BAJA	0.038 ≤ R < 0.067

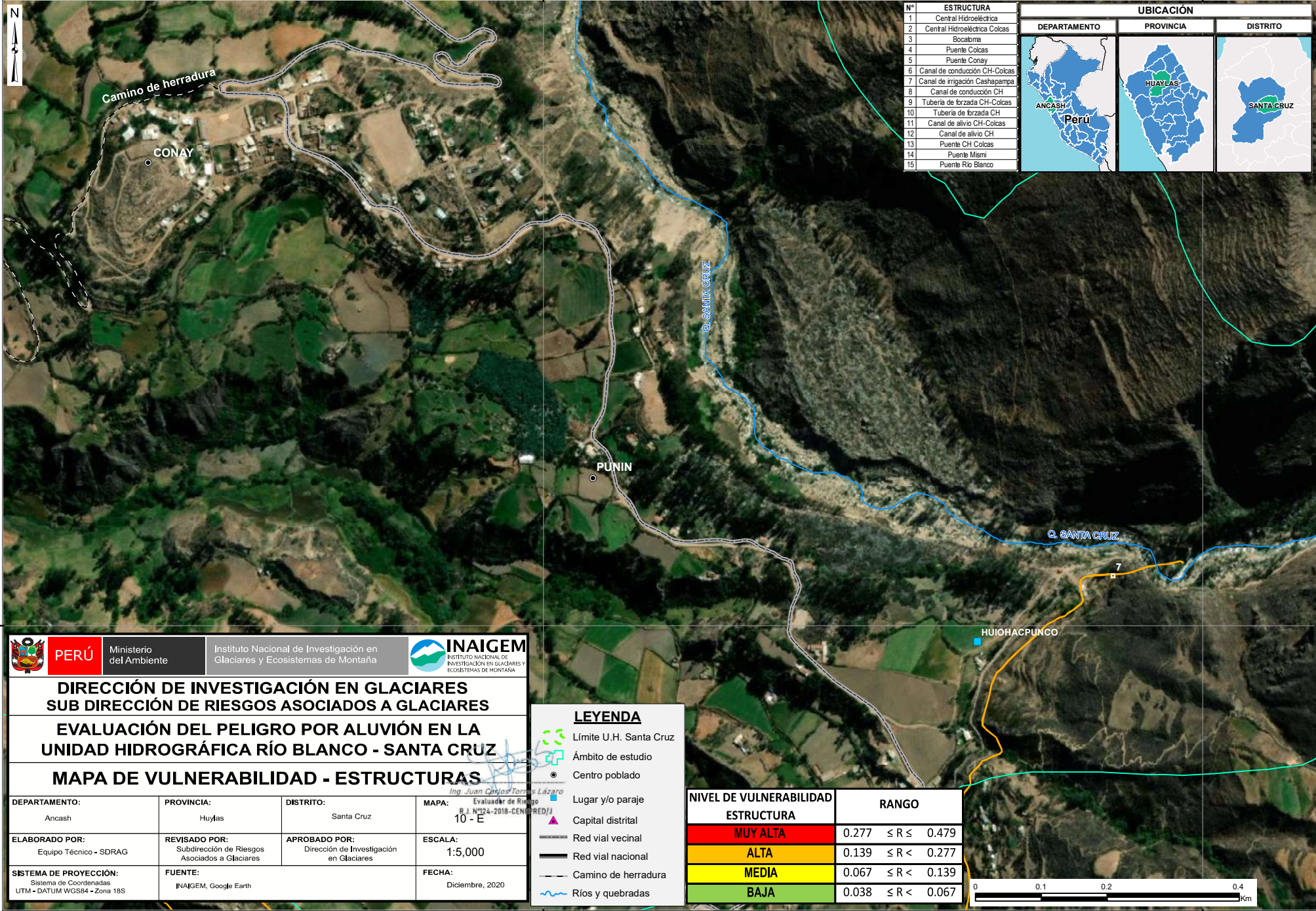


193000

194000

901000

901000



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

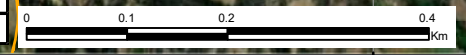
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE VULNERABILIDAD - ESTRUCTURAS

