

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE
DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO,
DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
CUSCO**



ING. DIEGO DAVID CAMARGO TINCO

**SECTOR: CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA**

DISTRITO: SAN JERÓNIMO

PROVINCIA: CUSCO

REGION: CUSCO

SETIEMBRE-2022



Contenido

PRESENTACION	8
INTRODUCCION	9
CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES	10
1.1. OBJETIVO GENERAL	10
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
1.3. JUSTIFICACION	10
1.4. FINALIDAD	10
1.5. ANTECEDENTES	10
1.5.1. Antecedentes de estudios técnico científicos de instituciones	11
1.6. MARCO NORMATIVO	15
CAPITULO II. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	16
2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	16
2.1.1. Ubicación Geográfica:	16
2.1.2. Ubicación Geopolítica:	16
2.1.3. Ubicación Hidrográfica:	16
2.1.4. Limites	16
2.1.5. Vías de Acceso	17
2.1.6. Altitud	18
2.1.7. Superficie	18
2.2. CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	19
2.2.1. Precipitación:	19
2.2.2. Régimen de precipitación estacional	20
2.2.3. Umbrales de Precipitación	21
2.2.4. Temperatura	22
2.2.5. Hidrología:	23
2.2.6. Geología Y Geomorfología	56
2.2.7. Geología Estructural:	66
2.2.8. Pendientes	67
CAPITULO III. DETERMINACION DEL PELIGRO	71
3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO	71
3.2. RECOPIACION, ANALISIS Y SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION	71
3.3. IDENTIFICACION DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR	72
3.4. CARACTERIZACION DEL PELIGRO	73



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



3.5. IDENTIFICACION Y DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA ASOCIADA AL PELIGRO.	73
3.6. PONDERACION DE LOS PARAMETROS DE EVALUACION	74
3.6.1. Frecuencia.....	74
3.7. SUSCEPTIBILIDAD DEL AMBITO GEOGRAFICO ANTE PELIGROS	75
3.7.1. Factores Condicionantes	76
3.7.2. Factores Desencadenantes	80
3.8. ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	82
3.9. DEFINICION DE ESCENARIOS.....	83
3.10. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO	83
3.10.1. Estratificación Del Nivel De Peligro	84
CAPITULO IV. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	86
4.1. METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	86
4.2 ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	88
4.2.1. Análisis De La Dimensión Social	88
4.2.2. Análisis De La Dimensión Económica	93
4.2.3. Análisis De La Dimensión Ambiental.....	99
CAPITULO V. CALCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO	107
5.1. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE RIESGO	107
5.2. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE RIESGO.....	108
5.2.1. Estratificación Del Riesgo Por Inundación Fluvial	108
5.3. CALCULO DE PERDIDAS	111
5.3.1. Cálculo De Perdidas Probables	111
CAPITULO VI. CONTROL DEL RIESGO	112
6.1. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO.....	112
6.2. MEDIDAS DE PREVENCION Y REDUCCION DEL RIESGO DE DESASTRES	115
6.2.1. Medidas De Prevención Del Riesgo De Desastres Del Orden Estructural	115
6.2.2. Medidas De Prevención Del Riesgo De Desastres De Orden No Estructural.....	117
6.2.3. Conclusiones y recomendaciones:	118

Cuadros

Cuadro 1. Registro de Fenómenos de Inundación registrados en el área de influencia.....	11
Cuadro 2. Ubicación de la Estación meteorológica Granja Kayra.....	19
Cuadro 3. Precipitación Promedio Mensual.....	20
Cuadro 4. Umbrales de precipitación de la estación Granja Kayra	21
Cuadro 5. Coeficiente de Compacidad.....	28
Cuadro 6. Valores para el calculo de la curva Hipsometrica	31



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 7. Ubicación de las estaciones meteorológicas.....	34
Cuadro 8. Intensidades para distintas duraciones.....	37
Cuadro 9. Puntos críticos determinados en el rio Huanaccaure.	55
Cuadro 10. Descriptores de Periodo de Retorno.....	74
Cuadro 11. Matriz de comparación de pares para el parámetro de evaluación.....	75
Cuadro 12. Matriz de normalización del parámetro de evaluación.....	75
Cuadro 13. Índice y relación de consistencia para el parámetro de evaluación.....	75
Cuadro 14. Parámetros para la determinación de la susceptibilidad.....	76
Cuadro 15. Matriz de comparación de pares del factor condicionante.....	76
Cuadro 16. Matriz de normalización de pares del factor condicionante.....	76
Cuadro 17. Índice y relación de consistencia del factor condicionante.....	77
Cuadro 18. Descriptores del parámetro de pendiente.....	77
Cuadro 19. Matriz de comparación de pares del parámetro de pendiente.....	77
Cuadro 20. Matriz de normalización del parámetro de pendiente.....	77
Cuadro 21. Índice y relación de consistencia.....	77
Cuadro 22. Descriptores del parámetro de unidades geomorfológicas.....	78
Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del parámetro de unidades geomorfológicos.....	78
Cuadro 24. Matriz de normalización de pares del parámetro de unidades geomorfológicos....	78
Cuadro 25. Índice y Relación de consistencia.....	78
Cuadro 26. Descriptores del parámetro de Unidades Geológicas.....	79
Cuadro 27. Matriz de comparación de pares del parámetro de Geología.....	79
Cuadro 28. Matriz de normalización de pares del parámetro de Geología.....	79
Cuadro 29. Índice y Relación de consistencia.....	79
Cuadro 30. Cuadro resumen factores condicionantes.....	80
Cuadro 31. Niveles de factores condicionantes con sus rangos.....	80
Cuadro 32. Descriptores de umbrales de precipitación.....	80
Cuadro 33. Matriz de comparación de pares del parámetro de precipitación.....	81
Cuadro 34. Matriz de normalización del parámetro umbrales de precipitación.....	81
Cuadro 35. Índice y Relación de consistencia.....	81
Cuadro 36. Cuadro resumen factor desencadenante.....	81
Cuadro 37. Cuadro de estratificación factor desencadenante.....	82
Cuadro 38. Matriz de cálculo de los niveles de peligro.....	83
Cuadro 39. Rango de niveles de peligro.....	83
Cuadro 40. Estratificación de los niveles de peligro.....	84
Cuadro 41. Matriz de comparación de pares factores de la dimensión social.....	88
Cuadro 42. Matriz de normalización de los factores de la dimensión social.....	88
Cuadro 43. Índice y relación de consistencia de los factores de la dimensión social.....	89
Cuadro 44. Parámetro de la exposición social.....	89
Cuadro 45. Matriz de comparación de pares del parámetro demanda estudiantil.....	89
Cuadro 46. Matriz de normalización de pares del parámetro demanda estudiantil.....	89
Cuadro 47. Índice y relación de consistencia del parámetro demanda estudiantil.....	89
Cuadro 48. Parámetro de la fragilidad social.....	90
Cuadro 49. Matriz de comparación de pares del parámetro servicios básicos.....	90
Cuadro 50. matriz de normalización del parámetro servicios básicos.....	90
Cuadro 51. Índice y relación de consistencia del parámetro servicios básicos.....	91
Cuadro 52. Parámetros de la resiliencia social.....	91
Cuadro 53. Matriz de comparación de pares del parámetro plan de gestión de riesgos.....	91



**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO,
DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO**



Cuadro 54. Matriz de normalización del parámetro plan de gestión de riesgos	91
Cuadro 55. Índice y relación de consistencia del parámetro plan de gestión de riesgos	92
Cuadro 56. Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento del riesgo	92
Cuadro 57. Matriz de normalización del parámetro conocimiento del riesgo.....	92
Cuadro 58. Índice y relación de consistencia del parámetro conocimiento del riesgo	92
Cuadro 59. Matriz de comparación de pares de la dimensión económica	93
Cuadro 60. Matriz de normalización de pares de la dimensión económica	93
Cuadro 61. Índice y relación de consistencia de la dimensión económica	94
Cuadro 62. Parámetro de la exposición económica	94
Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia al eje del rio.....	94
Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro distancia al eje del rio	94
Cuadro 65. Índice y relación de consistencia del parámetro distancia al eje del rio.....	95
Cuadro 66. Parámetros de la fragilidad económica.....	95
Cuadro 67. Matriz de comparación de pares del parámetro conservación de la infraestructura	95
Cuadro 68. Matriz de normalización del parámetro conservación de la infraestructura	95
Cuadro 69. Índice y relación de consistencia del parámetro conservación de la infraestructura	96
Cuadro 70. Matriz de comparación de pares del parámetro material estructural predominante	96
Cuadro 71. Matriz de normalización de pares del parámetro material estructural predominante	96
Cuadro 72. Índice y relación de consistencia del parámetro material estructural predominante	96
Cuadro 73. Parámetros de la resiliencia económica.....	96
Cuadro 74. Matriz de comparación de pares del parámetro cumplimiento de la normativa de edificaciones.....	97
Cuadro 75. Matriz de normalización del parámetro cumplimiento de la normativa de edificaciones.....	97
Cuadro 76. Índice y relación de consistencia del parámetro cumplimiento de la normativa de edificaciones.....	97
Cuadro 77. Matriz de comparación de pares del parámetro presupuesto para la atención en situación de emergencia	98
Cuadro 78. Matriz de normalización del parámetro presupuesto para la atención en situación de emergencia	98
Cuadro 79. Índice y relación de consistencia del parámetro presupuesto para la atención en situación de emergencia	98
Cuadro 80. Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental	99
Cuadro 81. Matriz de normalización de pares de la dimensión ambiental.....	99
Cuadro 82. Índice y relación de consistencia de la dimensión ambiental	100
Cuadro 83. Parámetros de la exposición ambiental	100
Cuadro 84. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a fuentes de agua	100
Cuadro 85. Matriz de normalización del parámetro cercanía a fuentes de agua	100
Cuadro 86. Índice y relación de consistencia del parámetro cercanía a fuentes de agua	100
Cuadro 87. Parámetros de la fragilidad ambiental.....	101
Cuadro 88. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de disposición de excretas..	101
Cuadro 89. Matriz de normalización del parámetro tipo de disposición de excretas	101



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 90. Índice y relación de consistencia del parámetro tipo de disposición de excretas ..101
 Cuadro 91. Parámetro de la resiliencia ambiental102
 Cuadro 92. Matriz de comparación de pares del parámetro Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales102
 Cuadro 93. Matriz de normalización del parámetro Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales102
 Cuadro 94. Índice y relación de consistencia del parámetro Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales103
 Cuadro 95. Matriz de la dimensión social103
 Cuadro 96. Matriz de la dimensión económica103
 Cuadro 97. Matriz de la dimensión ambiental104
 Cuadro 98. Valores de los rangos obtenidos del análisis de la vulnerabilidad.....104
 Cuadro 99. Rangos de los distintos niveles de la vulnerabilidad.....104
 Cuadro 100. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad105
 Cuadro 101. Resumen de la vulnerabilidad por unidad Productora106
 Cuadro 102. Cálculo de los niveles de riesgo108
 Cuadro 103. Niveles de riesgo108
 Cuadro 104. Estratificación de los niveles de riesgo.....108
 Cuadro 105. Resumen de los Niveles de Riesgo por unidad Productora110
 Cuadro 106. Valoración de las consecuencias.....112
 Cuadro 107. Valoración de la frecuencia de recurrencia113
 Cuadro 108. Nivel de consecuencias y daños.....113
 Cuadro 109. Matriz de aceptabilidad y tolerancia.....114
 Cuadro 110. Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo114
 Cuadro 111. Matriz de prioridad de intervención114

Figuras

Figura 1. Mapa de susceptibilidad a Flujo de detritos en el sector Kayrapampa, MDSJ-2021....12
 Figura 2. Mapa de Peligro por Erosión PDU-cusco 2013-2023.....13
 Figura 3. Mapa de Peligro por Flujo de detritos PDU cusco 2013-202313
 Figura 4. Mapa de peligro por inundación INGEMMET-201614
 Figura 5. Mapa de peligro a MRM INGEMMET-2016.....14
 Figura 6. Histograma de precipitaciones máximas registradas en 24 horas, estación Granja Kayra19
 Figura 7. Histograma de precipitaciones de enero a diciembre del 2017.....20
 Figura 8. Precipitaciones promedio mensuales.....21
 Figura 9. Registro de precipitaciones.....22
 Figura 10. Temperaturas máximas y mínimas diarias de la estación Granja Kayra.....22
 Figura 11. Longitud y perímetro de la cuenca27
 Figura 12. Hidrogramas según la forma de la cuenca28
 Figura 13. Factor de forma de Horton29
 Figura 14. Curva hipsométrica y Frecuencia de altitudes32
 Figura 15. Riesgo por una excedencia del evento de diseño durante la vida útil36
 Figura 16. Calculo de la intensidad máxima.....37
 Figura 17. Hietograma para tiempo de retorno de 100 años.....38
 Figura 18. Curva IDF para periodo de retorno de 100 años39
 Figura 19. Calculo de IDF para los distintos periodos de Retorno39



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Figura 20. Delimitación de cuencas con el software WMS.41

Figura 21. Determinación del Número de Curva en el software WMS.....42

Figura 22. Determinación del LagTime en el software WMS y Resultados.....42

Figura 23. Entorno del resultado de todos los cálculos incluyendo los parámetros morfométricos en el Software WMS43

Figura 24. Exportación al software HEC-HMS.....44

Figura 25. Modelo hidrológico y de cuencas en el software HEC-HMS45

Figura 26. Modelo meteorológico en el software HEC-HMS.....46

Figura 27. Especificaciones de control en el software HEC-HMS46

Figura 28. Especificaciones de datos hidrometeorológicos en el software HEC-HMS47

Figura 29. Simulación del caudal para un periodo de retorno de 100 años48

Figura 30. Topografía batimétrica de la zona de estudio.....49

Figura 31. Geometría en el software IBER49

Figura 32. Calculo de la rugosidad con el software IBER50

Figura 33. Asignación de condiciones iniciales.....50

Figura 34. Asignación de datos para el cálculo de parámetros de tiempo51

Figura 35. Asignación de datos de cálculo en general51

Figura 36. Creación de la malla de calculo52

Figura 37. Procesamiento del calculo52

Figura 38. Vista en 3D de la altura de tirante53

Figura 39. Vista en 3D de la velocidad del flujo54

Figura 40. Metodología para la determinación de los niveles de peligrosidad.....71

Figura 41. Flujograma para el análisis de la información.....71

Figura 42. Determinación de la susceptibilidad76

Figura 43. Metodología para determinar los niveles de vulnerabilidad86

Figura 44. Ficha modelo del levantamiento de información en campo para la determinación de la vulnerabilidad87

Figura 45. Metodología para el cálculo del riesgo107

Figura 46. Ubicación de la defensa ribereña116

Figura 47. Ubicación y monumentación de hitos de faja marginal117

Fotografías

Fotografía 1. Cuaternario aluvial58

Fotografía 2. Cuaternario fluvial.....58

Fotografía 3. Cuaternario coluvial59

Fotografía 4. Formación san Sebastián59

Fotografía 5. Laderas empinadas.....63

Fotografía 6. Laderas inclinadas63

Fotografía 7. Conos aluviales.....64

Fotografía 8. Llanura de inundación64

Fotografía 9. terrazas65

Fotografía 10. Pendientes entre 0 a 3%68

Fotografía 11. Pendientes entre 3 a 6%68

Fotografía 12. Pendiente entre 6 a 10%.....69

Fotografía 13. Pendiente entre 10 a 13%.....69

Fotografía 14. Pendientes mayores a 13%.....70

Fotografía 15. Proximidad al cauce del rio Huanaccaure.....72



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Fotografía 16. Ribera del rio Huanaccaure colmatada y con presencia de neumáticos116
 Fotografía 17. Rio Huanaccaure contaminado por neumáticos y sacos de basura117

Mapas

Mapa 1. Ubicación del área de influencia17
 Mapa 2. Accesibilidad a la zona de Influencia18
 Mapa 3. Ubicación política de la microcuenca Huanaccaure24
 Mapa 4. Ubicación Hidrográfica25
 Mapa 5. Delimitación de la microcuenca Huanaccaure26
 Mapa 6. Numero de orden30
 Mapa 7. Cobertura33
 Mapa 8. Uso de Suelos34
 Mapa 9. Simulación Hidráulica – Altura de tirante para un Tiempo de Retorno de 100 años....53
 Mapa 10. Simulación Hidráulica - Velocidad de Flujo para un Tiempo de Retorno de 100 años54
 Mapa 11. Geología regional de la zona de estudio57
 Mapa 12. Unidades litológicas60
 Mapa 13. Geomorfología Regional62
 Mapa 14. Geomorfología local de la zona de estudio65
 Mapa 15. Neotectonico67
 Mapa 16. Rango de pendientes en el are a de influencia70
 Mapa 17. Mapa de peligros por fenómenos inundación elaborado por el INGEMMET73
 Mapa 18. Ámbito de influencia del estudio74
 Mapa 19. Niveles de Peligro por Ámbito de Influencia85
 Mapa 20. Peligro por Elemento Expuesto85
 Mapa 21. Niveles de Vulnerabilidad106
 Mapa 22. Mapa de riesgo por inundación fluvial110



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



PRESENTACION

La expansión urbana y la ocupación informal del territorio sin planificación, en zonas de alto riesgo, que se dan en cercanías al Centro Experimental Agronómico Kayra que viene creciendo de manera constante, por el crecimiento acelerado y la ocupación de áreas marginales, conformado por asentamientos precarios con limitada accesibilidad, inadecuada articulación vial, entre otros, por ello es importante prever formas de ocupación coherentes con adecuadas características urbanas haciendo énfasis en la gestión del riesgo ante desastres naturales y protección y/o conservación ambiental. Con el fin de orientar un adecuado desarrollo del Centro Experimental Agronómico Kayra.

El presente documento es el informe de **EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO**, la misma que pone en exposición a la infraestructura pública del Centro Experimental Agronómico Kayra, del Distrito de San Jerónimo, Provincia de Cusco, Provincia y Región Cusco, elaborado por el equipo técnico multidisciplinario, que tiene como objetivo la zonificación de zonas de peligro, vulnerabilidad y riesgo, la recomendación de medidas estructurales y no estructurales, y de esta forma gestionar lineamientos de política urbana.



INTRODUCCION

La microcuenca Huanaccaure, por donde circula el riachuelo Huanaccaure, proveniente de las vertientes de los ríos Hatunmayo y Huanaccaure. Por la margen derecha limita con los terrenos del Centro Experimental K'ayra, de propiedad de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, y por la margen izquierda, los terrenos de cultivo propiedad de los habitantes de la Comunidad Campesina Sucso Aucalle, la cual en época de lluvias genera daños en las máximas avenidas, es así que, en enero de 2022, se ha presentado el socavamiento del talud en las zonas del establo lechero, poniendo en grave riesgo su infraestructura, así como las áreas de cultivo que sirven como centro experimental de los alumnos de pregrado de la facultad de ciencias agronómicas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Por otra parte, la margen derecha que se encuentra dentro de los límites y es de propiedad de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco no cuenta la delimitación de la Faja Marginal, por lo cual se hace importante contar con esta delimitación para que esta zona cuente con un saneamiento físico legal que permita en lo posterior la intervención de proyectos de inversión pública, dentro del sistema nacional de inversión pública **INVIERTE.PE**

En la actualidad existen terrenos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco que no cuentan con una delimitación territorial física demarcada, y en este caso en el sector de la quebrada circundada por el riachuelo Huanaccaure donde se ubica el Centro Experimental K'ayra va perdiendo espacio territorial, como consecuencia de las constantes invasiones detectadas por parte los moradores y vecinos colindantes que cada cierto tiempo vienen alterando el cauce natural del riachuelo Huanaccaure con el propósito de desviar sus aguas, y ganar metros de terreno invadido a su favor.

El documento técnico como primera parte define la identificación del peligro, su caracterización y evaluación en base a los parámetros generales y el análisis físico de la susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes), en el área de influencia del sector, seguido del análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones; Social, Económico y Ambiental con sus respectivos factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia para definir los niveles de vulnerabilidad y hacer obtener los Niveles de Riesgo existentes, todo ello representado en mapas temáticos, proponiendo medidas estructurales y no estructurales que permite prevenir y reducir el riesgo por Inundación Fluvial.



CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgo a los cuales están expuestas la infraestructura y terrenos agrícolas del **CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO K'AYRA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO.**

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar los Niveles de Peligrosidad
- Determinar los Niveles de Vulnerabilidad
- Calcular los Niveles de Riesgo para el análisis del control de riesgo identificando sus aceptabilidad y tolerancia.
- Recomendar las Medidas de Control del Riesgo de carácter estructural y no estructural.

1.3. JUSTIFICACION

Sustentar la implementación de acciones de prevención, reducción de riesgos y/o de reconstrucción del área afectada por eventos de inundaciones que contribuye en su proceso del desarrollo sostenible en el **CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO K'AYRA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO.** Las precipitaciones extraordinarias, los rellenos no autorizados con material inadecuado y la ocupación de áreas marginales como son las riberas de ríos por pobladores de la Comunidad Campesina Sucso Aucalle, en la época de lluvias producen inundaciones y ante el exceso de precipitación podría generar afectación con elemento expuesto vulnerable infraestructura pública (Establo Lechero), terrenos Agrícolas.

1.4. FINALIDAD

El presente estudio denominado **EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO,** tiene por finalidad la Determinación de los Niveles de Riesgo a los cuales se encuentran expuestas las infraestructuras y terrenos agrícolas cercanas al cauce del río Huanaccaure, determinación de puntos críticos en los mas de 3 km dentro de los terrenos del Centro Experimental Agronómico Kayra, propiedad de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, de esta forma proponer medidas de control del riesgo mediante proyectos de Inversión pública(defensas ribereñas) y de esta forma proteger la infraestructura y terrenos agrícolas ante las máximas avenidas debido a precipitaciones anómalas que puedan ocurrir dentro de la microcuenca Huanaccaure.

1.5. ANTECEDENTES

Debido al crecimiento poblacional en los límites del Centro Experimental Kayra y la Comunidad Campesina Sucso Aucalle, ha permitido la expansión urbana a zonas de riesgo muy alto y alto, exponiendo a la población, viviendas, medios de vida e infraestructura pública (Establo Lechero), lo cual en años pasados han sido afectados por inundaciones, teniendo como saldo la afectación a Infraestructura pública, Terrenos agrícolas del Centro Experimental Kayra.

Se tiene registros de daños ocasionados por eventos pasados los mismos que se encuentran en el SINPAD.



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



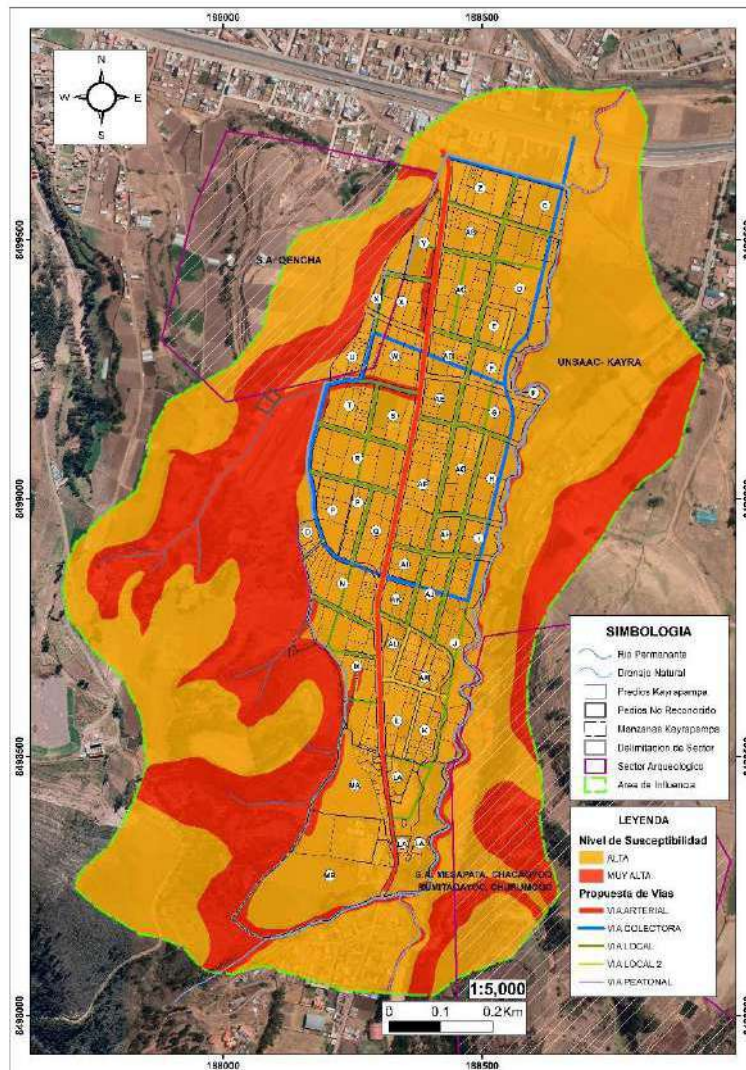
Cuadro 1. Registro de Fenómenos de Inundación registrados en el área de influencia.

Distrito	Fecha de emergencia	Grupo fenómeno	Fenómeno
SAN JERONIMO	16/03/2022	Geodinámica Externa	Deslizamiento
SAN JERONIMO	07/03/2022	Meteorológicos, oceanográficos	Granizada
SAN JERONIMO	06/01/2020	Geodinámica externa	Deslizamiento
SAN JERONIMO	17/01/2016	Meteorológicos, oceanográficos	Precipitaciones - lluvia
SAN JERONIMO	05/01/2014	Meteorológicos, oceanográficos	Precipitaciones - lluvia
SAN JERONIMO	27/01/2006	Meteorológicos, oceanográficos	Inundación
SAN JERONIMO	26/01/2003	Meteorológicos, oceanográficos	Inundación

1.5.1. Antecedentes de estudios técnico científicos de instituciones

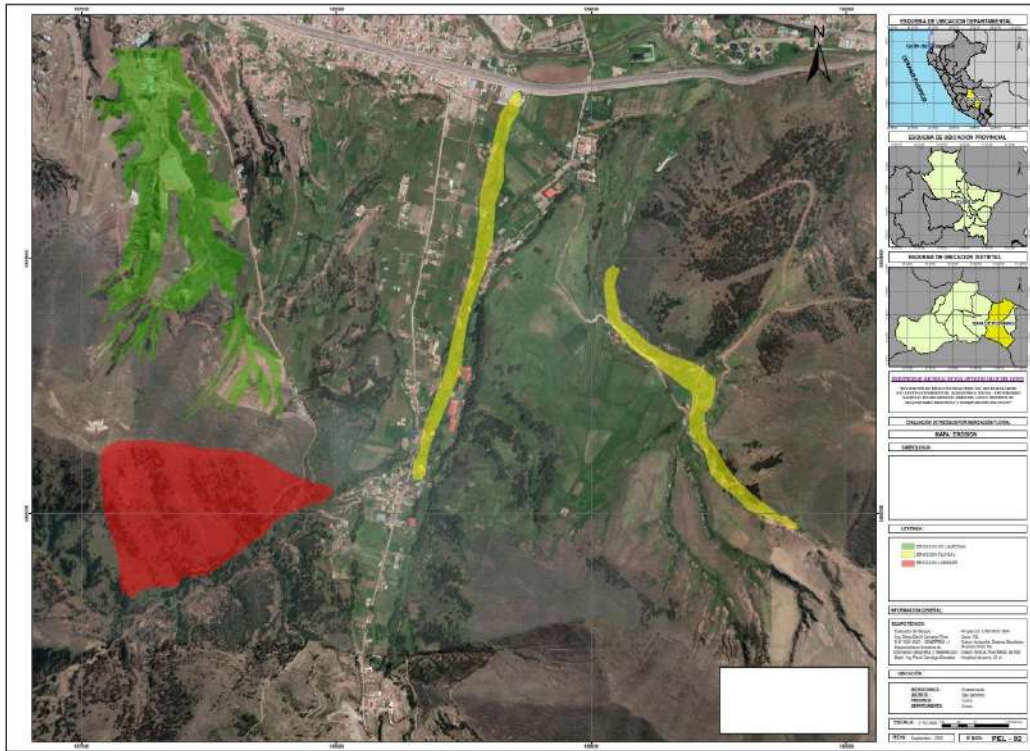
Se cuenta con estudios técnicos desarrollados en el Plan De Desarrollo Urbano de la Provincia Del Cusco 2013 al 2023, pero debido a la inoperancia de las oficinas de desarrollo urbano de la municipalidad distrital de San Jerónimo los pobladores de la Comunidad Campesina Sucso Aucalle vienen realizando construcciones y rellenos inadecuados con material de desmonte con la finalidad de apropiarse de propiedades ilegales dentro del cauce y ribera del Rio Huanaccaure , los mismos que a futuro pueden generar daños a la infraestructura pública (establo lechero, etc), terrenos agrícolas del Centro Experimental Kayra-Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Figura 1. Mapa de susceptibilidad a Flujo de detritos en el sector Kayrapampa, MDSJ-2021



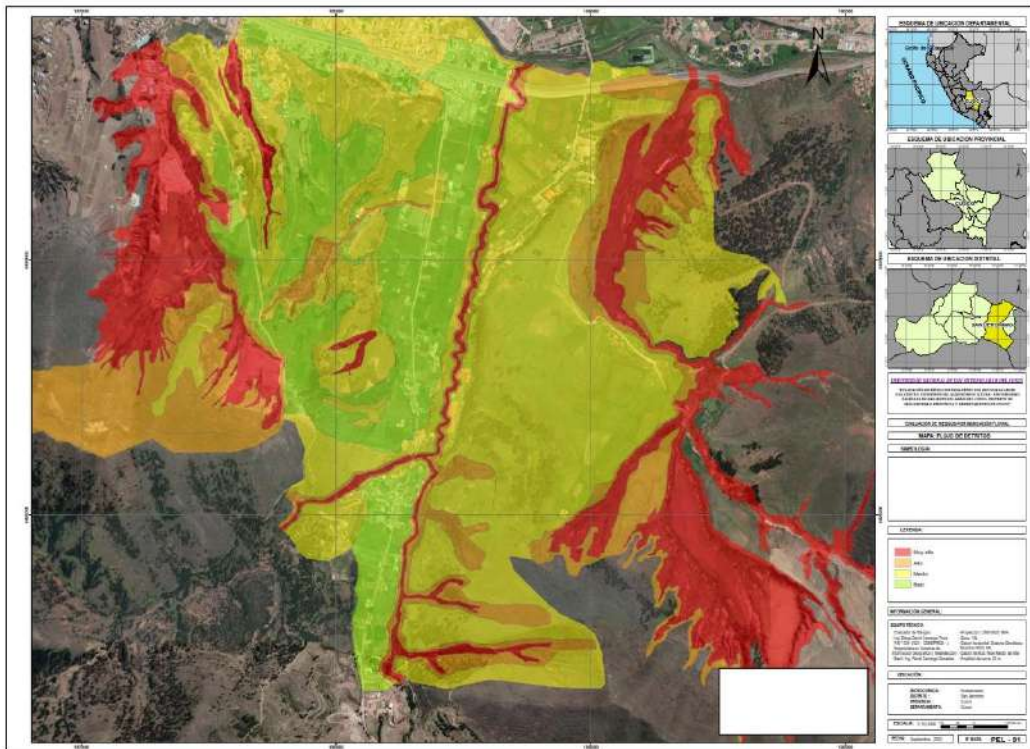
Fuente: Evaluación De Riesgos Originado Por Flujo De Lodo, Del Sector Kayrapampa C.C Sucso Aucalle, Del Distrito De San Jerónimo, Provincia Cusco

Figura 2. Mapa de Peligro por Erosión PDU-cusco 2013-2023



Fuente: PDU cusco 2013-2023

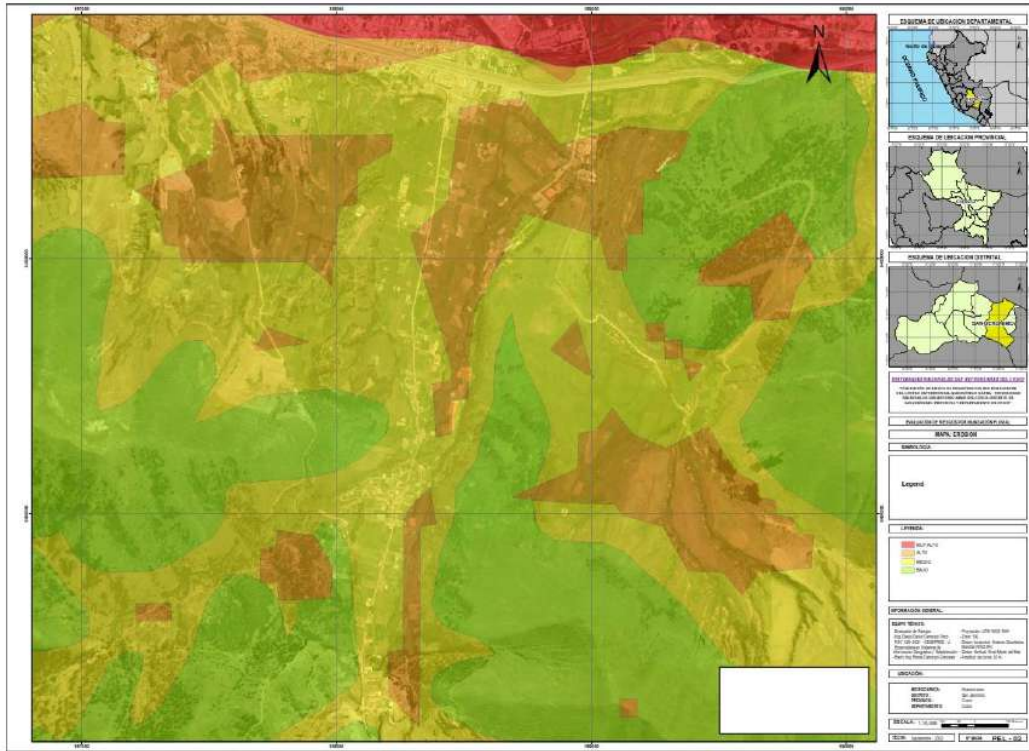
Figura 3. Mapa de Peligro por Flujo de detritos PDU cusco 2013-2023



Fuente: PDU cusco 2013-2023

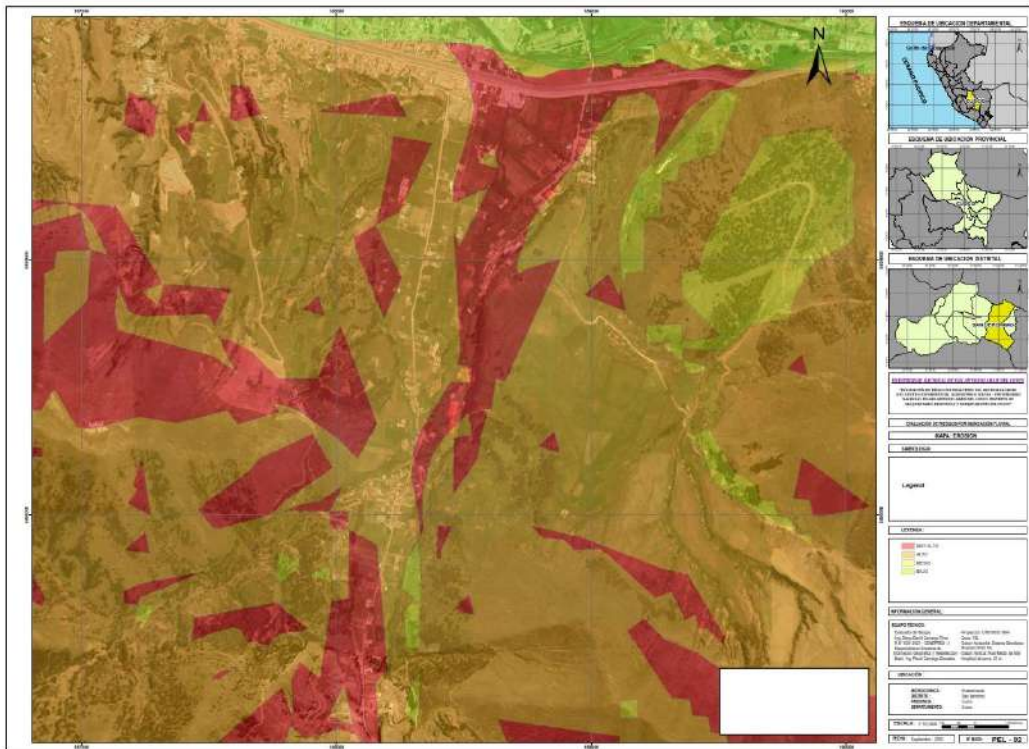
EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO

Figura 4. Mapa de peligro por inundación INGEMMET-2016



Fuente: PDU cusco 2013-2023

Figura 5. Mapa de peligro a MRM INGEMMET-2016



Fuente: PDU cusco 2013-2023



1.6. MARCO NORMATIVO

- Constitución Política del Perú, 1993.
- Ley Orgánica de Municipalidades **Ley N° 27972**, año 2003.
- Ley General del Ambiente – **Ley N° 28611**, año 2005.
- **Ley N° 29338**, Ley de Recursos Hídricos, publicada el 31 de marzo de 2009 (Artículo 74° – Fajas Marginales del Título V – Protección del agua)
- **Resolución Jefatural N° 202-2009-ANA-J** del 22 de marzo del 2010.
- **Decreto Supremo N° 001-2010-AG**, publicado el 24 de marzo del 2010 que aprueba el “Reglamento de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos” (Artículo 108° – 122°)
- **Decreto Supremo N° 006-2010-AG**, Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- **Resolución Jefatural N° 300-2011-ANA**, Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y Artificiales, Procedimiento y Guía para la Delimitación de Faja Marginal, Jaime Valdez Huamán, ANA, 2010
- **Ley N° 29664**, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- **Decreto Supremo N° 048-2011-PCM**, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- **Decreto Supremo N.º 038–2021–PCM**, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- **Ley N° 29869**, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- **Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM**, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- **Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM**, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- **Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM**, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- **Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J**, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- **Decreto de Urgencia N°004-2017**, de fecha 17 de marzo del 2017, que aprueba medidas para estimular la economía, así como para la atención de intervenciones ante la ocurrencia de lluvia y peligros asociados.



CAPITULO II. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1. Ubicación Geográfica:

El Centro Experimental de Kayra está ubicado en el Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región Cusco.

Coordenadas UTM:

- Este : 188618.30m
- Norte : 8499515.41m
- Altura : 3215m
- Zona : 19L
- Datum : WGS84

2.1.2. Ubicación Geopolítica:

- Región : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Jerónimo
- Sector : Centro Agronómico Kayra

2.1.3. Ubicación Hidrográfica:

- Cuenca : Urubamba
- Subcuenca : Alto Urubamba
- Microcuenca : Huanaccaure

2.1.4. Límites

- Norte : APV. Chimpahuaylla.
- Este : Distrito de Saylla.
- Sur : Distrito de Yaurisque.
- Oeste : Comunidad Campesina Sucso Aucalle

Mapa 1. Ubicación del área de influencia



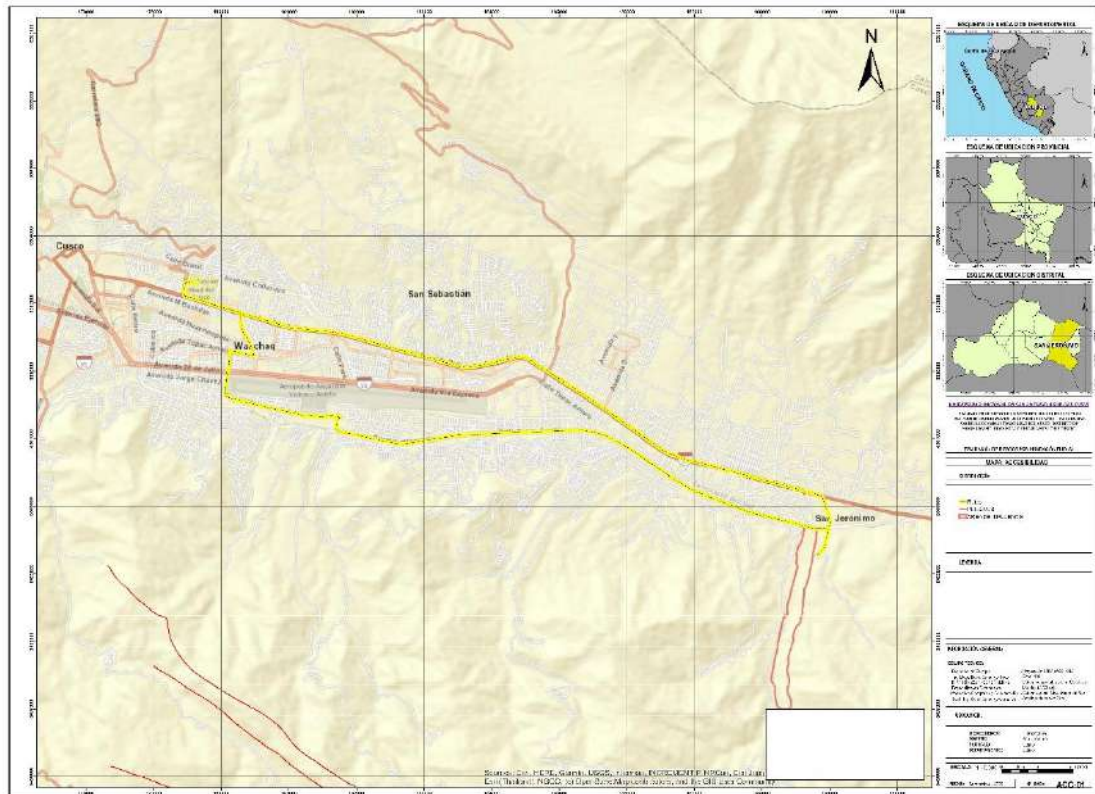
Fuente: Equipo técnico.