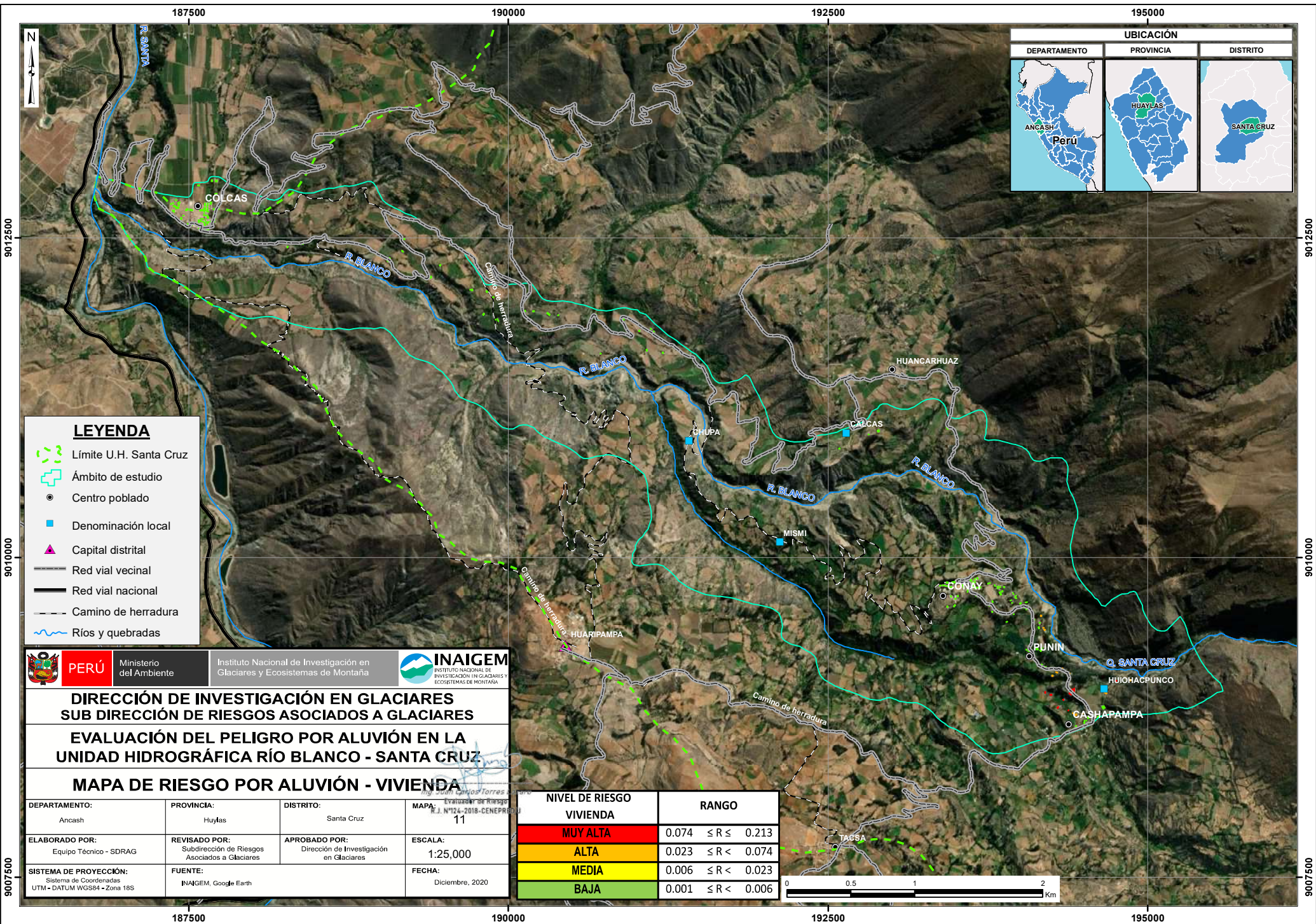
DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: 10 - E
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Lugar y/o paraje
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

NIVEL DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	0.277 ≤ R ≤ 0.479
ALTA	0.139 ≤ R < 0.277
MEDIA	0.067 ≤ R < 0.139
BAJA	0.038 ≤ R < 0.067





UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

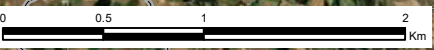
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

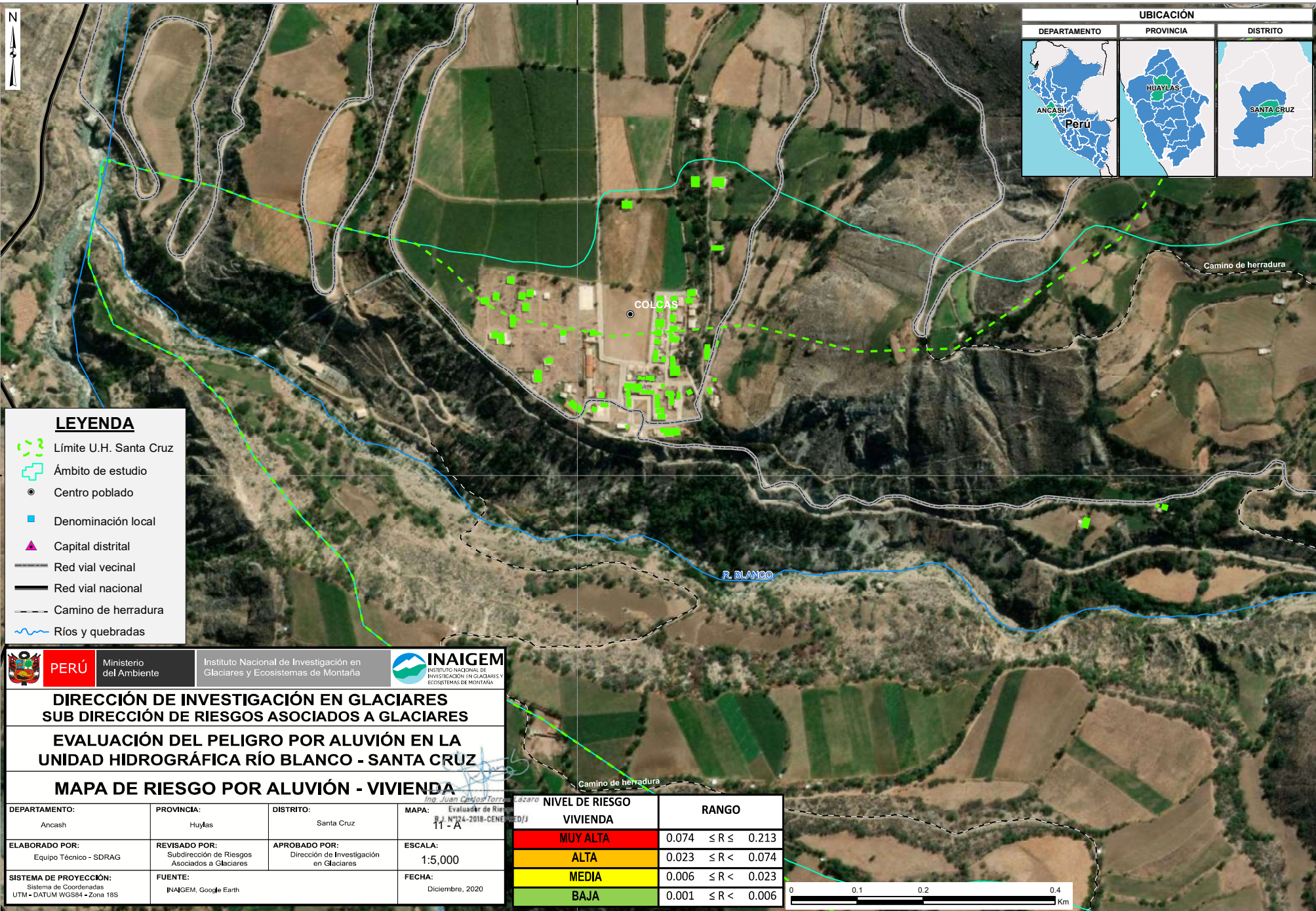
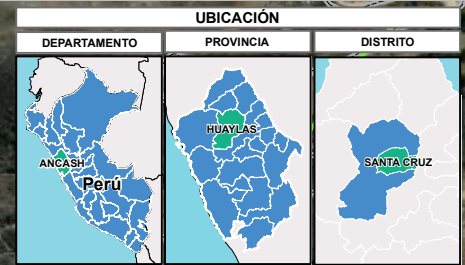
MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - VIVIENDA