2.1.5. Vías de Acceso

El acceso a la zona de estudio, se da por la Vía Nacional Cusco-Puno-Arequipa, desvió por la vía vecinal CU-1311.

Ruta	Inicio	Vía utilizada	Final	Distancia (Km)	Tiempo(min)
1	Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - Perayoc	Av. La cultura	Kayra	12.0	35 min
2	Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - Perayoc	Av. evitamiento	Kayra	13.3	32 min

Mapa 2. Accesibilidad a la zona de Influencia



Fuente: Equipo técnico

2.1.6. Altitud

La zona de estudio se encuentra a una altitud de 3200 m.s.n.m como altitud Promedio.

2.1.7. Superficie

La zona de estudio comprende el Rio Huanaccaure en sus 3+360.82 km, y las áreas anexas al margen derecho del rio con la finalidad de poder determinar las áreas inundables ante la temporada de lluvias extraordinarias.

Teniendo como coordenadas:

Punto De Inicio Prog. 0+000 km

- **ESTE** : 188717
- **NORTE** : 8499660
- **ALTITUD** : 3197
- **ZONA** : 19L
- **DATUM** : WGS84

Punto Final Prog. 3+360.82 km

- **ESTE** : 188248
- **NORTE** : 8497010
- **ALTITUD** : 3277.5
- **ZONA** : 19L
- **DATUM** : WGS84

2.2. CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

Las características climáticas según la clasificación climática de tornrwaite (1931), elaborado por el SENAMHI (servicio nacional de meteorología e hidrología para la zona de estudio corresponde:

Semiseco y Frio

Presenta una precipitación anual de 53 a 360 mm y una temperatura máxima de 19 °C y mínima de -2°C. Las precipitaciones con mayor intensidad se dan entre los meses de diciembre a marzo, con un periodo seco definido entre los meses de mayo a Julio.

2.2.1. Precipitación:

Se tienen las series históricas de los parámetros climatológicos: precipitación media anual y precipitación máxima en 24 hrs, temperatura (máxima y mínima), Humedad Relativa provenientes del servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI, de la estación Kcayra instalada en la el Centro Experimental de Kcayra, Distrito de San Jerónimo, Provincia de Cusco.

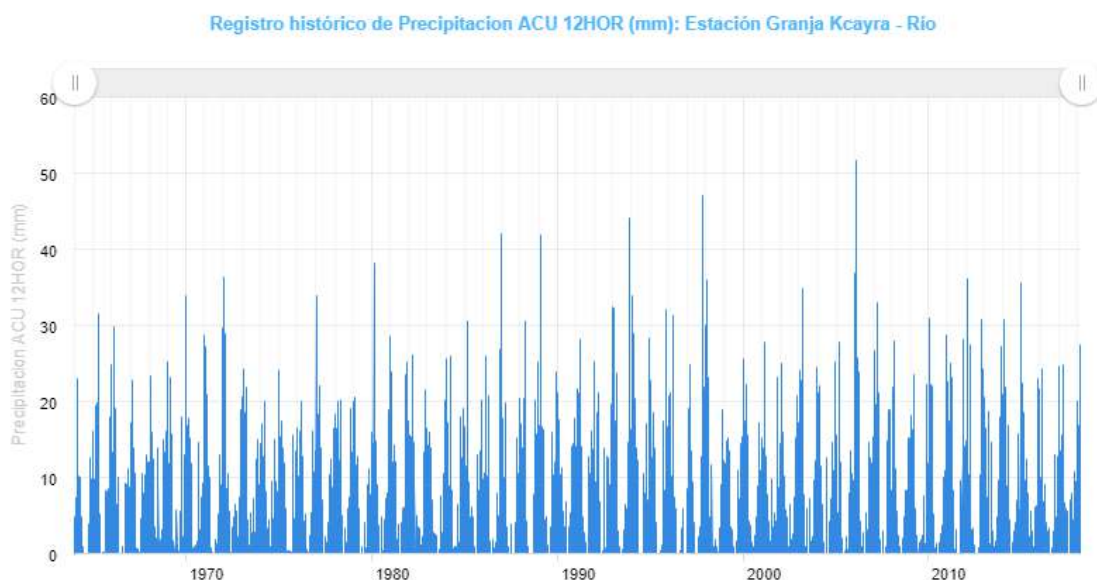
Cuadro 2. Ubicación de la Estación meteorológica Granja Kayra

Estación : GRANJA KAYRA		
Departamento : CUSCO	Provincia : CUSCO	Distrito : SAN JERONIMO
Latitud : 13°33'24.29"	Longitud : 71°52'30.61"	Altitud : 3214 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código :	100044

Fuente: Senamhi

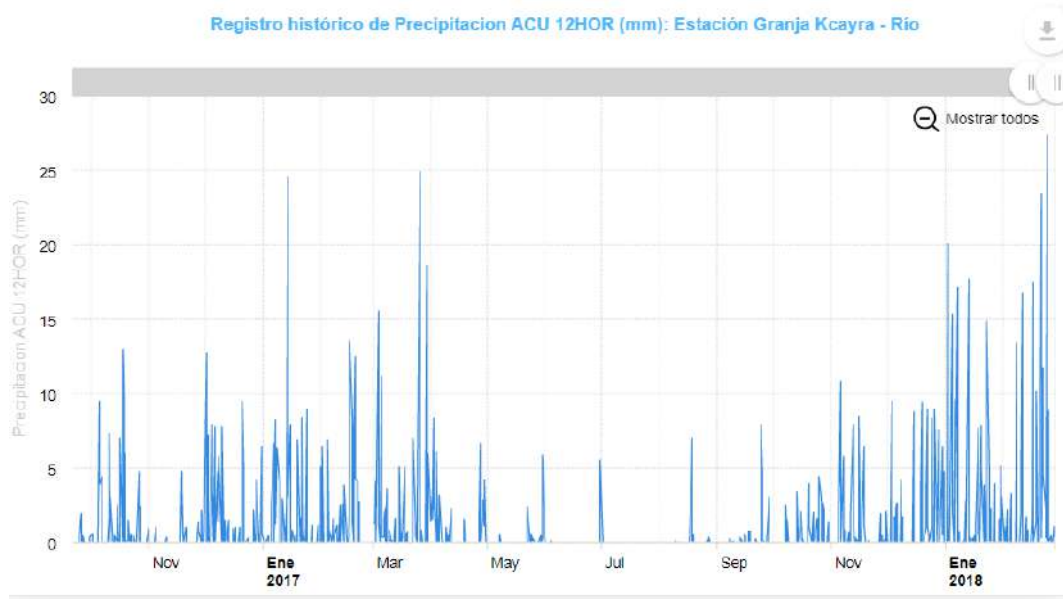
La misma que se encuentra en la zona de estudio, para el análisis de las precipitaciones máximas en 24 hrs se ha tomado en cuenta y las mismas se muestran en el sgute grafico:

Figura 6. Histograma de precipitaciones máximas registradas en 24 horas, estación Granja Kayra



Fuente: SNIRH

Figura 7. Histograma de precipitaciones de enero a diciembre del 2017



Fuente: SNIRH-2017

2.2.2. Régimen de precipitación estacional

Las características estacionales del clima en el ámbito de la zona de estudio, se manifiestan principalmente en la variación de los regímenes de las precipitaciones. En el siguiente cuadro se presenta el promedio multi-mensual de la precipitación total de la estación que se encuentra en el ámbito influencia, asimismo en el grafico se aprecia la variación de la precipitación. El comportamiento de la precipitación de la estación meteorológica considerada en la presente evaluación, de acuerdo a los periodos de lluvia, se detallan a continuación.

Cuadro 3. Precipitación Promedio Mensual

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
25.77	24.81	19.56	13.72	2.92	2.96
Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1.76	2.87	6.7	12.89	18.71	21.93

Fuente: Senamhi

Figura 8. Precipitaciones promedio mensuales



Fuente: Senamhi

2.2.3. Umbrales de Precipitación

De acuerdo al IPCC (Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis). Un fenómeno meteorológico extremo es un evento “Raro” en un lugar y momento determinado. Las definiciones de raro varían, pero en general hay consenso de que las precipitaciones que superan el percentil 90, calculado de los días con precipitación acumulada diaria mayor a un (1) mm ($RR > 1\text{mm}$) son considerados como días lluviosos; muy lluviosos las precipitaciones que superan el percentil 95. Mientras que extremadamente lluviosos (Extremadamente fuertes), los que superan el percentil 99. Esta clasificación es más de “abundancia” que, de intensidad orientada para tener un criterio común a la hora de clasificar un total acumulado en 24 horas, más que de evaluar la intensidad de la precipitación, aunque indirectamente lo hace.

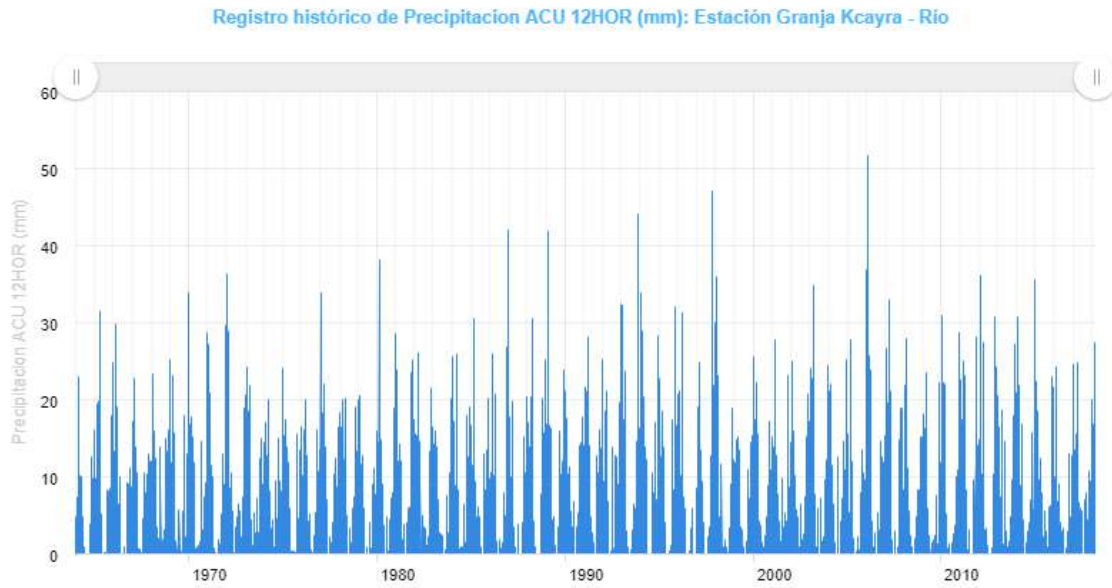
Para el cálculo de umbrales de precipitación, el SENAMHI utilizó la metodología descrita en la nota técnica **001-SENAMHI-DGM-2014** “Estimación de umbrales de precipitación extremas para la emisión de avisos meteorológicos”.

Cuadro 4. Umbrales de precipitación de la estación Granja Kayra

UMBRALES DE PRECIPITACION	Características de las lluvias extremas	Umbrales calculados para la estación Granja Kayra
$RR/\text{día} > 99p$	Extremadamente lluvioso	$RR > 26.7 \text{ mm}$
$95p < RR/\text{día} \leq 99p$	Muy lluvioso	$16.5 \text{ mm} < RR \leq 26.7 \text{ mm}$
$90p < RR/\text{día} \leq 95p$	Lluvioso	$12.5 \text{ mm} < RR \leq 16.5 \text{ mm}$
$75p < RR/\text{día} \leq 90p$	Moderadamente lluvioso	$6.8 \text{ mm} < RR \leq 12.5 \text{ mm}$

Fuente: Senamhi-umbrales y precipitaciones absolutas 2014

Figura 9. Registro de precipitaciones



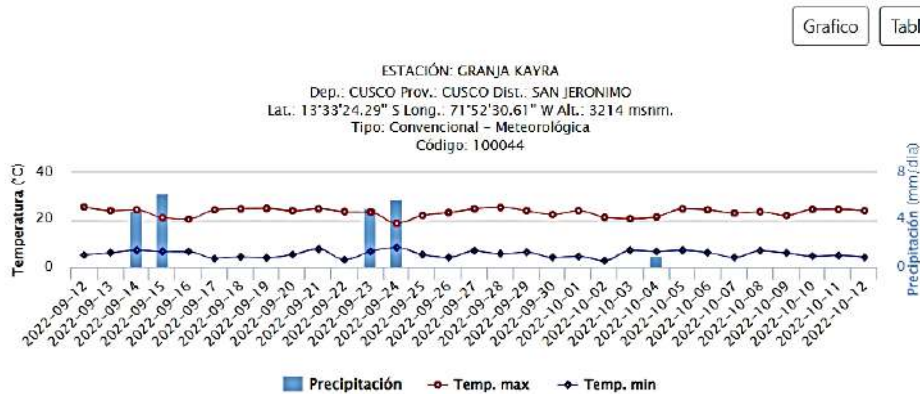
Fuente: SNIRH

Del análisis de registro de precipitaciones máximas en 24 horas (ppmax24h), de la estación meteorológica Granja Kayra del año 1964 al 2013, se ha considerado un evento de 40.2 mm que ocurrió en el mes de febrero del año 2010, este evento extraordinario corresponde a la categoría de extremadamente lluvioso con umbrales de precipitación mayores a los 26.7 mm con percentil RR/día >99p.

2.2.4. Temperatura

según el registro de la estación meteorológica de la Granja Kayra, con data desde el año 1964 al 2013, el mayor valor de temperatura máxima media mensual corresponde al mes de octubre con 19.0 °C, y el menor valor de temperatura media mensual es de -2.0°C.

Figura 10. Temperaturas máximas y mínimas diarias de la estación Granja Kayra



Fuente: Senamhi.



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



2.2.5. Hidrología:

2.2.5.1. *Objetivo General*

- Determinar las zonas propensas a inundaciones, mediante la simulación hidráulica.

2.2.5.2. *Objetivo General*

- Determinar los parámetros hidrológicos en la microcuenca del Rio Huanaccaure.
- Realizar el modelo hidrológico de la microcuenca del Rio Huanaccaure.
- Determinar el nivel superior de máximas crecidas y avenidas extraordinarias.
- Determinar caudales máximos para 100 años de tiempo de retorno.
- Determinar la simulación hidráulica en la Quebrada Huanaccaure.

2.2.5.2.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.

La metodología seguida para la ejecución del estudio de la quebrada de Huanaccaure, comprende básicamente una investigación de gabinete y en campo a lo largo de la quebrada y obtener mediante ello datos de:

- Levantamiento fotogramétrico LIDAR.

Debido a la extensión del área de estudio y a la presencia principalmente de árboles en los márgenes del rio Huanaccaure se utilizó un dron LIDAR, los mismos que ante un simple levantamiento topográfico con un dron RTK podría generar errores al momento de procesar las curvas de nivel en el área de estudio.

- Análisis de datos meteorológicos.

El análisis de datos se realizó a nivel de la micro cuenca del rio Huanaccaure principalmente a partir de los datos de precipitación obtenidos de la estación meteorológica Granja Kayra la misma que registra datos de precipitaciones desde el año 1963, y para un adecuado análisis meteorológico se recomienda como mínimo 20 años de registros en este caso para la zona de estudio se tomara en cuenta 30 años de registros desde el año 1983 al 2013 lo cual ayuda a evitar errores durante el análisis.

Los cuales nos ayudaran a conocer las características del área a estudiar y obtener datos para ser sometidos a cálculos y modelados en gabinete.

La investigación de gabinete busca analizar los datos previos y obtenidos en campo para con esto desarrollar el informe y llegar a concluir con el estudio de la quebrada de Huanaccaure, las actividades a realizar en gabinete son:

- Recopilación de información previa.
- Los cálculos hidrológicos e hidráulicos.
- Procesamiento de datos foto gravimétricos.
- Procesamiento para la obtención de la simulación hidráulica.
- Redacción del informe correspondiente.

2.2.5.2.2. SOFTWARES UTILIZADOS

- ArcGIS 10.6

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO

- AutoCAD
- Hidroesta 2
- HEC-HMS 4.2
- Iber 3.0
- WMS 11.0

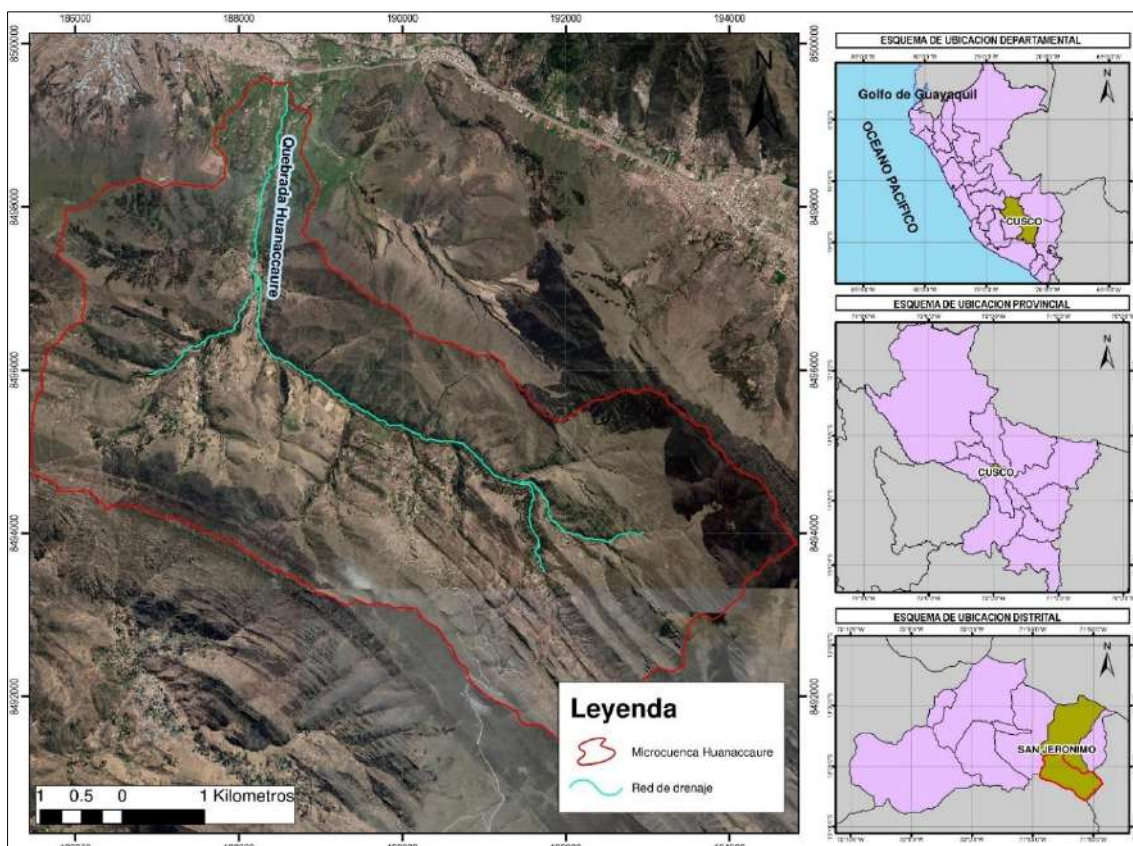
2.2.5.2. UBICACIÓN

2.2.5.2.1. Ubicación Política

Políticamente la microcuenca Huanaccaure se encuentra en el distrito San Jerónimo, Provincia Cusco y departamento del Cusco, tal como se adjuntó en el siguiente cuadro:

- Región : Cusco.
- Provincia : Cusco.
- Distrito : San Jerónimo.
- Microcuenca : Huanaccaure

Mapa 3. Ubicación política de la microcuenca Huanaccaure



Fuente: Equipo técnico.