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluación de Riesgos R.J. N°124-2018-CENEPR 11
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO VIVIENDA	RANGO
MUY ALTA	0.074 ≤ R ≤ 0.213
ALTA	0.023 ≤ R < 0.074
MEDIA	0.006 ≤ R < 0.023
BAJA	0.001 ≤ R < 0.006



187500



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

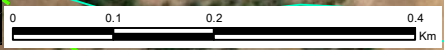
	PERÚ	Ministerio del Ambiente	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña	
--	-------------	-------------------------	---	--

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - VIVIENDA

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgos R.J. N°124-2018-CENEP/ED/J 11 - A
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

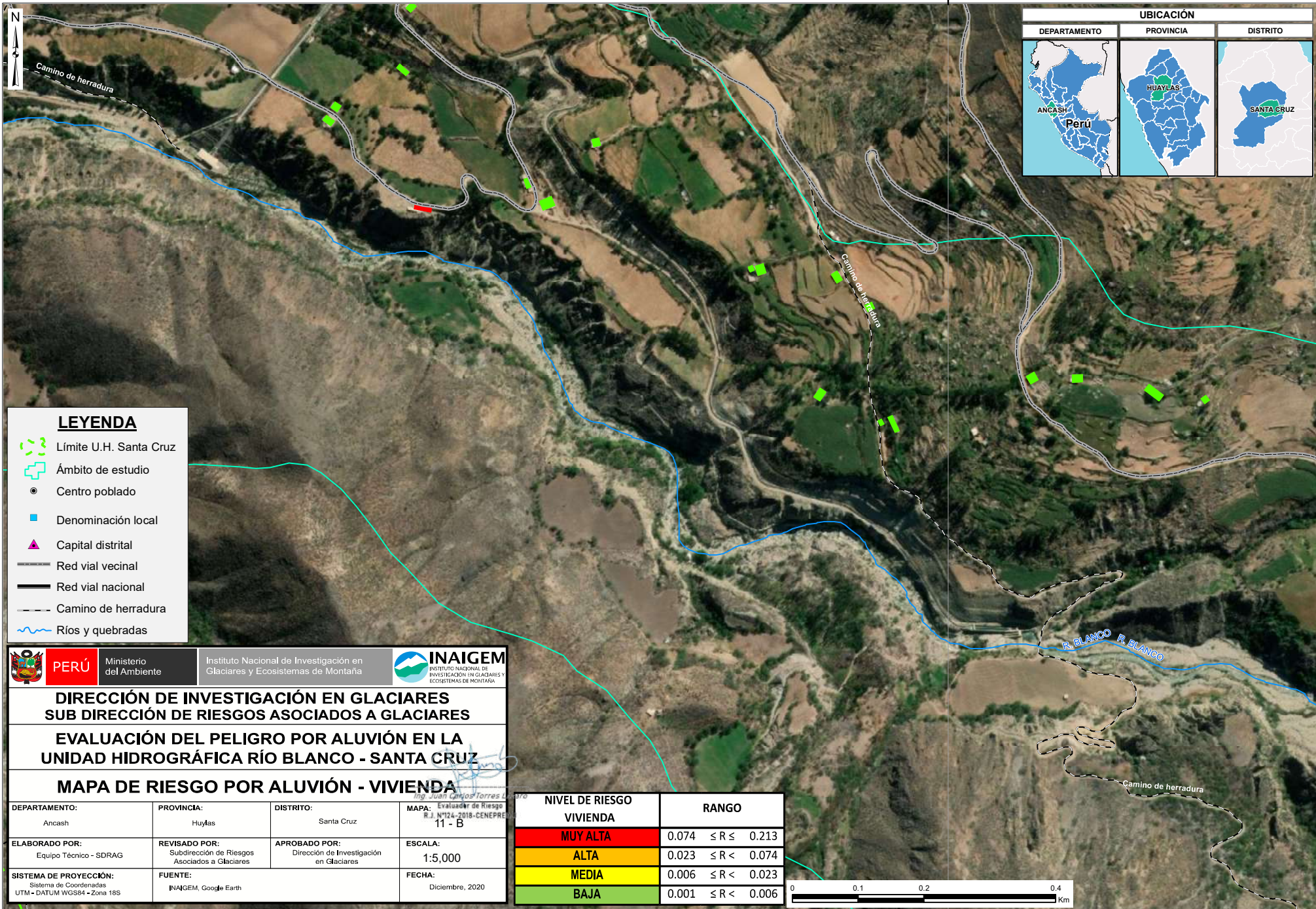
NIVEL DE RIESGO	RANGO
VIVIENDA	
MUY ALTA	0.074 ≤ R ≤ 0.213
ALTA	0.023 ≤ R < 0.074
MEDIA	0.006 ≤ R < 0.023
BAJA	0.001 ≤ R < 0.006



187500

9012500

9012500



190000



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

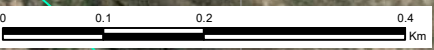
	PERÚ	Ministerio del Ambiente	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña	
--	-------------	-------------------------	---	--

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

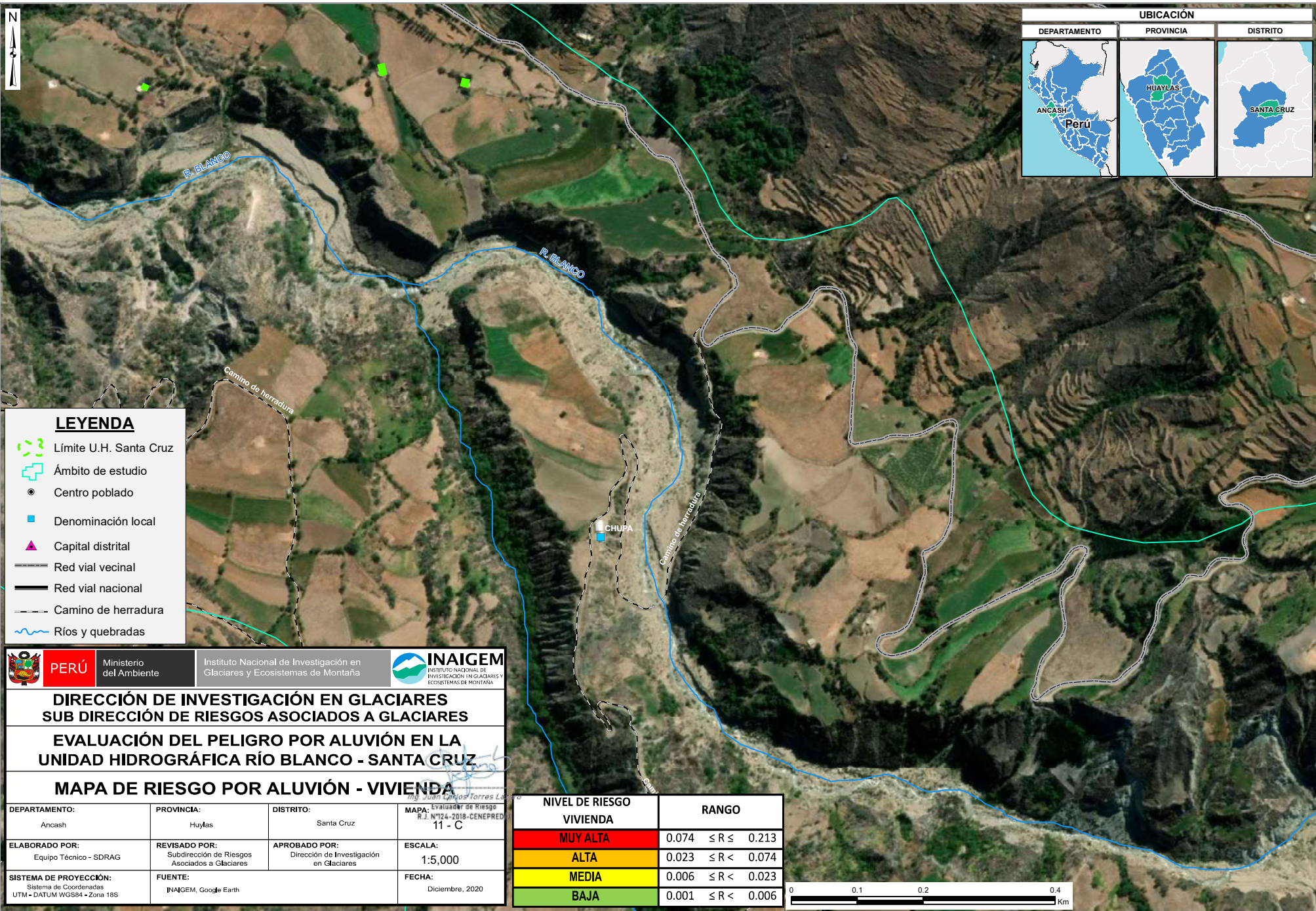
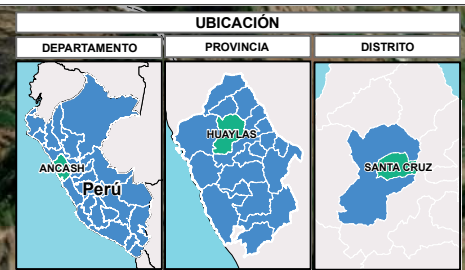
MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - VIVIENDA

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPRES 11 - B
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO VIVIENDA	RANGO
MUY ALTA	0.074 ≤ R ≤ 0.213
ALTA	0.023 ≤ R < 0.074
MEDIA	0.006 ≤ R < 0.023
BAJA	0.001 ≤ R < 0.006