2.2.5.2.2. Ubicación Geográfica

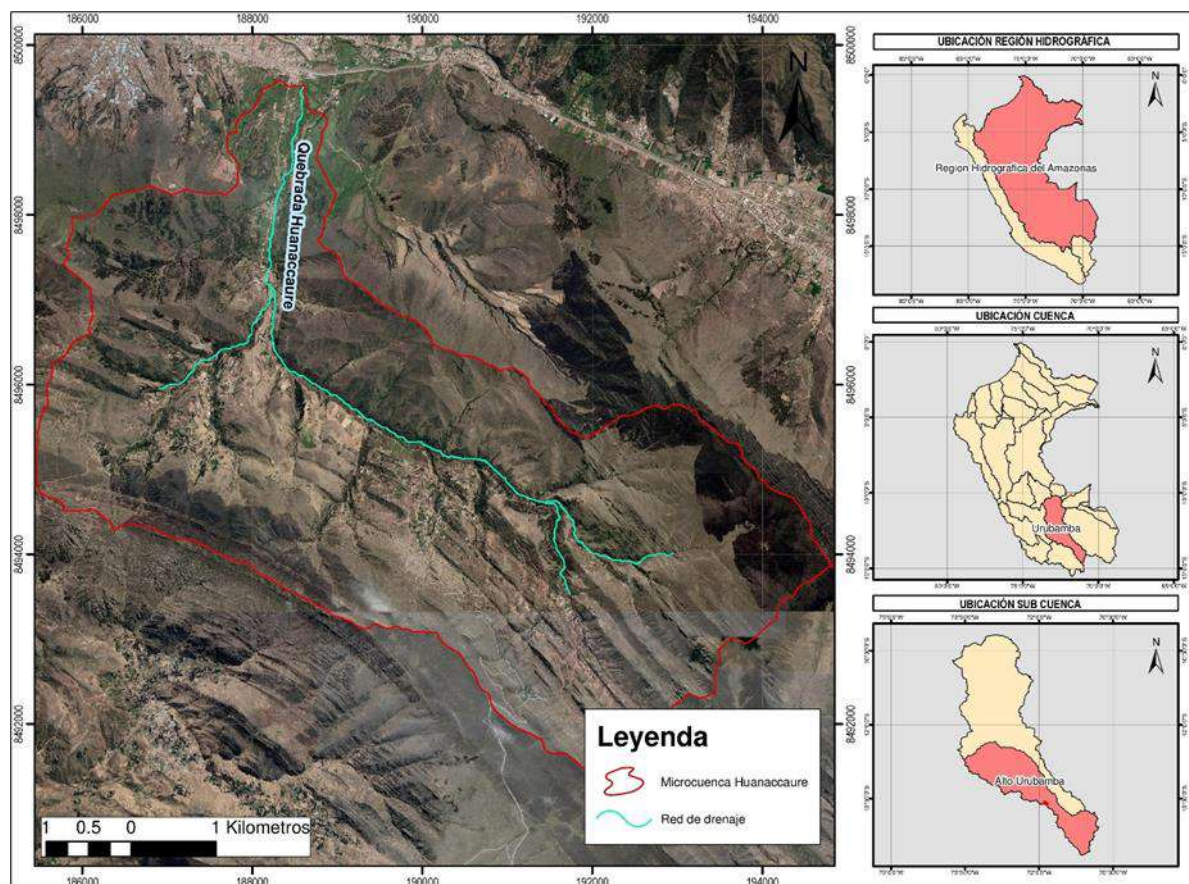
Geográficamente la microcuenca de Huanaccaure está enmarcada aproximadamente dentro de las siguientes coordenadas geográficas:

- Este : 188618.30 m
- Norte : 8499515.41 m
- Altura : 3215 m.s.n.m
- Zona : 19L
- Datum : WGS84

2.2.5.2.3. Ubicación Hidrográfica

- Cuenca : Urubamba
- Subcuenca : Alto Urubamba
- Microcuenca : Huanaccaure

Mapa 4. Ubicación Hidrográfica



Fuente: Equipo técnico.

2.2.5.3. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

2.2.5.3.1. Generalidades

Las características físicas de las cuencas son elementos que tienen una gran importancia en el comportamiento hidrológico de la misma. Dichas características físicas se clasifican en dos tipos según su impacto en el drenaje: las que condicionan el volumen de escurrimiento como el área y el tipo de suelo de las cuencas, y las que condicionan la velocidad de respuesta como el orden de corriente, la pendiente, la sección transversal, etc.

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO

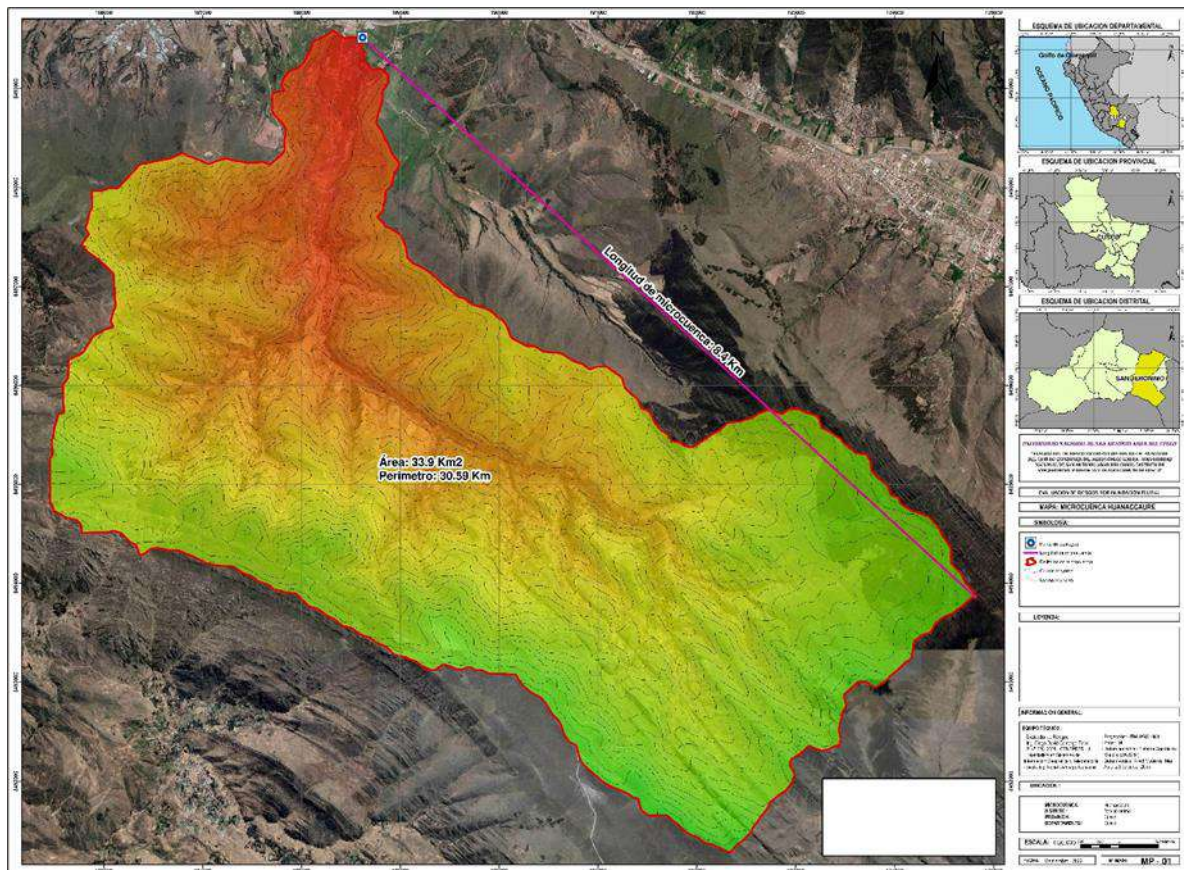
Al iniciar un estudio geomorfológico se debe empezar por la ubicación de los puntos donde existan en los ríos las estaciones de aforo, para así tener un estudio completo de las variables coexistentes en las cuencas y principalmente la división de las cuencas a obtener el resultado.

Toda cuenca en estudio debe estar delimitada en cuanto a su río principal tanto aguas abajo como aguas arriba. Aguas abajo idealmente por la estación de aforo más cercana a los límites de las cuencas en que se está interesado. (Siendo el punto de la estación el punto más bajo en el perfil del río y en el borde de la cuenca de interés). Aguas arriba por otra estación que sea el punto más alto en el perfil del río donde se incluya el área en estudio, o por las cabeceras del río si es el caso del estudio de la cuenca desde el nacimiento.

2.2.5.3.2. Delimitación de la microcuenca

La delimitación de microcuencas consiste en definir la línea de Divortium Aquarium (Divisoria de aguas), la cual es una línea curva definida por las altitudes y que tiene su punto de cierre en la zona más baja de la cuenca.

Mapa 5. Delimitación de la microcuenca Huanaccaure



Fuente: Equipo técnico.

2.2.5.3.3. Área(A)

El área de las cuencas está definida por el espacio delimitado por la curva del perímetro (P). Esta línea se traza normalmente mediante fotointerpretación de fotografía aérea en las que se aprecia el relieve (y por lo tanto las divisorias de aguas) o sobre un mapa topográfico en función

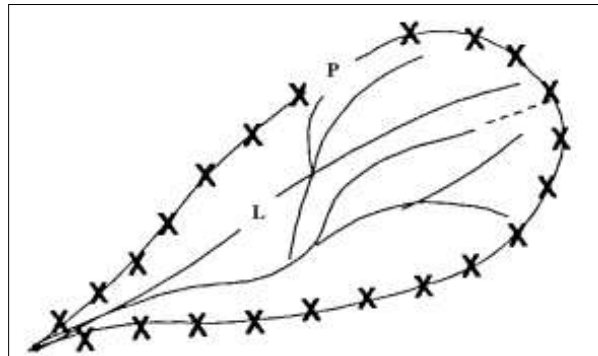
las curvas de nivel representadas. Probablemente sea el factor más importante en la relación escorrentía - características morfológicas.

La cuenca de estudio cuenta con un área de 33.9 km², siendo una cuenca muy pequeña.

2.2.5.3.4. Perímetro

El perímetro de la cuenca, que viene a ser la longitud de la divisoria de aguas que limita el área de drenaje, es de 30.59 Km, con una longitud de 8.4 km y un ancho de 4.03 km

Figura 11. Longitud y perímetro de la cuenca



Fuente: Hidrología de Máximo Villón Béjar

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P.

El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa por la letra W. De forma que:

$$W = \frac{A}{L}$$

2.2.5.3.5. Parámetro de forma

2.2.5.3.5.1. Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius

Está definido como la relación entre el perímetro de la cuenca (P en km) y la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca (A en km²):

$$A = \pi R^2$$

$$R = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$KC = 0.2821 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde R es el radio del círculo equivalente en área a la cuenca. Por la forma como fue definido: $K \geq 1$. Obviamente para el caso $K = 1$, obtenemos una cuenca circular.

La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es porque una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas superiores, dada su simetría. Sin embargo, este índice de forma ha sido criticado pues las cuencas en general tienden a tener la forma de pera.

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similitud con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO, 1985):

Cuadro 5. Coeficiente de Compacidad

RANGO	FORMA
1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda (compacta)
1.25 – 1.50	Oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	Oval Oblonga a rectangular oblonga
>1.75	Casi rectangular (alargada)

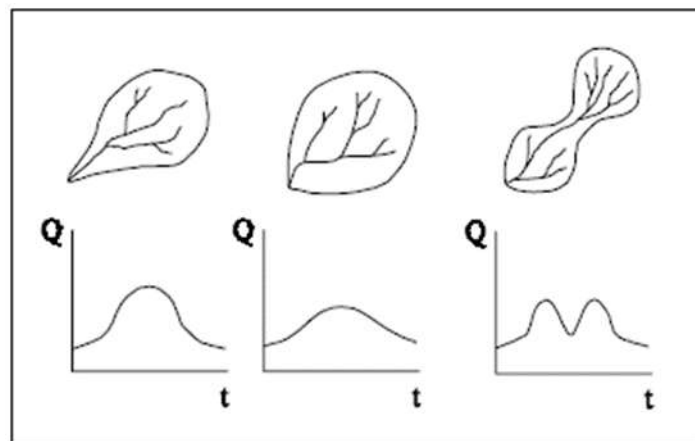
Fuente: Hidrología de Máximo Villón Béjar

Siendo así, el coeficiente de compacidad de la “Microcuenca de Huanaccaure” es $KC = 1.47$ presentando la cuenca una forma Oval redonda a oval oblonga.

2.2.5.3.5.2. factor de forma de Horton

El factor de forma es la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. La longitud axial de la cuenca (L) se mide siguiendo el curso del agua más largo desde la desembocadura hasta la cabecera más distante de la cuenca (Mejía, 2006).

Figura 12. Hidrogramas según la forma de la cuenca



Fuente: Hidrología de Máximo Villón Béjar

La forma de la cuenca afecta los hidrogramas de caudales máximos, por lo que se han hecho numerosos esfuerzos para tratar de cuantificar este efecto por medio de un valor numérico. Horton sugirió un factor adimensional de forma K_f como índice de la forma de una cuenca:

$$K_f = \frac{B}{L} = \frac{A}{L^2}$$

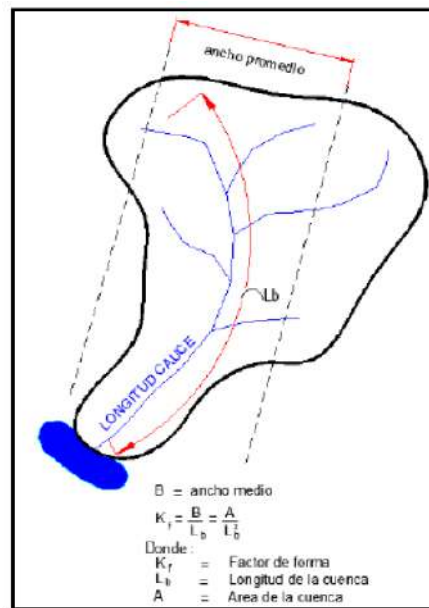
FACTOR DE FORMA	TIPO DE FORMA
1.00	Cuadrado con salida central
0.79	Circular redonda
0.50	Cuadrado con salida lateral

0.40 y 0.50	Oval
<0.30	Rectangular alargada

Fuente: Hidrología de Máximo Villón Béjar

El factor de forma de la “Microcuenca de Huanaccaure” es de 0.64, indicando que, la cuenca tiende a presentar una forma cuadrada con salida redonda a circular, presentando un flujo de agua más veloz.

Figura 13. Factor de forma de Horton



2.2.5.3.6. Parámetros de relieve

2.2.5.3.6.1. Pendiente Media de la Cuenca

La pendiente media de la cuenca constituye un elemento muy importante en el estudio de ésta, pues influye en el tiempo de concentración de las aguas en un determinado punto del cauce, por la velocidad que adquiere y la erosión que produce. Para calcularla se emplea el criterio de J.W. Alvord; otro método para calcular la pendiente de la cuenca, es a partir del MDT con un SIG.

Mediante el método del rectángulo equivalente obtenemos la pendiente media de la cuenca 0.39 m/m.

2.2.5.3.6.2. Altitud Media de las Cuencas

La altura o elevación media de la cuenca tiene importancia principalmente en zonas montañosas, pues nos da una idea de la climatología de la región, basándonos en un patrón general climático de la zona. La elevación promedio está referida al nivel del mar. La elevación media de la cuenca se obtiene a partir de la curva hipsométrica, o también mediante imágenes rasterizados a partir de los modelos de generación DEM.

La altitud media de la microcuenca es de 3801.62 msnm

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO

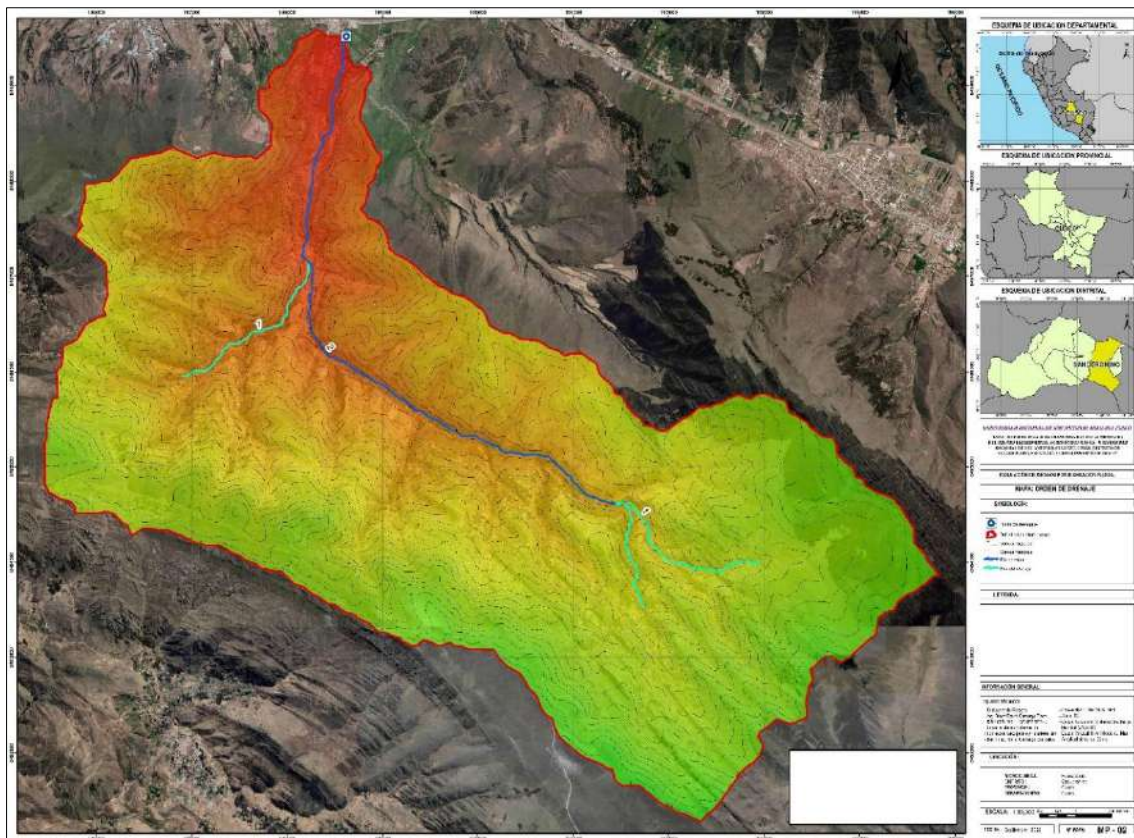
2.2.5.3.7. Parámetros de drenaje

La forma en que estén conectados los ríos en una cuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación. Se han desarrollado una serie de parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del drenaje en la escorrentía superficial directa. El orden de los ríos es uno de ellos. Uno de los criterios para determinar el orden de los ríos en una cuenca es el definido por el modelo de STRAHLER. Según este modelo se toman como canales de primer orden todos aquellos que no tengan afluentes. Cuando se unen dos canales de primer orden forman un canal de segundo orden y así sucesivamente.

2.2.5.3.7.1. Numero de Orden

El número de orden muestra el grado de ramificación de los ríos de una cuenca. Según Strahler (1952), todo cauce sin afluentes es de orden 1 y en la confluencia de dos cauces de orden n se origina un segmento de cauce de orden $n+1$. Es así que, la cuenca de estudio presenta un número de orden 2.