190000



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

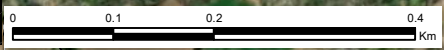
	PERÚ	Ministerio del Ambiente	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña		INAI GEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA
--	-------------	-------------------------	---	--	---

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

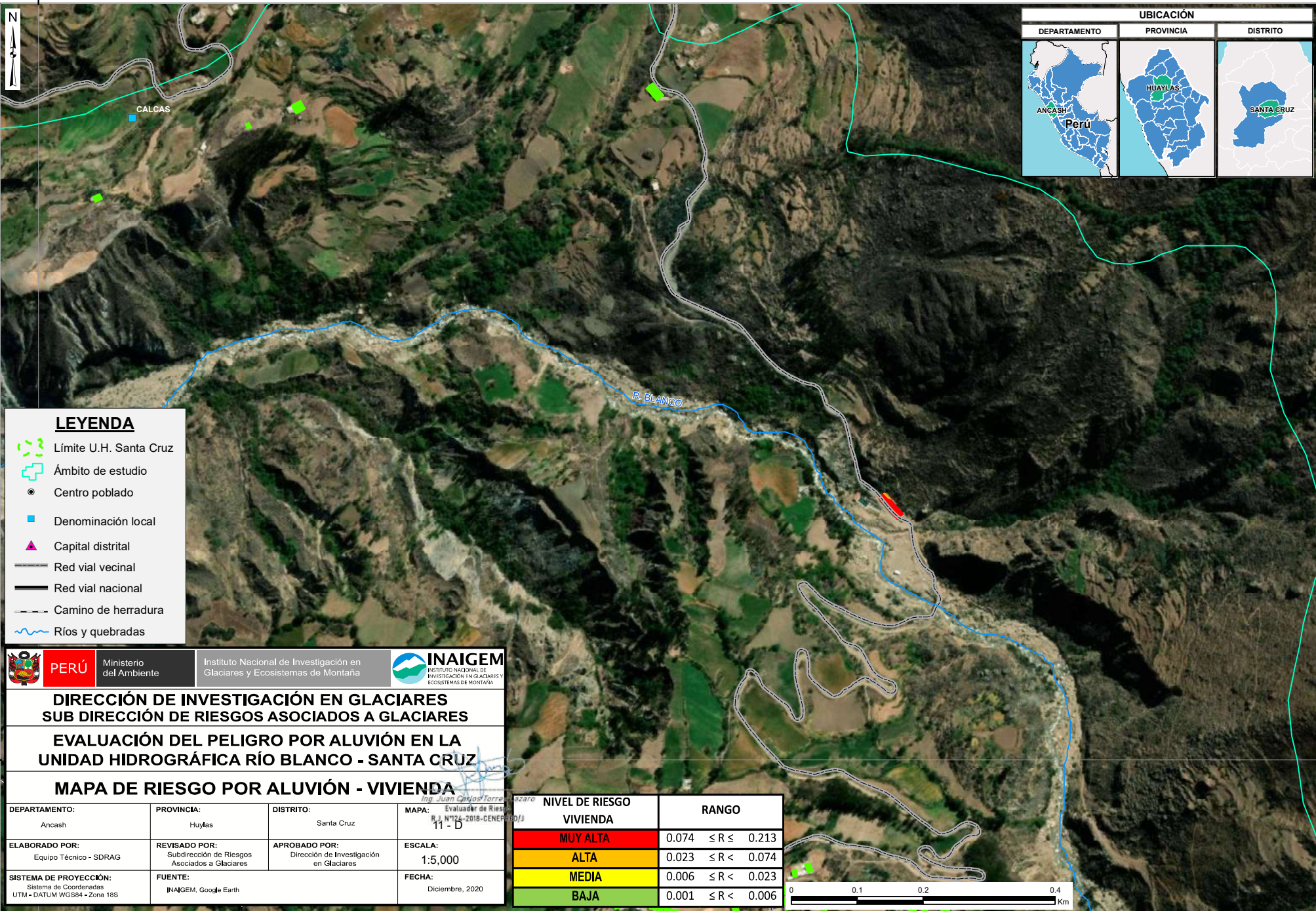
MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - VIVIENDA

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluación de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPRED-11 - C
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO VIVIENDA	RANGO
MUY ALTA	0.074 ≤ R ≤ 0.213
ALTA	0.023 ≤ R < 0.074
MEDIA	0.006 ≤ R < 0.023
BAJA	0.001 ≤ R < 0.006



192500



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

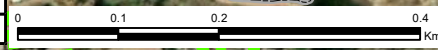
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES**

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - VIVIENDA

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgos R. J. N°124-2018-CENEPRED/J 11 - D
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

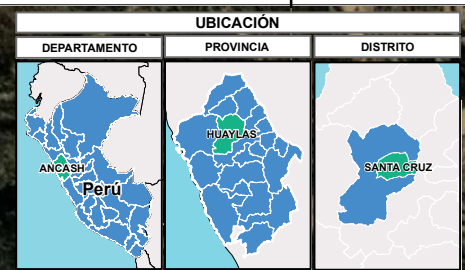
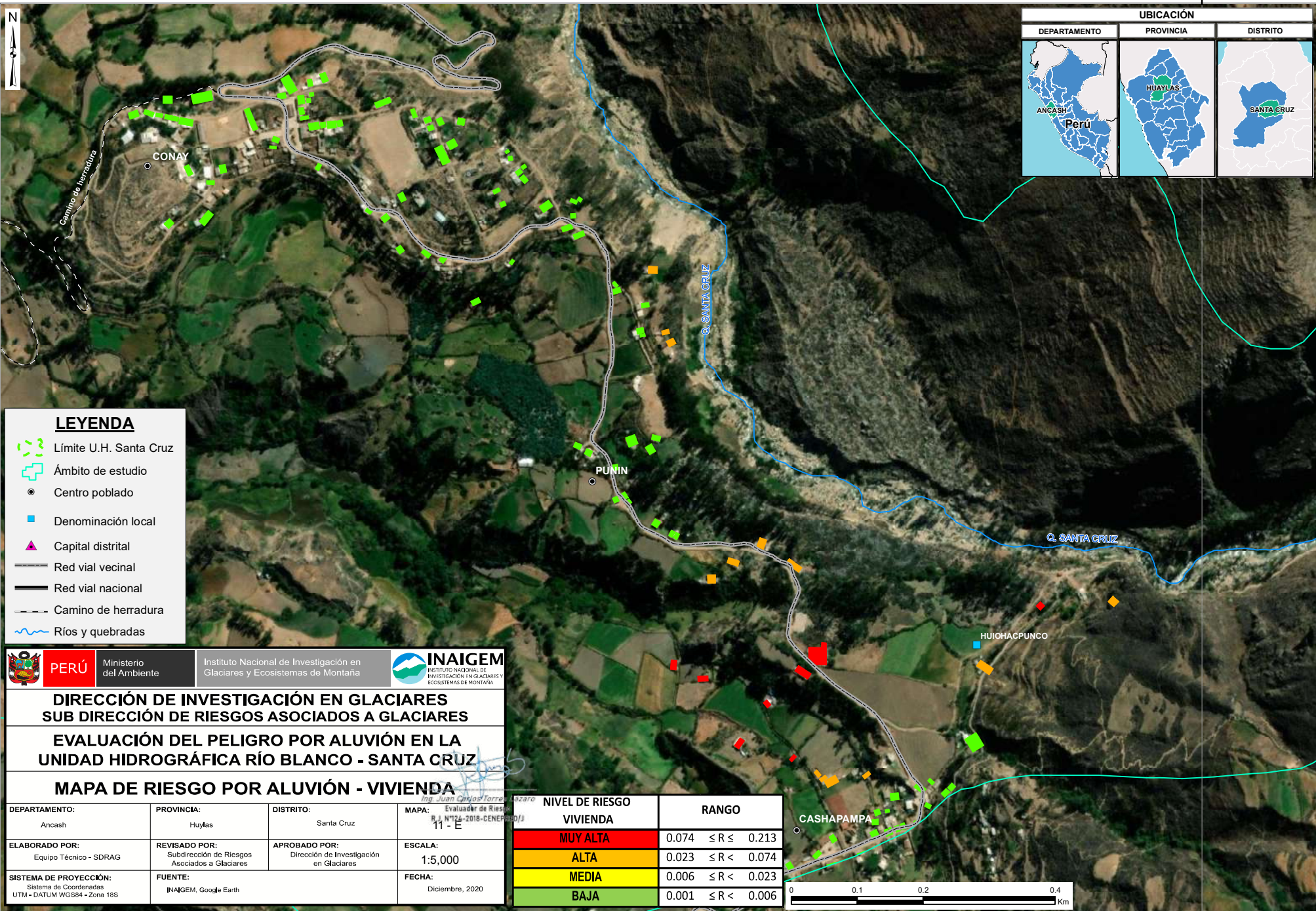
NIVEL DE RIESGO VIVIENDA	RANGO
MUY ALTA	0.074 ≤ R ≤ 0.213
ALTA	0.023 ≤ R < 0.074
MEDIA	0.006 ≤ R < 0.023
BAJA	0.001 ≤ R < 0.006



9010000

9010000

192500



LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

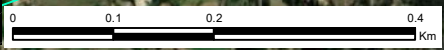
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM**
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