Mapa 6. Numero de orden



Fuente: equipo técnico

2.2.5.3.7.2. Densidad de drenaje (Dd)

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua: perennes, intermitentes o efímeros de la cuenca y el área total de la misma. Representa la cantidad de kilómetros de curso que existe por cada unidad de superficie.

$$Dd = \frac{L_T}{A}$$



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Según el rango de valores de densidad de drenaje establecidos por Mejía (2006), y lo señalado por Fajardo (2011), la cuenca de estudio presenta una densidad de drenaje de 1.28 km/km² indicando de moderada a baja.

2.2.5.3.8. Curva Hipsométrica

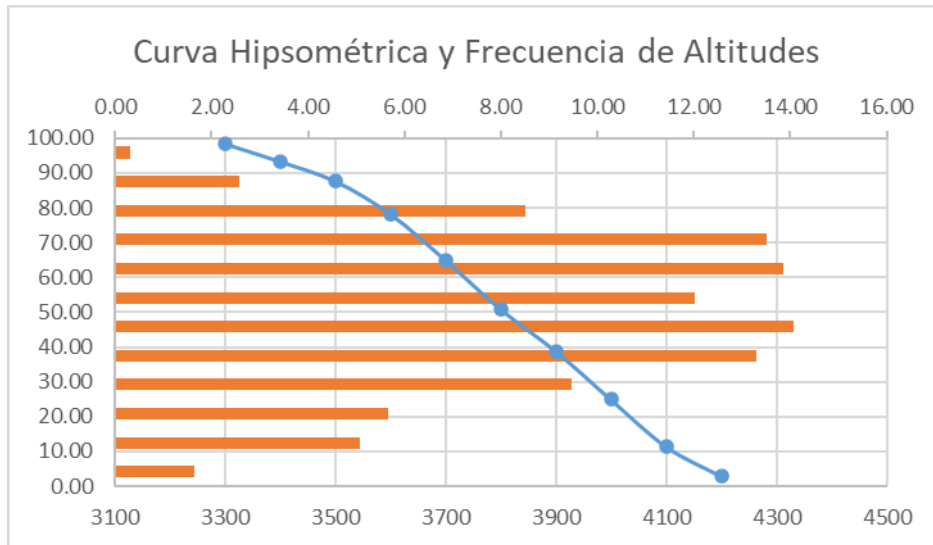
La curva hipsométrica es la representación gráfica del relieve medio de una cuenca. Representa el estudio de la variación de la elevación de las diferentes superficies de la cuenca con referencia al nivel medio del mar. Esta variación puede ser indicada por medio de un gráfico que muestra el porcentaje del área de drenaje que existe por encima o por debajo de las diferentes elevaciones o cotas. (Mejía, 2006, p.50). A continuación, se presenta el cálculo realizado para la determinación de la curva hipsométrica correspondiente a la “Microcuenca Huanaccaure”.

Cuadro 6. Valores para el calculo de la curva Hipsometrica

	Cota mas Baja	Cota mas Alta	Área Parcial (km ²) (Si)	Altitud Media de Cada Área Parcial (Hi)	(Si)*(Hi)	Áreas Acumuladas	Areas que Quedan Sobre las Altitudes	% del Total	% Total que Queda Sobre la Altitud
1	3256	3300	0.56	3278	1835.68	0.56	33.29	1.65	98.35
2	3300	3400	1.72	3350	5762	2.28	31.57	5.08	93.26
3	3400	3500	1.92	3450	6624	4.2	29.65	5.67	87.59
4	3500	3600	3.2	3550	11360	7.4	26.45	9.45	78.14
5	3600	3700	4.5	3650	16425	11.9	21.95	13.29	64.84
6	3700	3800	4.76	3750	17850	16.66	17.19	14.06	50.78
7	3800	3900	4.07	3850	15669.5	20.73	13.12	12.02	38.76
8	3900	4000	4.69	3950	18525.5	25.42	8.43	13.86	24.90
9	4000	4100	4.57	4050	18508.5	29.99	3.86	13.50	11.40
10	4100	4200	2.88	4150	11952	32.87	0.98	8.51	2.90
11	4200	4300	0.87	4250	3697.5	33.74	0.11	2.57	0.32
12	4300	4342	0.11	4321	475.31	33.85	0	0.32	0.00

Fuente: equipo técnico

Figura 14. Curva hipsométrica y Frecuencia de altitudes

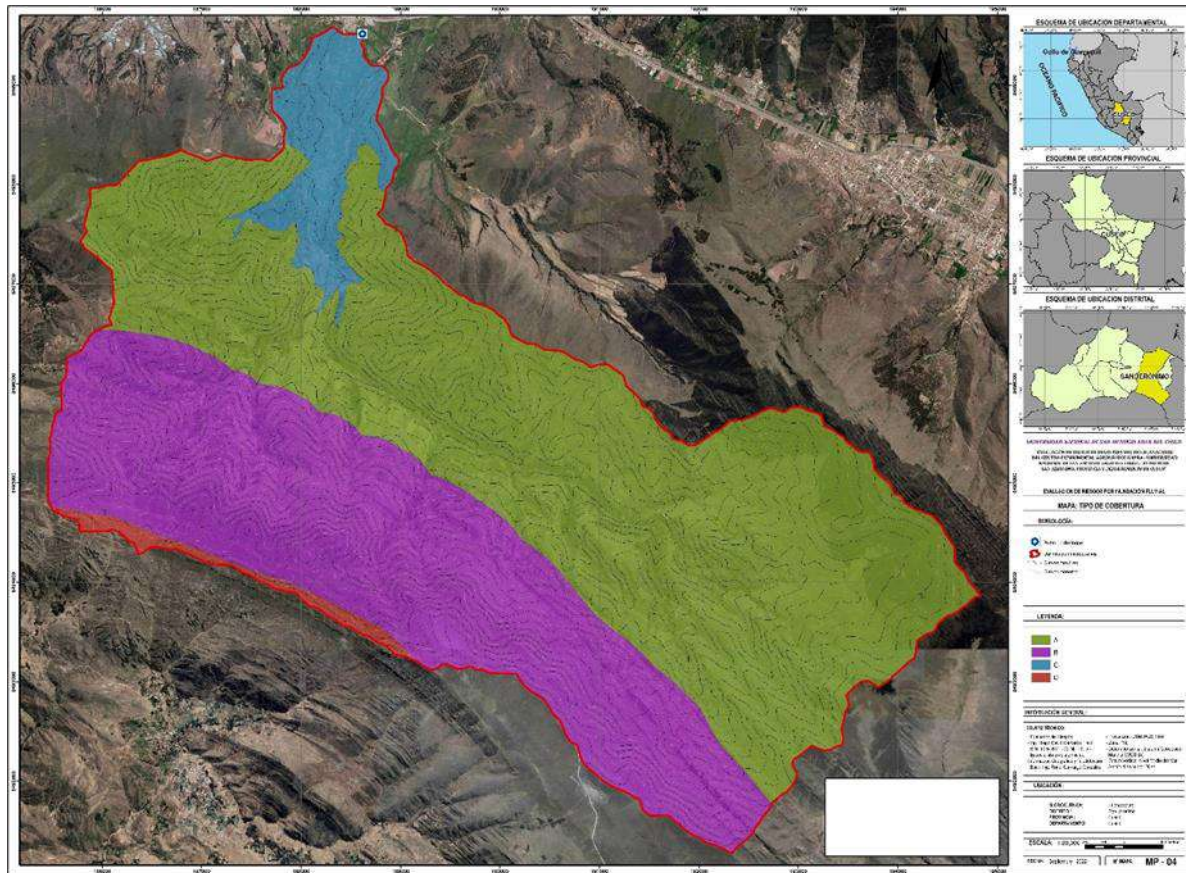


Fuente: equipo técnico

2.2.5.3.9. Cobertura

Se presenta la cobertura que es la clasificación hidrológica de los suelos según USDA y esta con la ayuda de la imagen satelital extraída del SASplanet se ajustó, en la que se diferencia una cobertura de suelo A que son suelos con bajo potencial de escorrentía, suelo B con moderadamente bajo potencial de escorrentía, suelo C con moderadamente alto potencial de escorrentía, suelo D con alto potencial de escorrentía.

Mapa 7. Cobertura

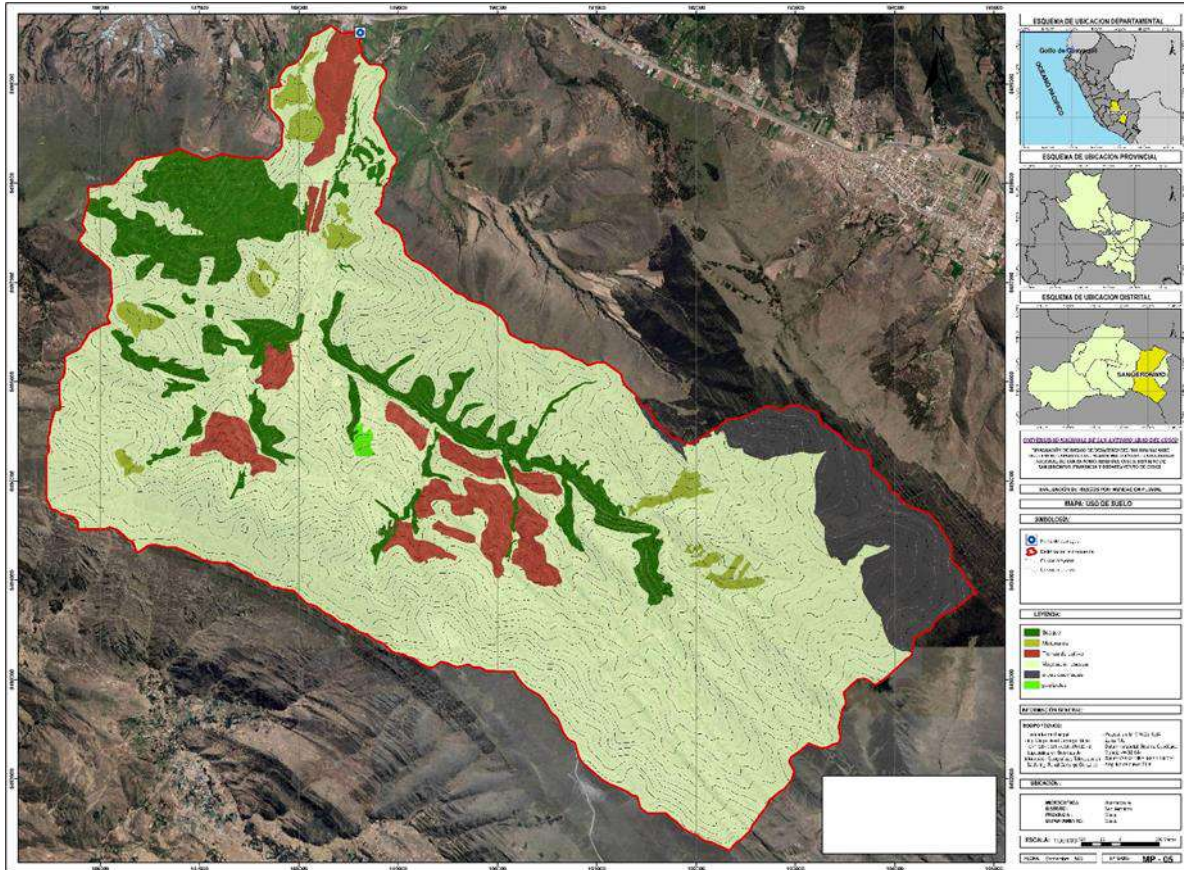


Fuente: equipo técnico

2.2.5.3.10. Uso de Suelo

El uso de suelo se mapeo en base a la información de la FAO y esta con la ayuda de la imagen satelital extraída del SASplanet se ajustó, en la que se diferencia una cobertura por cuerpos de agua, bosques, matorrales, pastizal o pradera, etc.

Mapa 8. Uso de Suelos



Fuente: equipo técnico

2.2.5.4. ANALISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION METEOROLOGICA

2.2.5.4.1. Ubicación de las estaciones meteorológicas

Cuadro 7. Ubicación de las estaciones meteorológicas

TIPO DE ESTACION	TIPO DE SUBESTACION	AÑO DE INICIO	NOMBRE	X	Y	Z	PP MAX
Climática	Climática Ordinaria	1983	Granja K'ayra	18882 9.9	849945 0.7	32 14	44.10

Fuente: Senamhi

2.2.5.4.2. Análisis de la información Meteorológica

Para este análisis se usaron las precipitaciones máximas anuales de 30 años de la estación meteorológica de K'ayra cercanas a la microcuenca, la cuales ya fueron procesadas y están libres de saltos.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1983	17.4	21.4	13.1	7.5	2.8	2.6	0.5	0.5	4.4	8.2	10.5	20.7
1984	36.5	19.4	14.3	25.9	0	0.9	1	7	2.1	18.6	9.6	31.4
1985	18.1	31.2	24.6	5	6.2	4.8	0.9	0	13	13.1	13.6	20.1
1986	12.5	26.2	14.5	20.8	2.8	0	1.8	2.6	3.4	8	18	27.5



**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO,
DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO**



1987	42.1	11.2	19.9	4.4	1	0.8	4.6	0	4.1	4.9	18	20.4
1988	28.4	14.3	35.2	23.8	1.8	0	0	0	7.7	20.2	18.4	25.2
1989	21.2	41.9	15.5	16.3	3.6	6.1	0	3.8	16	11.5	14	24.1
1990	26.5	20.3	11.3	8.9	3.6	9.3	0	3.6	5.3	14	14.5	19.5
1991	25.5	37.6	37.1	14.2	4.8	2.7	1.5	0	12.8	13.4	17.5	25.2
1992	13.9	18.8	21.2	6.8	0	19.1	0	14	5.2	16.2	22.6	15.4
1993	48.5	17.4	24.2	2.9	0.9	0	1.5	5.3	6.9	14.6	15.6	44.1
1994	39.6	30	20.4	12.3	8.6	0	0	0	10.5	17.4	7.1	28.3
1995	23.2	18.5	14.3	6.8	0	0	0.4	1.2	19.8	8.3	34.6	20.7
1997	20.1	18.2	24.9	9.5	4.1	0	0	3.5	5.1	12.9	47	30
1998	35.9	23.1	4.9	11.7	1	1.9	1.76	1.5	3.3	11.1	18.9	14.1
1999	12.7	14.9	17	13.6	1.3	3.2	1	0	10.9	7.2	19.3	16.4
2000	25.5	24.9	22.6	5.7	0.8	4.5	1.5	2.4	4.9	9.5	17.3	11.4
2001	15.6	31	21.4	10.6	4.3	0	9.9	3.6	5.4	15.9	23.1	11.6
2002	21.2	25.1	13.5	8.1	5.7	1	6.9	2.4	2.6	15.2	26.7	23.5
2003	24.6	24	18	39.1	1	6.4	0	10.8	1.7	10.2	7	23.4
2004	24.5	30.8	12.6	6.4	1.4	12.6	8	4.9	7.3	14.7	11	25.2
2005	23	24.81	27.8	23.2	2	0.4	1.2	2.2	2.1	13.6	11.7	17.2
2006	37.3	51.6	26.4	30.2	0.2	4	0	5.4	4.1	15	12.6	15.3
2007	26.7	13.7	19.7	32.9	3.4	0	3	0	1	14.9	18.9	16.9
2008	25.6	27.9	11.2	5.6	2.8	1	0	2	8.3	11.2	24.5	16.4
2009	27.8	17.8	23.6	5.9	2.5	0	1.8	0.4	7.6	2.2	24.1	11.9
2010	41.2	25.7	25.7	5.1	1.3	0	1.4	2.6	3	18.6	10.9	35.9
2011	22.6	22	25	15.6	1.7	3.2	3	0	9.6	18.9	29.8	14.6
2012	14.8	39.5	8.1	28.4	3.4	1.2	0	0.1	10.3	9.2	30.7	24.3
2013	20.5	21.1	18.7	4.5	14.6	3	1	6.2	2.7	17.9	13.7	27.2
N° Reg.	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Prom.	25.77	24.81	19.56	13.72	2.92	2.96	1.76	2.87	6.70	12.89	18.71	21.93
Max.	48.5	51.6	37.1	39.1	30	30	30	30	30	30	47	44.1
Min.	12.5	11.2	4.9	2.9	0	0	0	0	1	2.2	7	11.4

Fuente: Senamhi

2.2.5.5. DETERMINACION DE LA TORMENTA DE DISEÑO

2.2.5.5.1. Periodo de Retorno.

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada "T" años, se le denomina Período de Retorno "T". Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de

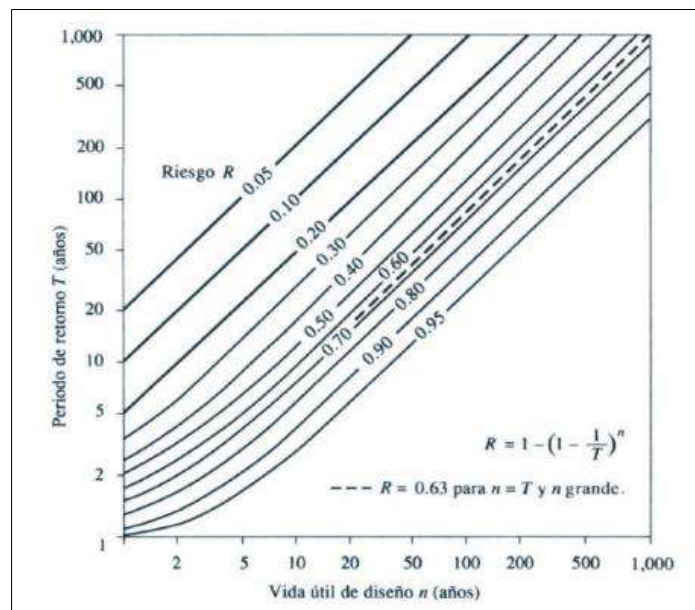
magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra.

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n$$

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

Figura 15. Riesgo por una excedencia del evento de diseño durante la vida util



Fuente: (Hidrología Aplicada (Ven te Chow)

Los valores de tiempo de retorno a considerar para el análisis de inundación son de 100 años.

2.2.5.5.2. Obtención del hietograma de diseño

Un hietograma es la distribución temporal de la intensidad o de la profundidad de una precipitación a lo largo de la duración del episodio tormentoso. Y es que con los modelos hidrológicos existentes en la actualidad no es suficiente conocer la precipitación máxima de una tormenta, sino, que se precisa saber cómo evoluciona esa precipitación a lo largo del tiempo.

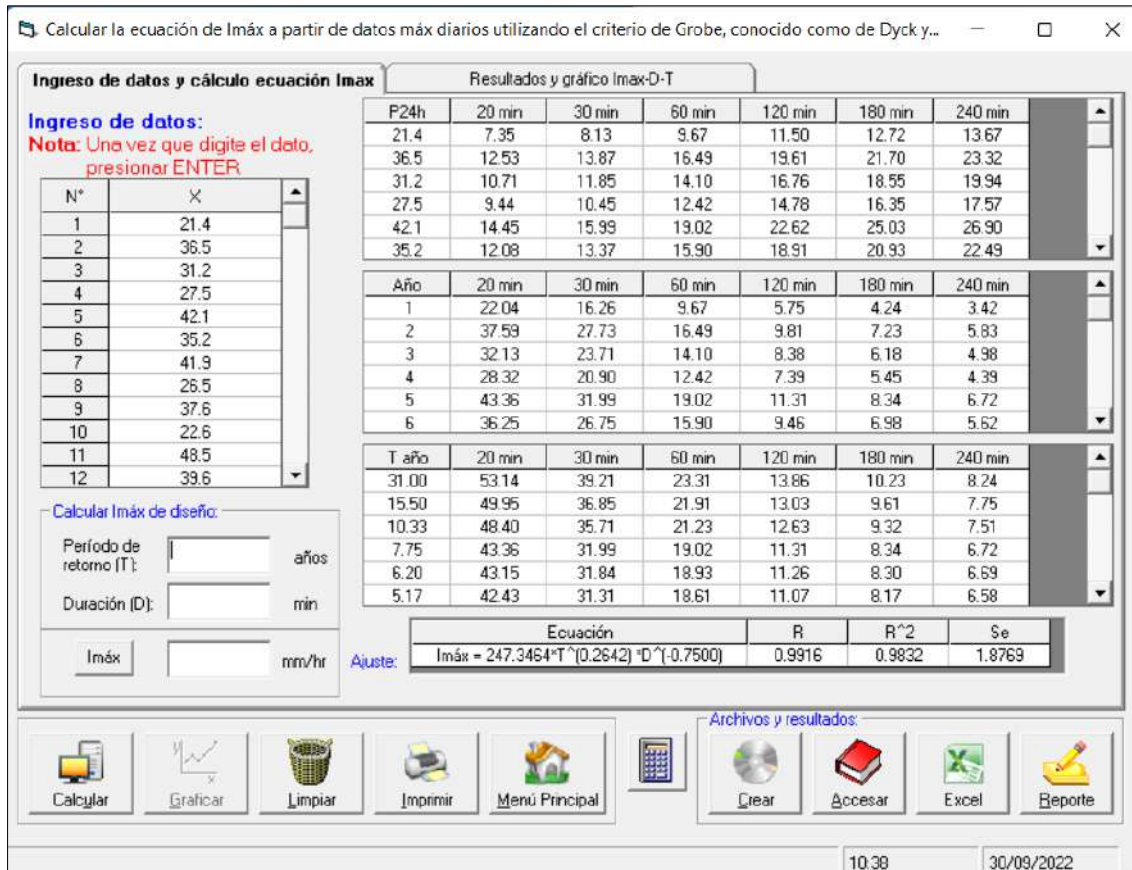
Para ello se requiere poder distribuir a lo largo del tiempo de duración de la precipitación sus diferentes intensidades o profundidades. Cuando se habla de intensidad se refiere a mm de precipitación por hora, y cuando se habla de profundidad se refiere a cantidad o volumen precipitado en mm.