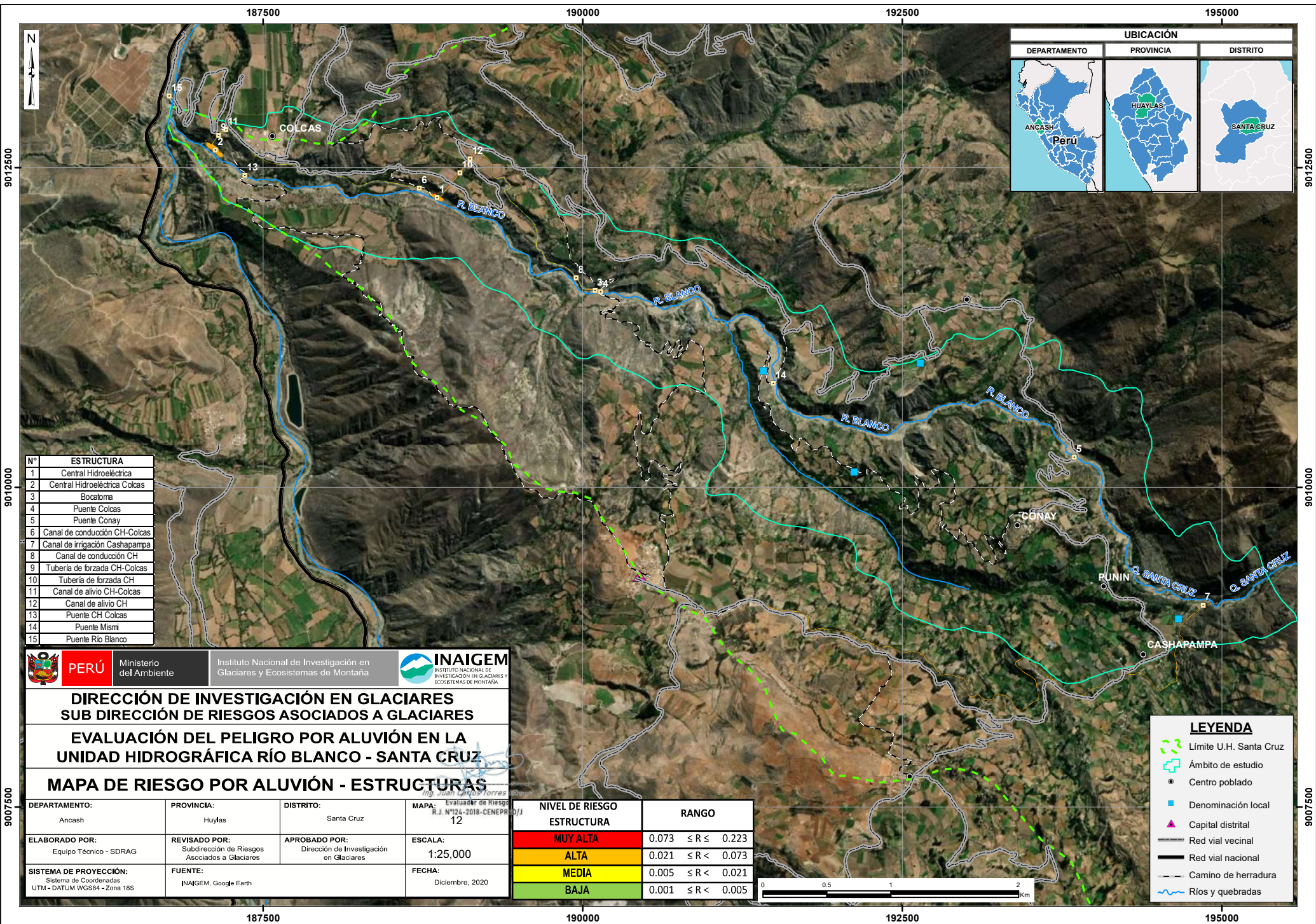
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - VIVIENDA

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgos R. J. N°124-2018-CENEP/DIR 11 - E
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO VIVIENDA	RANGO
MUY ALTA	0.074 ≤ R ≤ 0.213
ALTA	0.023 ≤ R < 0.074
MEDIA	0.006 ≤ R < 0.023
BAJA	0.001 ≤ R < 0.006





UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mism
15	Puente Río Blanco

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

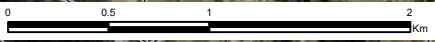
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPR/D/J 12
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:25,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	$0.073 \leq R \leq 0.223$
ALTA	$0.021 \leq R < 0.073$
MEDIA	$0.005 \leq R < 0.021$
BAJA	$0.001 \leq R < 0.005$

LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas



187000

187500

188000

188500



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

9013000

9013000

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mism
15	Puente Río Blanco

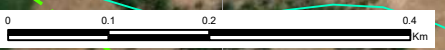
PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ**

MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPRED 12 - A
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	0.073 ≤ R ≤ 0.223
ALTA	0.021 ≤ R < 0.073
MEDIA	0.005 ≤ R < 0.021
BAJA	0.001 ≤ R < 0.005



LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

187000

187500

188000

188500

9012000

9012000

189000

189500

190000

190500



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

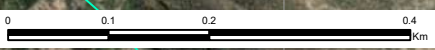
N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña **INAIGEM** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ
MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPRED 12 - B
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S		FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020

NIVEL DE RIESGO	RANGO
MUY ALTA	0.073 ≤ R ≤ 0.223
ALTA	0.021 ≤ R < 0.073
MEDIA	0.005 ≤ R < 0.021
BAJA	0.001 ≤ R < 0.005



LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

189000

189500

190000

190500

9012000

9011500

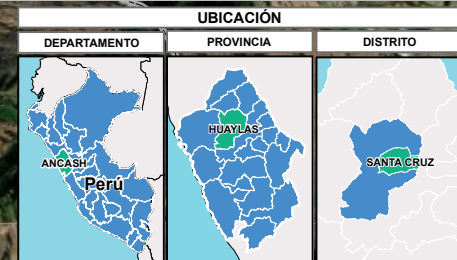
9012000

9011500



191000

191500

192000



N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mism
15	Puente Río Blanco

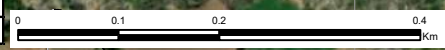

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
 
INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N°124-2018-CENEPRED 12 - C
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO	RANGO
MUY ALTA	0.073 ≤ R ≤ 0.223
ALTA	0.021 ≤ R < 0.073
MEDIA	0.005 ≤ R < 0.021
BAJA	0.001 ≤ R < 0.005



LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas

191000

191500

192000

9011500

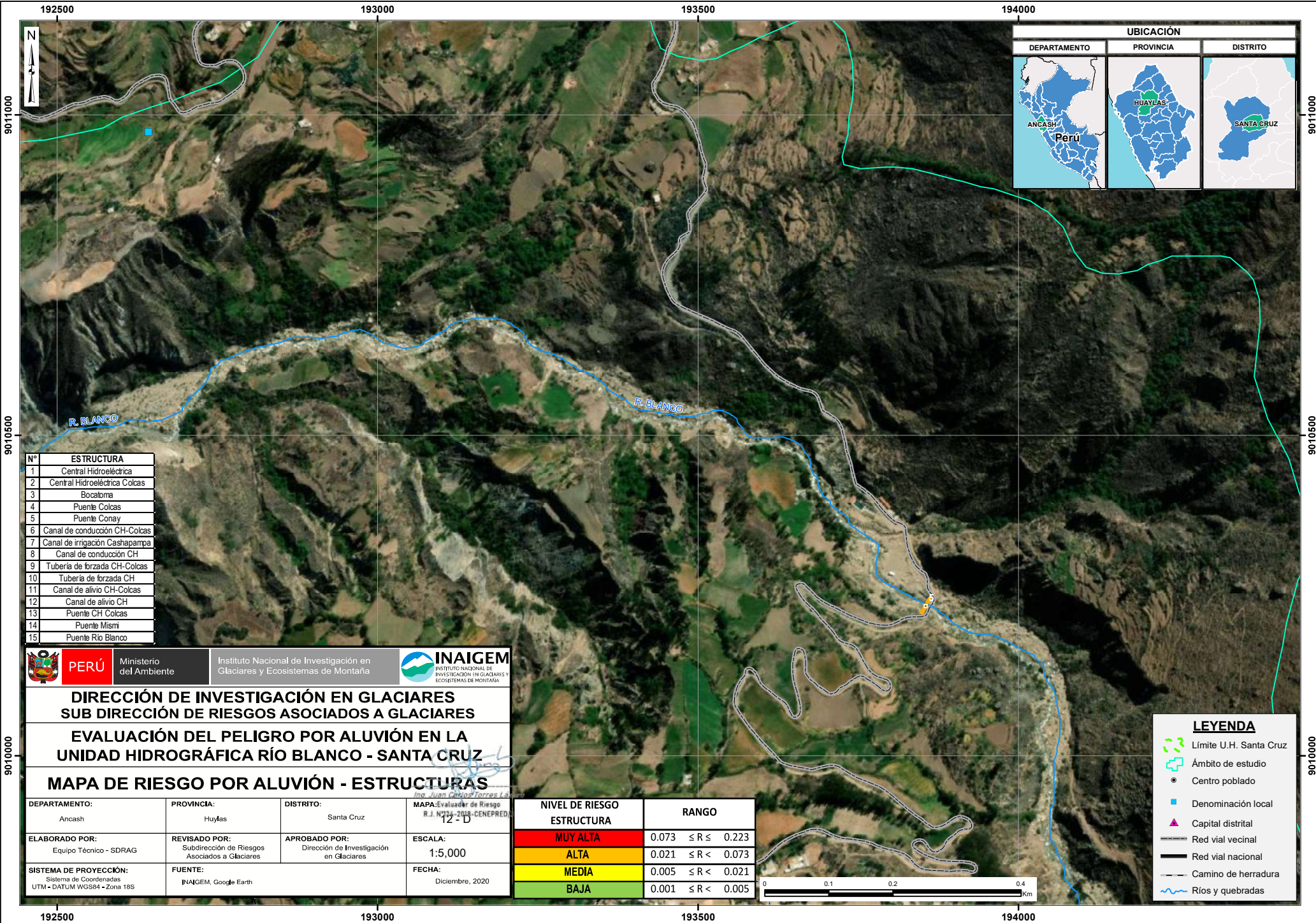
9011000

9010500

9011500

9011000

9010500



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
ANCASH Perú	HUAYLAS	SANTA CRUZ

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mism
15	Puente Río Blanco

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

INAIGEM INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

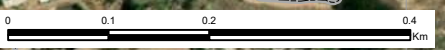
MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N°724-2018-CENEPRD 12-D
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO ESTRUCTURA	RANGO
MUY ALTA	$0.073 \leq R \leq 0.223$
ALTA	$0.021 \leq R < 0.073$
MEDIA	$0.005 \leq R < 0.021$
BAJA	$0.001 \leq R < 0.005$

LEYENDA

- Limite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas



193500

194000

194500

195000



UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO

N°	ESTRUCTURA
1	Central Hidroeléctrica
2	Central Hidroeléctrica Colcas
3	Bocatoma
4	Puente Colcas
5	Puente Conay
6	Canal de conducción CH-Colcas
7	Canal de irrigación Cashapampa
8	Canal de conducción CH
9	Tubería de forzada CH-Colcas
10	Tubería de forzada CH
11	Canal de alivio CH-Colcas
12	Canal de alivio CH
13	Puente CH Colcas
14	Puente Mismi
15	Puente Río Blanco

PERÚ Ministerio del Ambiente Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES
SUB DIRECCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A GLACIARES
EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR ALUVIÓN EN LA
UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO - SANTA CRUZ

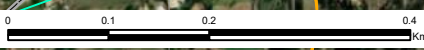
MAPA DE RIESGO POR ALUVIÓN - ESTRUCTURAS

DEPARTAMENTO: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO: Santa Cruz	MAPA: Evaluador de Riesgo R.J. N° 14-2018-CENEPRED
ELABORADO POR: Equipo Técnico - SDRAG	REVISADO POR: Subdirección de Riesgos Asociados a Glaciares	APROBADO POR: Dirección de Investigación en Glaciares	ESCALA: 1:5,000
SISTEMA DE PROYECCIÓN: Sistema de Coordenadas UTM - DATUM WGS84 - Zona 18S	FUENTE: INAIGEM, Google Earth	FECHA: Diciembre, 2020	

NIVEL DE RIESGO	RANGO
MUY ALTA	0.073 ≤ R ≤ 0.223
ALTA	0.021 ≤ R < 0.073
MEDIA	0.005 ≤ R < 0.021
BAJA	0.001 ≤ R < 0.005

LEYENDA

- Límite U.H. Santa Cruz
- Ámbito de estudio
- Centro poblado
- Denominación local
- Capital distrital
- Red vial vecinal
- Red vial nacional
- Camino de herradura
- Ríos y quebradas



193500

194000

194500

195000

9009500

9009000

9009500

9009000