Una tormenta de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta.

Para determinación del patrón de tormenta del proyecto se utilizó la SCS tipo II sin bloques alternos diseño sería recomendable para contar con información obtenida a través de las precipitaciones máximas 24 horas.

Para calcular la intensidad máxima si hizo uso del software Hidroesta V.2.0 en donde se calculó la ecuación de intensidad máxima a partir de datos máximos diarios utilizando el criterio de Grobe conocido como Dyck y Peschke, para ello se usó el registro histórico de 30 años de precipitaciones máximas diarias. Cuyos resultados se muestran en la siguiente imagen.

Figura 16. Cálculo de la intensidad máxima



Fuente: Hidroesta V.2.0

Con el software Hidroesta V.2.0 se calculó la intensidad máxima para duraciones de 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 para un tiempo de retorno de 100 años

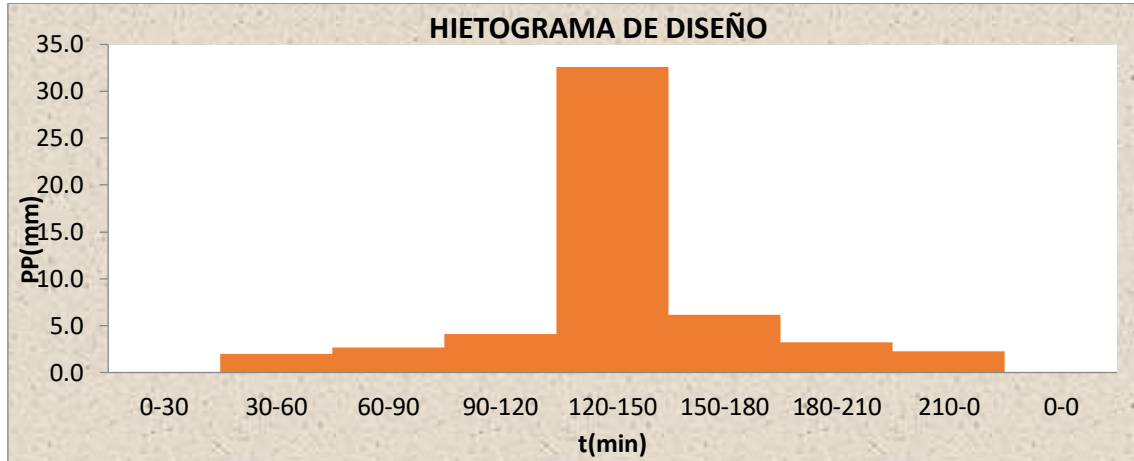
Cuadro 8. Intensidades para distintas duraciones

D(MIN)	I(MM/H)
30	65.1
60	38.7
90	28.6
120	23.0
150	19.5
180	17.0
210	15.1

Fuente: Hidroesta V.2.0

Del cuadro anterior se obtuvo el hietograma de diseño para un tiempo de retorno de 100 años tomando en cuenta una tormenta de 3.50 horas de duración y un intervalo de duración de 30 minutos.

Figura 17. Hietograma para tiempo de retorno de 100 años.



Fuente: Equipo técnico

2.2.5.5.3. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h), que puede expresarse como:

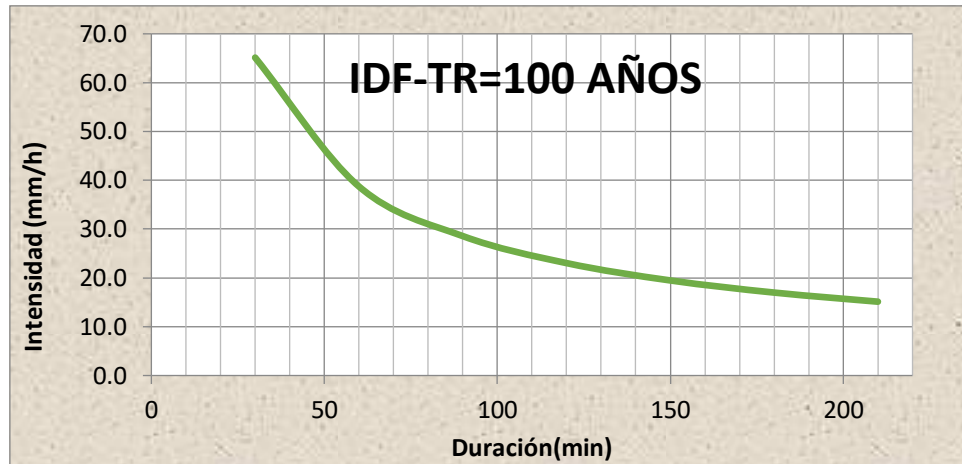
$$i = \frac{P}{Td}$$

Donde P es la profundidad de lluvia (mm) y Td es la duración, dada usualmente en horas. La frecuencia se expresa en función del período de retorno, T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño.

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

Para determinar estas curvas IDF se usó el software Hidroesta V.2.0 con el cálculo de las intensidades máximas para diferentes duraciones 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 minutos para un tiempo de retorno 100 años con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel se calculó la curva de intensidad duración y frecuencia cuyo resultado se muestra en el siguiente gráfico.

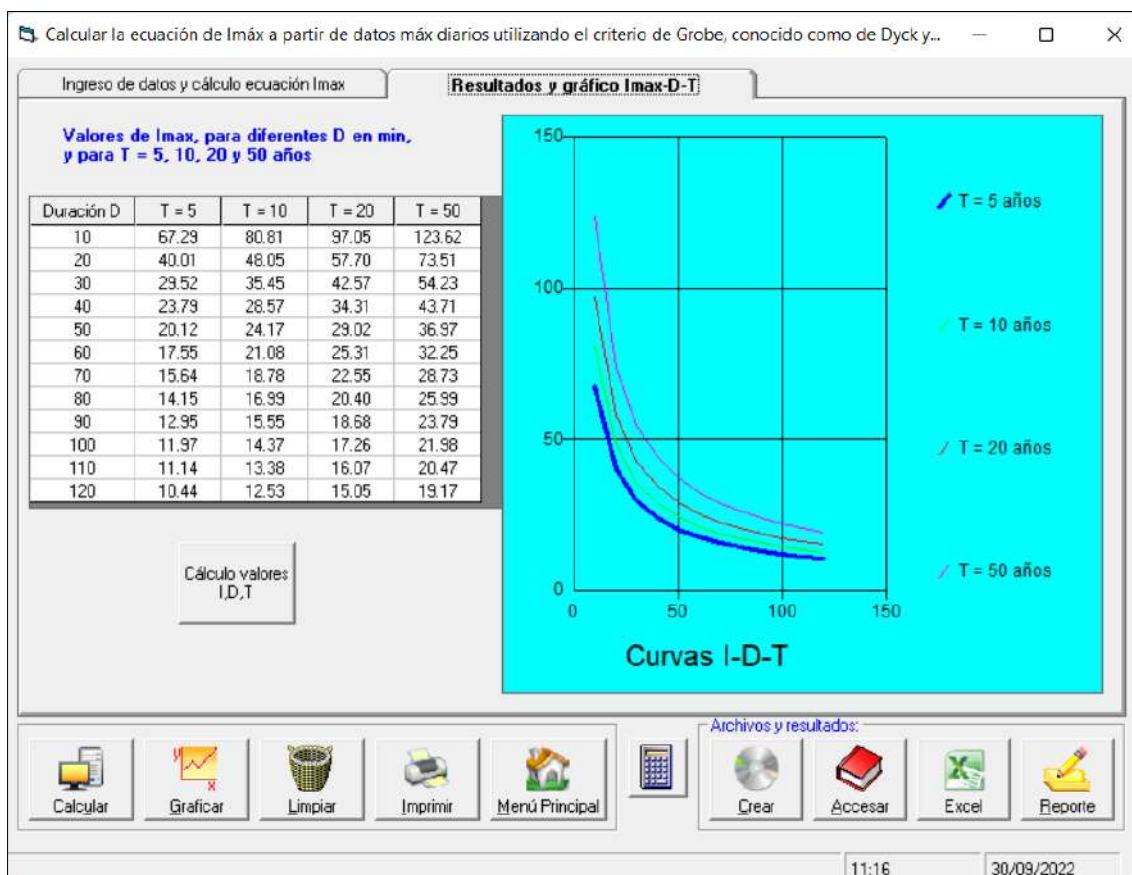
Figura 18. Curva IDF para periodo de retorno de 100 años



Fuente: Equipo técnico

Además de ello el software Hidroesta V.2.0 por defecto calcula las curvas IDF para periodos de retorno de 5, 10, 20 y 50 años. Cuyo resultado se muestra en la siguiente imagen.

Figura 19. Calculo de IDF para los distintos periodos de Retorno



Fuente: Equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



2.2.5.6. CAUDALES MAXIMOS-MODELAMIENTO HIDROLOGICO

2.2.5.6.1. Modelo de precipitación – escorrentía con software HEC-HMS Y WMS

Las avenidas máximas, en la cuenca alta fueron calculadas utilizando el modelo HEC-HMS y WMS.

El modelo HEC-HMS, de dominio público, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-1, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interface gráfica de usuario que facilita las labores de pre proceso y pos proceso y la posibilidad mediante HEC GeoHMS de conectar con el sistema de información geográfica ArcGIS. La aplicación incluye un modelo precipitación - escorrentía para la estimación de avenidas.

El modelo WMS (Watershed Modeling System) es una aplicación de software de modelado y simulación por computadora de cuencas hidrográficas de Aquaveo. Fue creado originalmente a principios de la década de 1990 en el Laboratorio de Ingeniería de Gráficos por Computadora de la Universidad Brigham Young

Watershed Modeling System (WMS) es una aplicación de software patentada de modelado de agua que se utiliza para desarrollar simulaciones informáticas de cuencas. El software proporciona herramientas para automatizar varios procesos básicos y avanzados de delineación, cálculo y modelado. Admite modelos hidráulicos de ríos y drenaje pluvial, parámetros agrupados, regresión, modelado hidrológico 2D de cuencas hidrográficas y se puede utilizar para modelar tanto la cantidad como la calidad del agua. A partir de enero de 2017, los modelos compatibles incluyen HEC-1, HEC-RAS, HEC-HMS, TR-20, TR-55, NFF, Rational, MODRAT, HSPF, CE-QUAL-W2, GSSHA SMPDBK y otros modelos.

El programa permite:

- Delimitación de cuenca en el entorno de WMS.
- Cálculo de parámetros morfométricos.
- Cálculo de numero de curva SCS.
- Cálculo del LagTime.
- Cálculo hidrológico de crecidas.
- Visualización gráfica de datos y resultados.
- Ejecutable en entorno Microsoft Windows.

Para el cálculo de los hidrogramas de salida el programa se vale de los siguientes tipos de modelación, el programa consta de tres partes principales

- Modelo de Cuencas
- Modelo Meteorológico
- Especificaciones Técnicas o de control

En la primera parte en el modelo de cuencas se especifica las características físicas de las cuencas; en la segunda, se introduce los datos pluviométricos y en la tercera, los tiempos computacionales.

2.2.5.6.2. Estimación de las descargas máximas

2.2.5.6.2.1. Formula de Mac-Math

En el cálculo para la zona de estudio se utilizó el método de SCS, este por ser el más adecuado y probado dentro de la región del Cusco; a continuación, se describe dicho método.

2.2.5.6.2.1.1. Descripción del método SCS

El método SCS (1982) fue desarrollado inicialmente para estimar hidrogramas de avenidas en cuencas pequeñas, como es el caso en estudio.

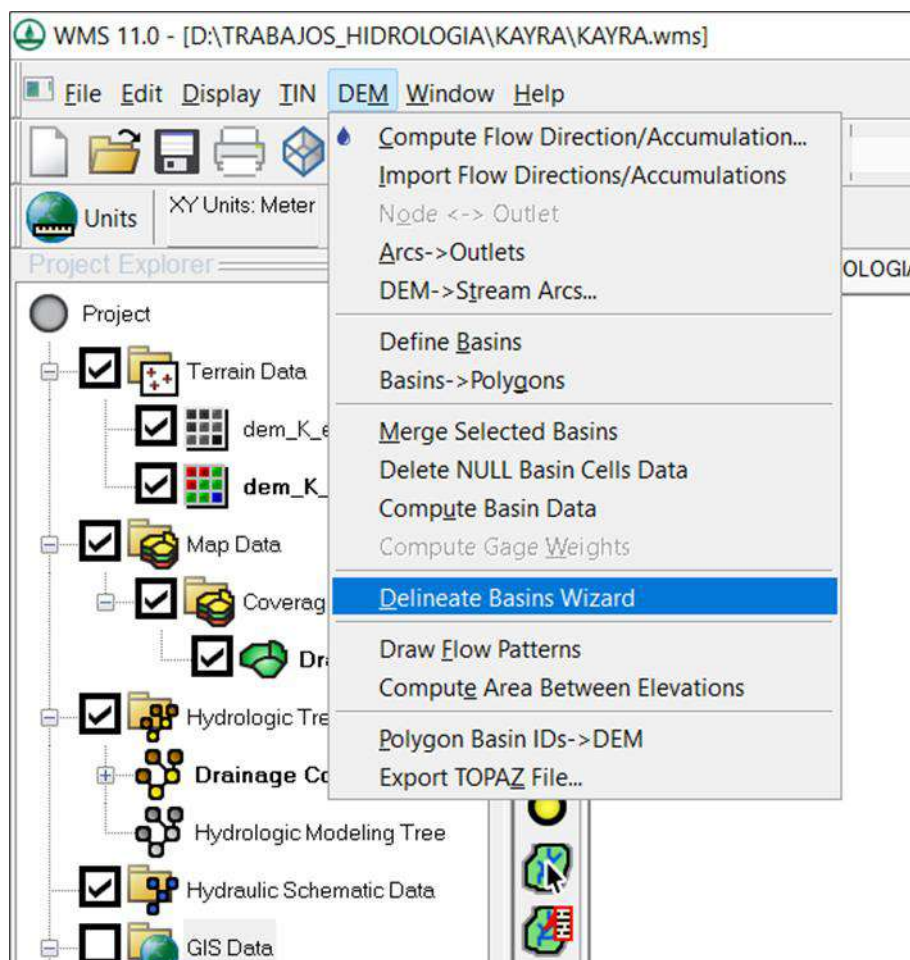
Básicamente el método consiste en estimar un hidrograma triangular unitario sintético a partir de las características físicas de la cuenca y un perfil de precipitación efectiva, los cuales convergen para producir un hidrograma compuesto de la avenida.

La definición del número de curva (CN) es un paso importante del método por su influencia en el resultado final, para la microcuenca en estudio se ha determinado 5 números de curva.

Para definir el número de curva (CN), se ha recurrido a utilizar el software WMS:

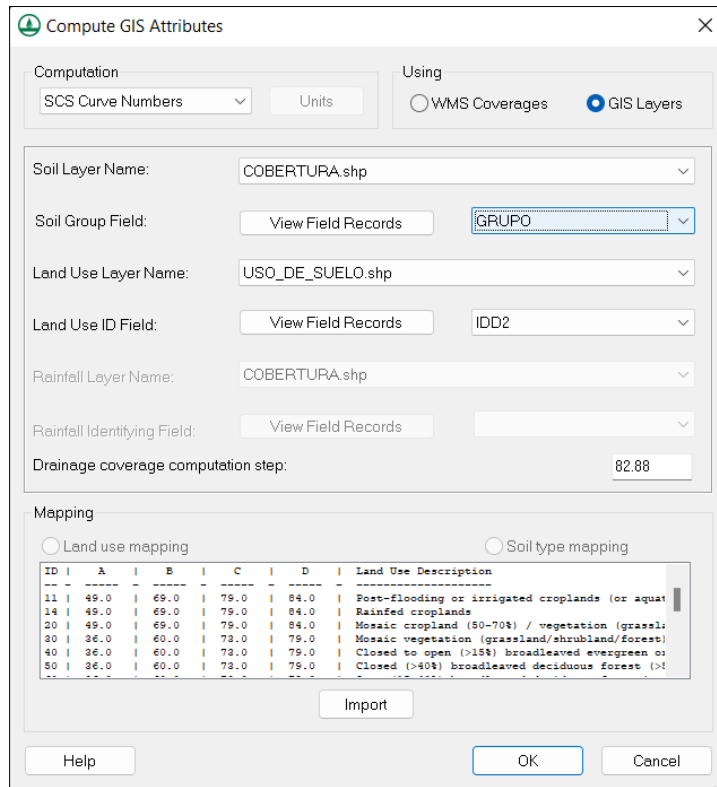
2.2.5.6.3. Sistematización en el software WMS Y HEC-HMS

Figura 20. Delimitación de cuencas con el software WMS.



Fuente: WMS cálculos

Figura 21. Determinación del Número de Curva en el software WMS



Compute GIS Attributes

Computation: SCS Curve Numbers Units

Using: WMS Coverages GIS Layers

Soil Layer Name: COBERTURA.shp

Soil Group Field: View Field Records GRUPO

Land Use Layer Name: USO_DE_SUELO.shp

Land Use ID Field: View Field Records IDD2

Rainfall Layer Name: COBERTURA.shp

Rainfall Identifying Field: View Field Records

Drainage coverage computation step: 82.88

Mapping: Land use mapping Soil type mapping

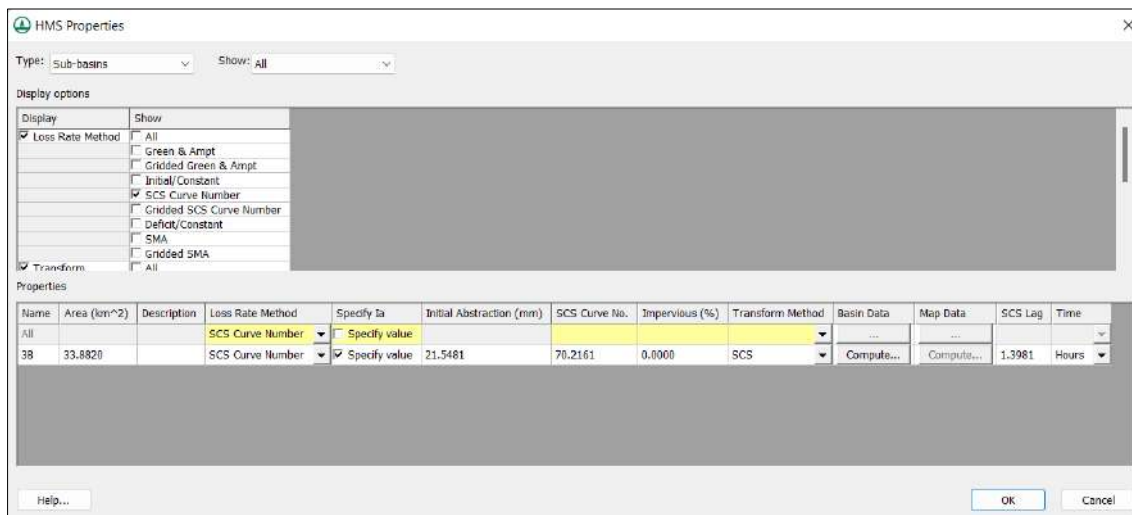
ID	A	B	C	D	Land Use Description
11	49.0	69.0	79.0	84.0	Post-flooding or irrigated croplands (or aqua...
14	49.0	69.0	79.0	84.0	Rainfed croplands
20	49.0	69.0	79.0	84.0	Mosaic cropland (50-70%) / vegetation (grassl...
30	36.0	60.0	73.0	79.0	Mosaic vegetation (grassland/shrubland/forest)
40	36.0	60.0	73.0	79.0	Closed to open (>15%) broadleaved evergreen or
50	36.0	60.0	73.0	79.0	Closed (>40%) broadleaved deciduous forest (>4...

Import

Help OK Cancel

Fuente: WMS cálculos

Figura 22. Determinación del LagTime en el software WMS y Resultados



HMS Properties

Type: Sub-basins Show: All

Display options

Loss Rate Method: All Green & Ampt Gridded Green & Ampt Initial/Constant SCS Curve Number Gridded SCS Curve Number Deficit/Constant SMA Gridded SMA

Transform: All

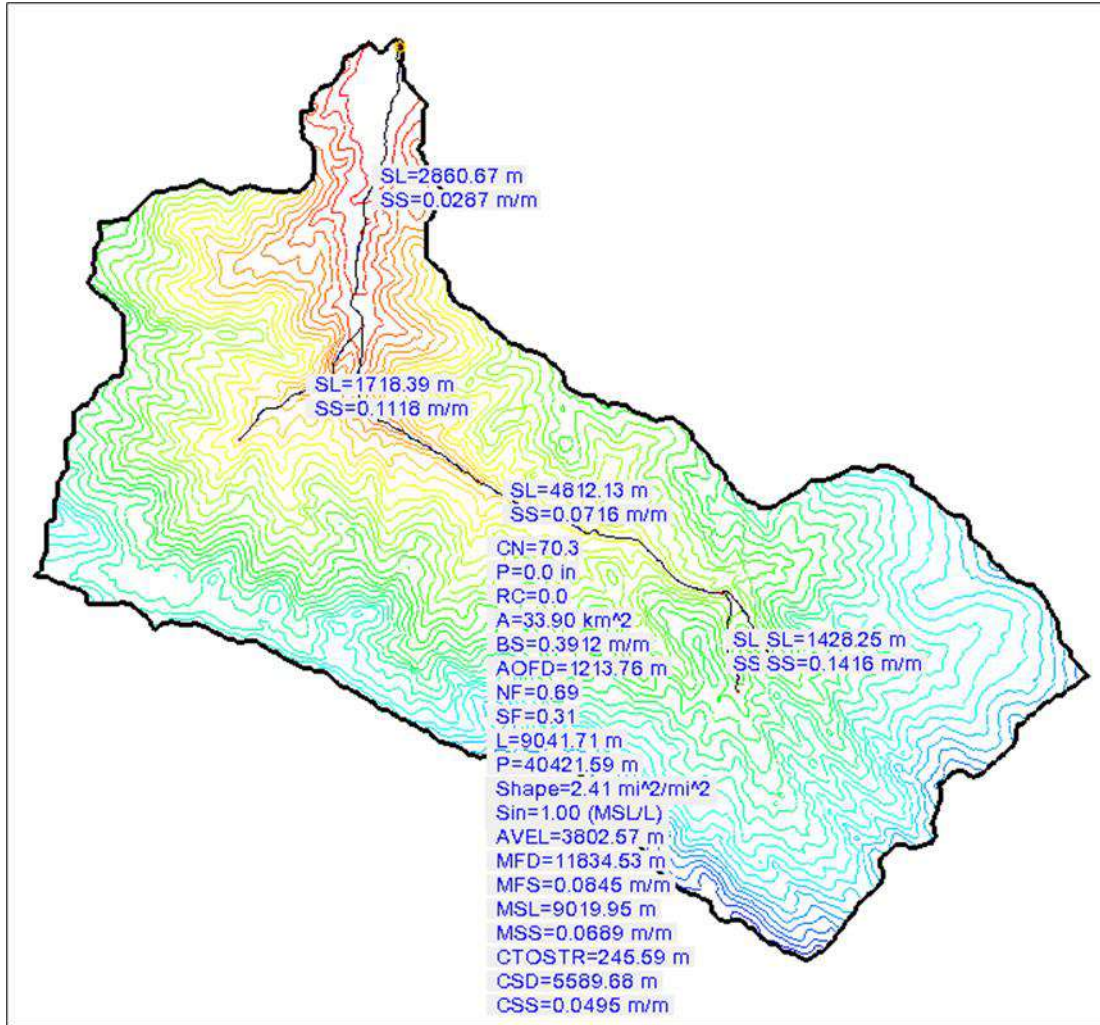
Name	Area (km ²)	Description	Loss Rate Method	Specify Ia	Initial Abstraction (mm)	SCS Curve No.	Impervious (%)	Transform Method	Basin Data	Map Data	SCS Lag	Time
All			SCS Curve Number	Specify value						
38	33.8820		SCS Curve Number	Specify value	21.5481	70.2161	0.0000	SCS	Compute...	Compute...	1.3981	Hours

Help... OK Cancel

Fuente: WMS cálculos

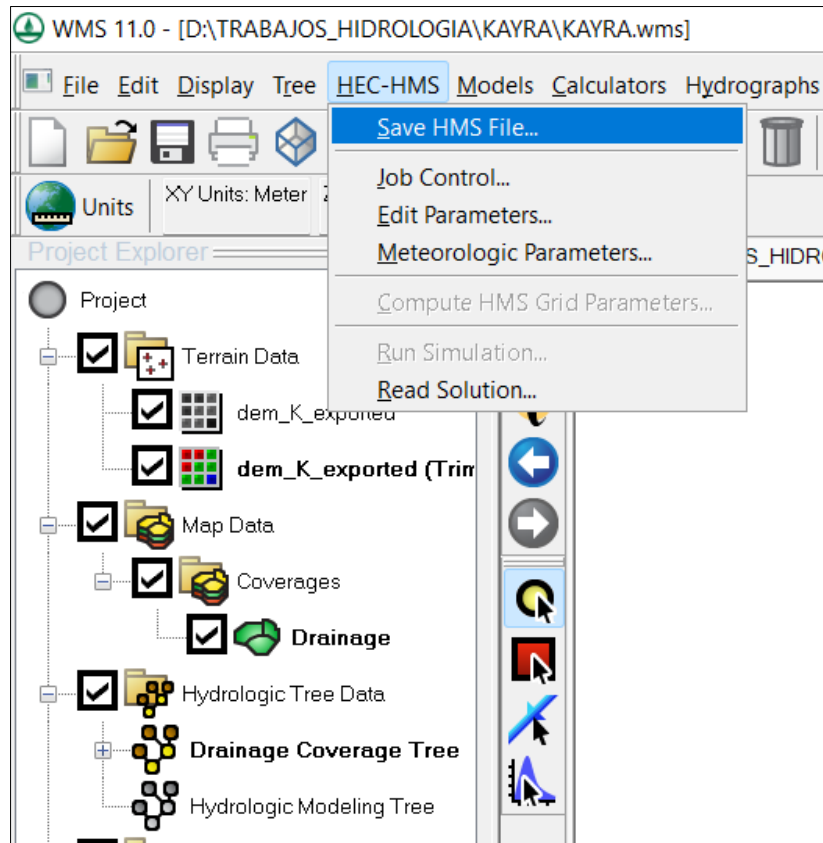
EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO

Figura 23. Entorno del resultado de todos los cálculos incluyendo los parámetros morfométricos en el Software WMS



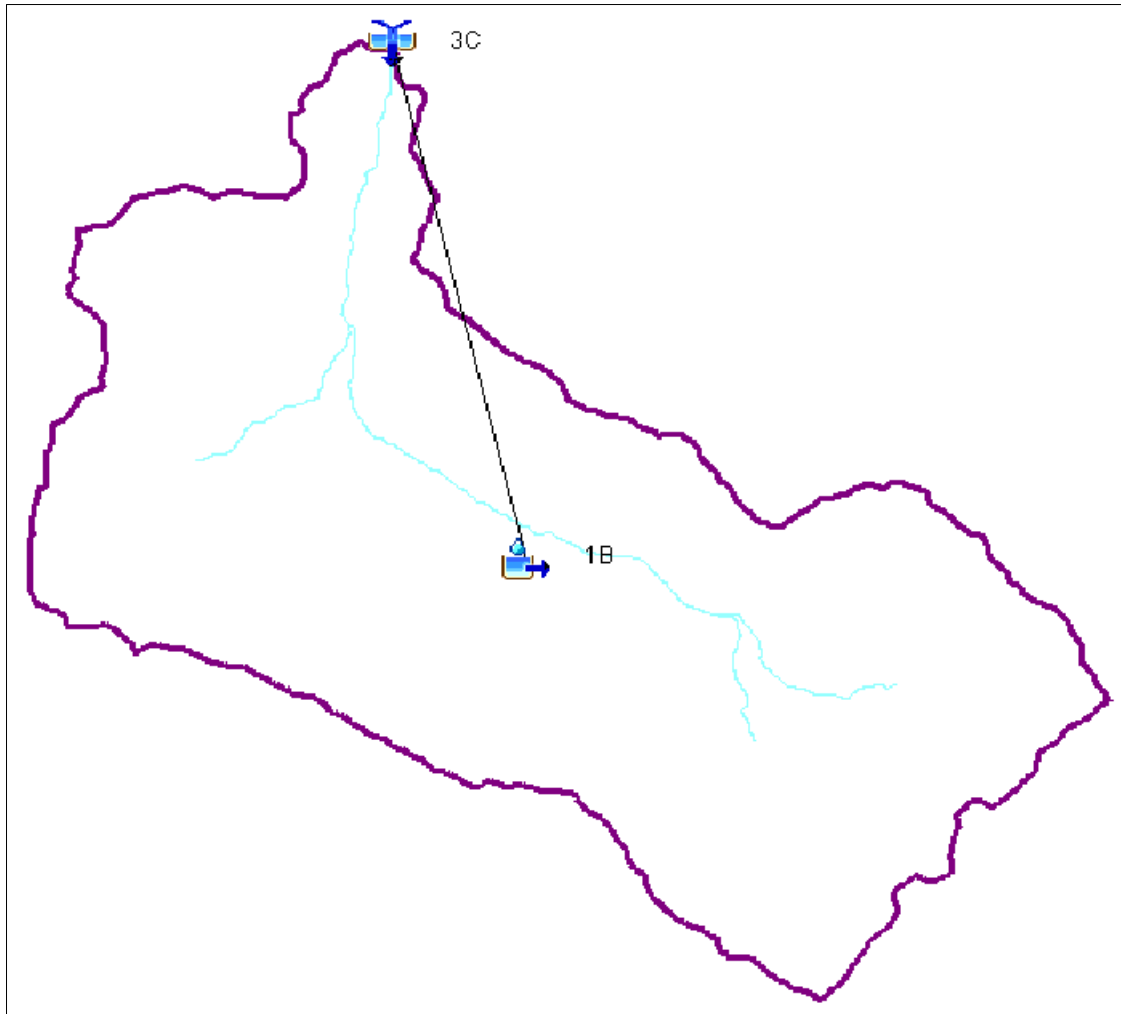
Fuente: WMS cálculos

Figura 24. Exportación al software HEC-HMS



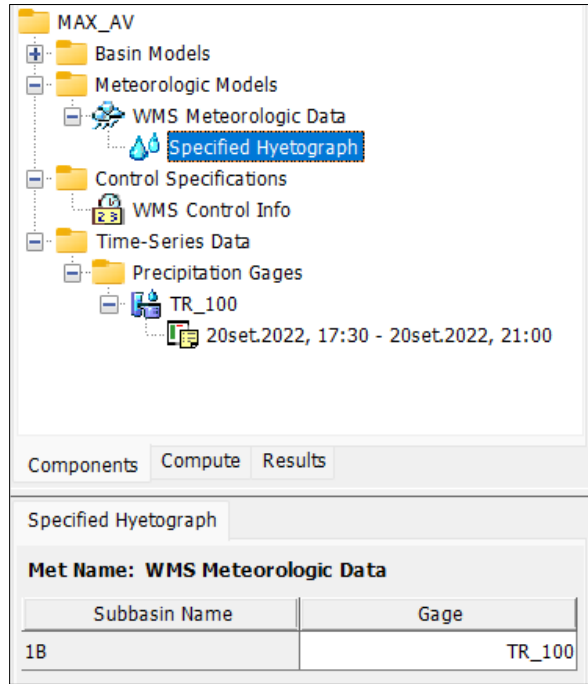
Fuente: WMS cálculos

Figura 25. Modelo hidrológico y de cuencas en el software HEC-HMS



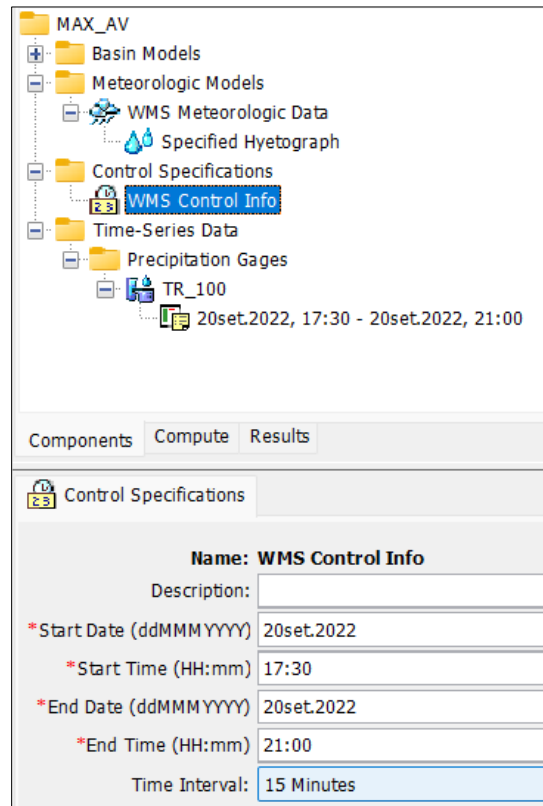
Fuente: WMS cálculos

Figura 26. Modelo meteorológico en el software HEC-HMS



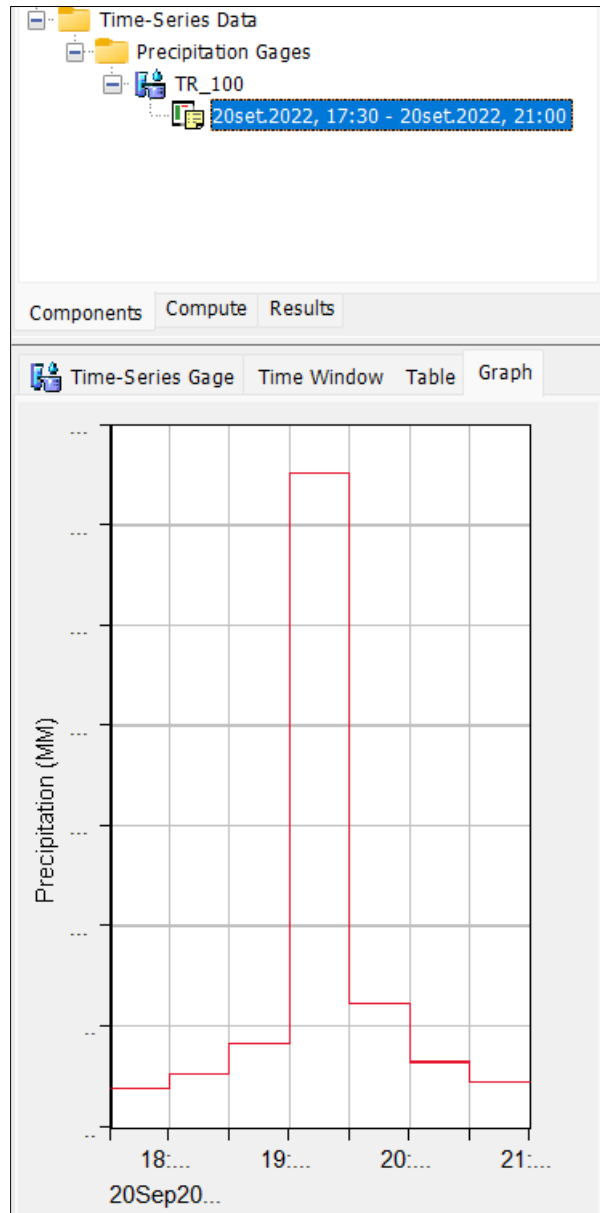
Fuente: HEC-HMS cálculos

Figura 27. Especificaciones de control en el software HEC-HMS



Fuente: HEC-HMS cálculos

Figura 28. Especificaciones de datos hidrometeorológicos en el software HEC-HMS



Fuente: HEC-HMS cálculos

2.2.5.7. RESULTADOS DE LA SIMULACION HIDRAULICA EN EL SOFTWARE HEC-HMS

Lo que se pretende obtener a partir de las precipitaciones es el caudal pico a la salida de cada cuenca y también en cada una de las unidades hidrográficas que comprende las microcuenas para los diferentes periodos de retorno.

Para la simulación de la microcuenca se hizo la combinación de los parámetros de un modelo de cuenca, un modelo meteorológico y de las especificaciones de control. Se observa en las siguientes imágenes el caudal generado para 100 años de tiempo de retorno.

Figura 29. Simulación del caudal para un periodo de retorno de 100 años

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: MAX_AV Simulation Run: Run 1

Start of Run: 20set.2022, 17:30 Basin Model: WMS Watershed
End of Run: 20set.2022, 21:00 Meteorologic Model: WMS Meteorologic Data
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: WMS Control Info

Show Elements: All Eleme... Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
1B	33.8967	29.0	20set.2022, 21:00	2.68
3C	33.8967	29.0	20set.2022, 21:00	2.68

Fuente: HEC-HMS cálculos

2.2.5.8. ANALISIS DE INUNDACIONES

Para el presente estudio, y por las razones que se expondrán a continuación, se ha decidido emplear el modelo IBER versión 2.4.2.

Al respecto, se debe indicar que IBER es un modelo matemático bidimensional para la simulación de flujos en ríos y estuarios, promovido por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX en el marco de un Convenio de Colaboración suscrito entre el CEDEX y la Dirección General del Agua, y desarrollado en colaboración con el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA, perteneciente a la Universidad de Coruña), el Grupo FLUMEN (de la Universidad Politécnica de Catalunya y de la Universidad de Barcelona) y el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE, vinculado a la Universidad Politécnica de Catalunya). El rango de aplicación de IBER abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios.

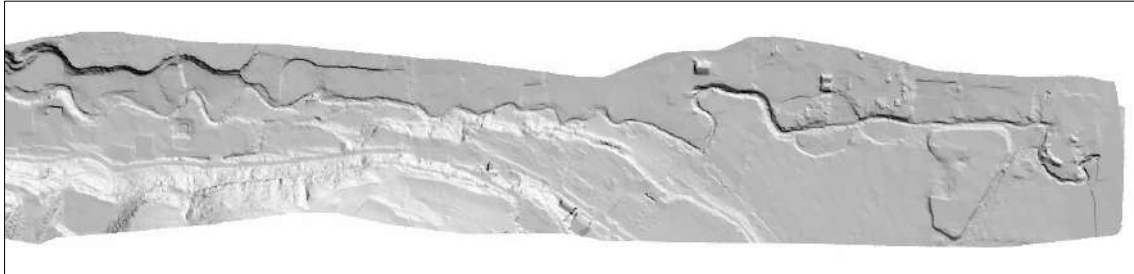
Para el análisis de inundaciones se tomó en cuenta un tiempo de retorno de 100 años por considerarse el escenario más crítico.

2.2.5.8.1. Sistematización de la información en el software IBER

Para poder realizar un cálculo con IBER, se debe contar y realizar los siguientes pasos

- Contar con una información topográfica y batimétrica hidráulica.

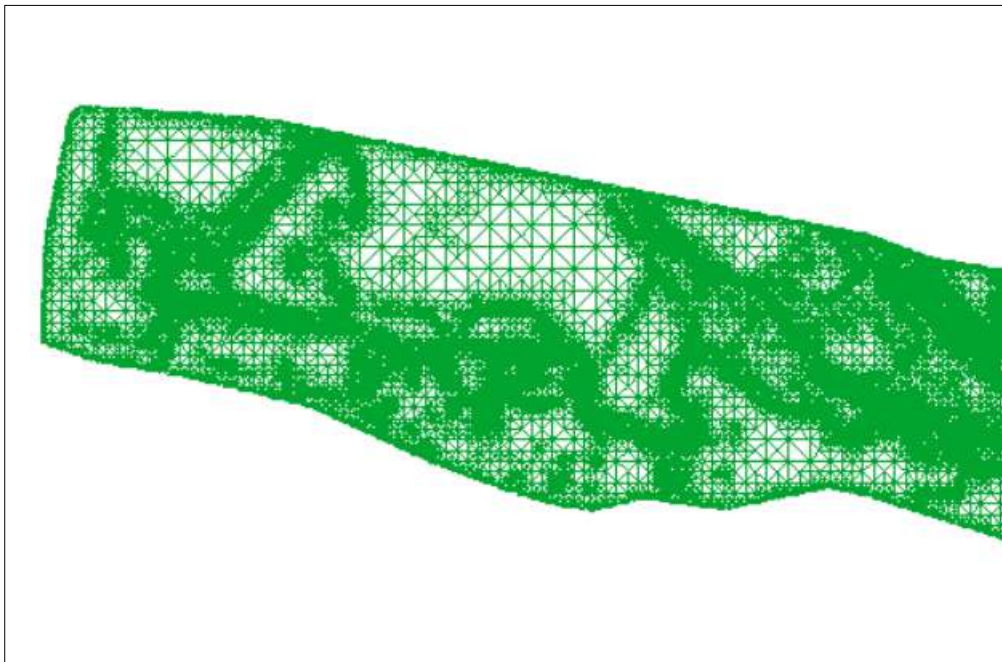
Figura 30. Topografía batimétrica de la zona de estudio



Fuente: Equipo técnico

- Crear o importar la geometría de la topografía en el software Iber.

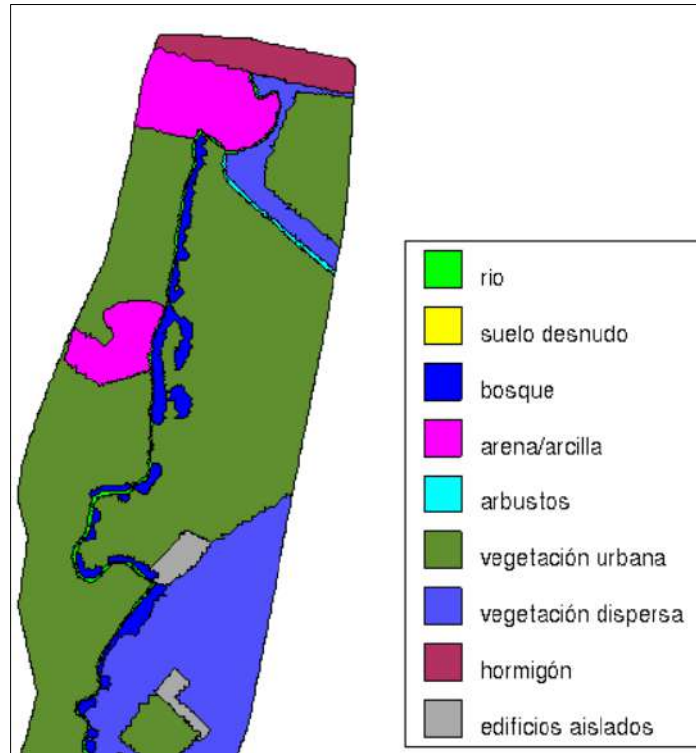
Figura 31. Geometría en el software IBER



Fuente: Equipo técnico

- Asignar una serie de parámetros de entrada como rugosidad en el software Iber.

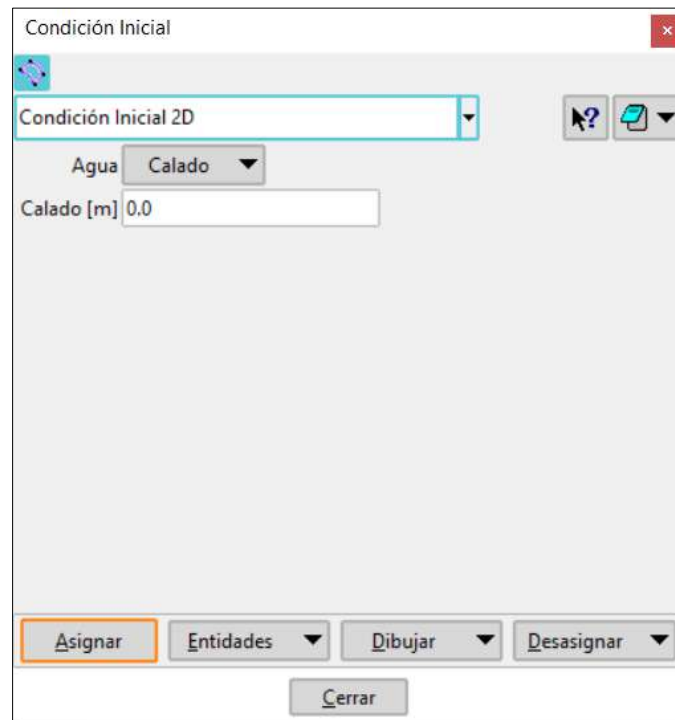
Figura 32. Calculo de la rugosidad con el software IBER



Fuente: Equipo técnico

- Asignar condiciones de contorno inicial.

Figura 33. Asignación de condiciones iniciales



Fuente: Equipo técnico

- Asignar opciones generales de cálculo como tiempo, parámetros de esquema numérico y activación de módulos adicionales.

Figura 34. Asignación de datos para el cálculo de parámetros de tiempo

The screenshot shows a software window titled 'Datos' with a tabbed interface. The 'Parámetros de Tiempo' tab is active. It contains the following fields and controls:

- Simulación: Nueva (dropdown menu)
- Instante Inicial [s]: 0 (text input)
- Tiempo máximo de simulación [s]: 1800 (text input)
- Intervalo de Resultados [s]: 10 (text input)

At the bottom of the window are two buttons: 'Aceptar' and 'Cerrar'.

Fuente: Equipo técnico

Figura 35. Asignación de datos de cálculo en general

The screenshot shows the same 'Datos' window, but with the 'General' tab selected. It contains the following fields and controls:

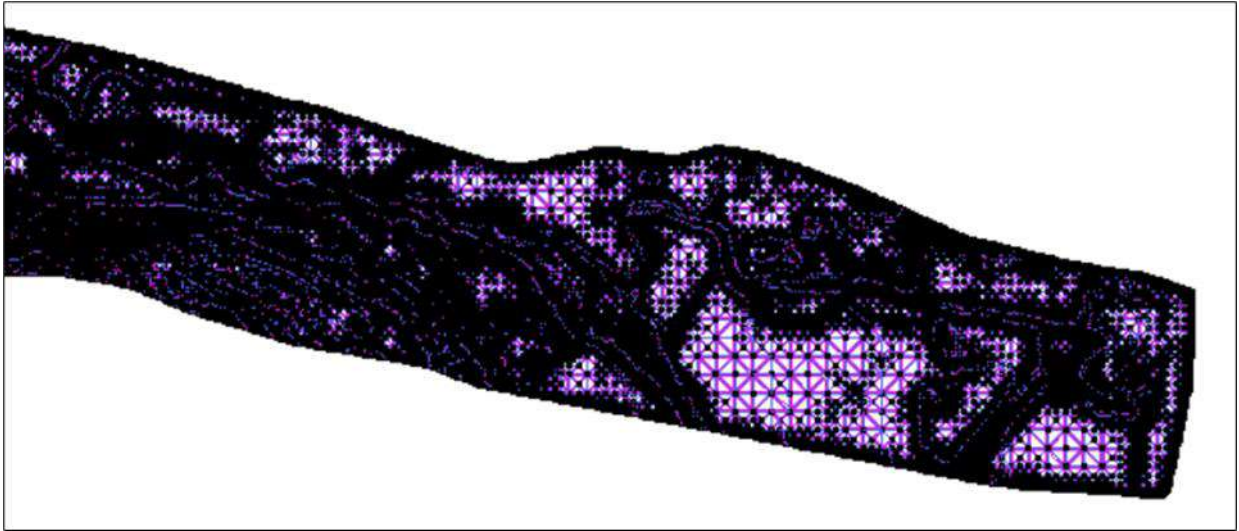
- Analisis 2D
- Número de procesadores: 16 (text input)
- Esquema Numérico: Primer Orden[Rápido] (dropdown menu)
- CFL: 0.45 (text input)
- Incremento de tiempo máximo [s]: 1 (text input)
- Limite Seco-Mojado [m]: 0.01 (text input)
- Método de Secado: Por Defecto (dropdown menu)
- Opciones generales: Ocultar (dropdown menu)

At the bottom of the window are two buttons: 'Aceptar' and 'Cerrar'.

Fuente: Equipo técnico

- Construir una malla de cálculo.

Figura 36. Creación de la malla de calculo



Fuente: Equipo técnico

- Procesamiento del calculo

Figura 37. Procesamiento del calculo

```
Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: SIMULAR2
26:09:2022
00:07:49
Version of Iber: 2.6

WARNING: There are some elements without initial condition
The initial water depth in these elements was set to zero

Calculating element connectivities
10.%
20.%
30.%
40.%
50.%
60.%
70.%
80.%
90.%
100.%

Calculating edge connectivities
10.%
20.%
30.%
40.%
50.%
60.%
70.%
80.%
90.%
100.%

NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order

Initial volume:          0.06 m3

Simulation time   Time step   Time           Qin          Qout
0.000            1.00000    0:08:28:49     0.000        0.000
10.004           0.03993    0:08:38:03     29.000       0.000
20.001           0.03356    0:08:48:46     28.978       0.000
30.023           0.03307    0:09:00:03     29.000       0.000
40.033           0.03310    0:09:11:80     29.000       0.000
50.019           0.03305    0:09:23:41     29.000       0.000
1740.008         0.02601    1:14:47:61     29.000       7.062
1750.006         0.02602    1:15:10:08     29.000       9.516
1760.002         0.02602    1:15:36:80     29.000       11.428
1770.001         0.02602    1:16:07:71     29.000       12.918
1780.018         0.02602    1:16:38:97     29.000       14.174
1790.002         0.02602    1:17:07:77     29.000       15.244
1800.013         0.02602    1:17:34:16     29.000       16.132

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!

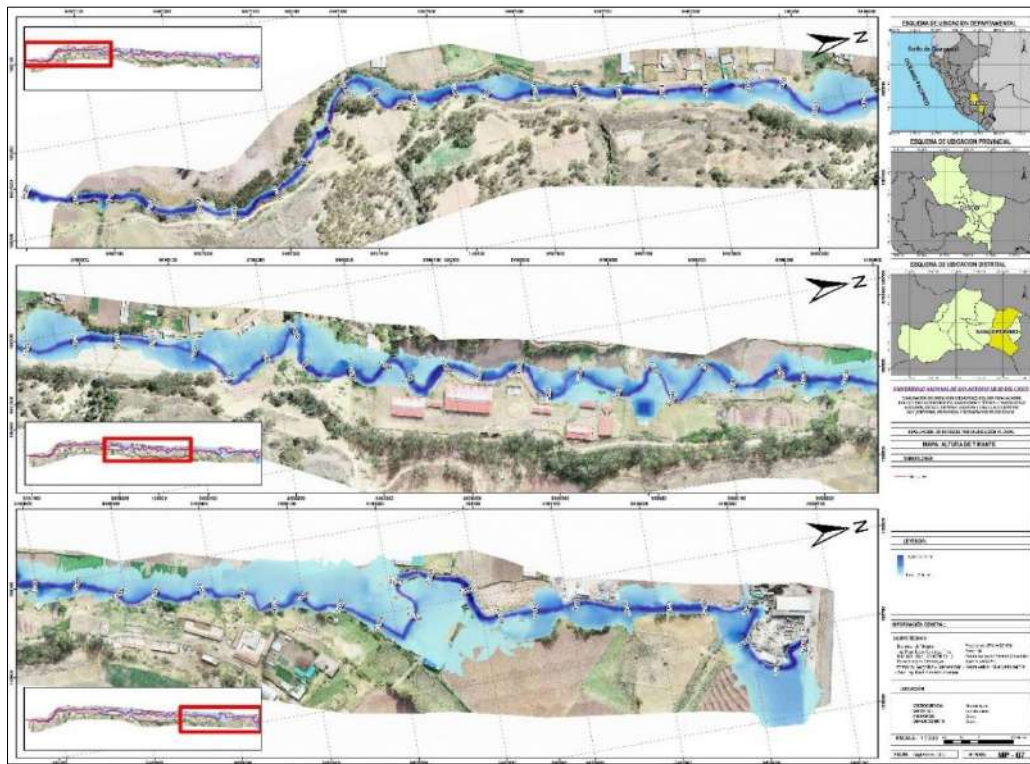
26:09:2022
01:17:34
```

Fuente: Equipo técnico

2.2.5.8.2. Análisis de inundaciones

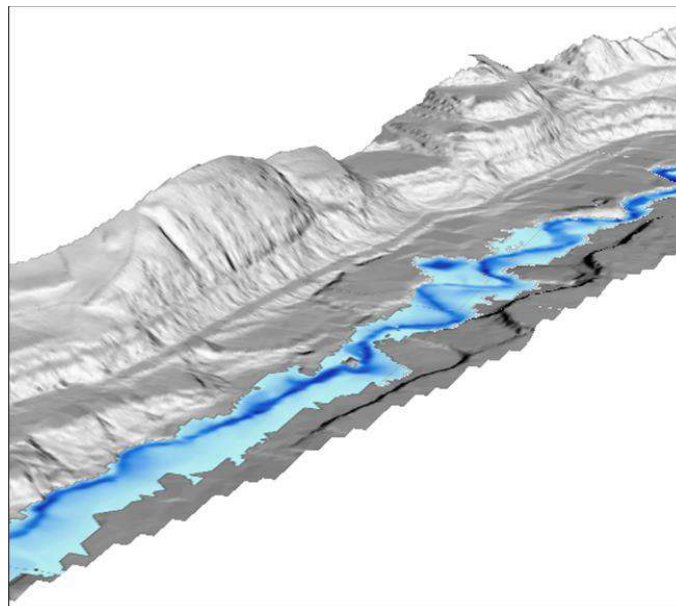
2.2.5.8.2.1. Altura del tirante

Mapa 9. Simulación Hidráulica – Altura de tirante para un Tiempo de Retorno de 100 años



Fuente: Software Iber

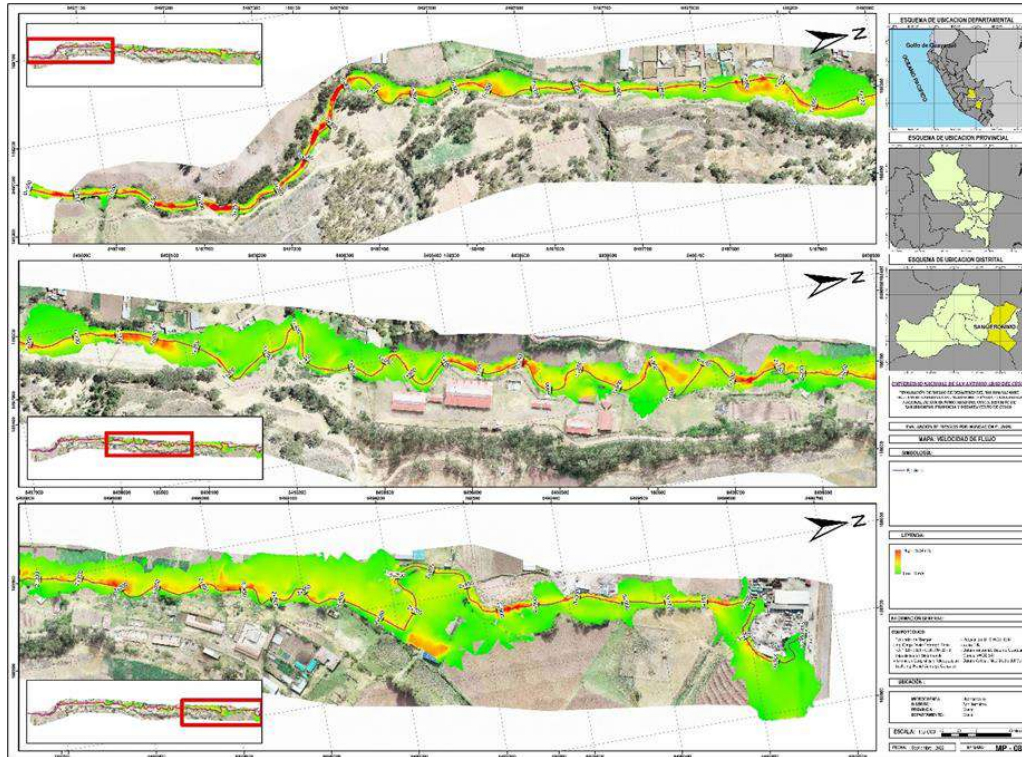
Figura 38. Vista en 3D de la altura de tirante



Fuente: Software Iber

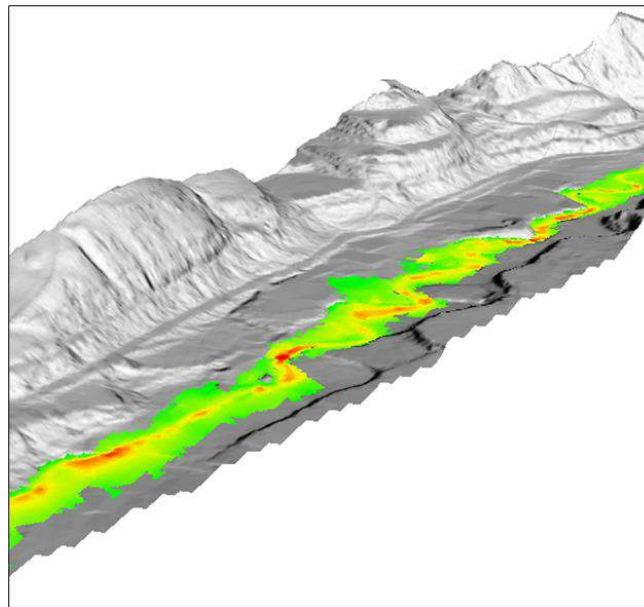
2.2.5.8.2.2. Velocidad de flujo

Mapa 10. Simulación Hidráulica - Velocidad de Flujo para un Tiempo de Retorno de 100 años



Fuente: Software Iber

Figura 39. Vista en 3D de la velocidad del flujo



Fuente: Software Iber



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Del análisis de inundaciones se ha determinado los siguientes puntos críticos en las siguientes progresivas tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Puntos críticos determinados en el río Huanaccaure.

Progresiva	Caudal (m3/s)	NAME (msnm)	Sur (m)	Este (m)	Cota (NPT msnm)
0+050	29	3197.50	8499630.00	188742.00	3,197.00
0+150	29	3199.50	8499610.00	188670.00	3,198.00
0+200	29	3200.00	8499560.00	188660.00	3,198.50
0+300	29	3201.50	8499460.00	188644.00	3,200.50
0+350	29	3202.00	8499410.00	188629.00	3,201.00
0+400	29	3203.00	8499370.00	188629.00	3,202.00
0+450	29	3203.50	8499320.00	188627.00	3,203.00
0+650	29	3208.50	8499220.00	188614.00	3,206.50
1+100	29	3217.00	8498850.00	188508.00	3,216.50
1+150	29	3217.50	8498800.00	188500.00	3,217.00
1+200	29	3218.50	8498770.00	188487.00	3,217.50
1+250	29	3220.00	8498720.00	188495.00	3,219.50
1+300	29	3221.00	8498690.00	188470.00	3,220.00
1+400	29	3224.00	8498630.00	188458.00	3,222.00
1+500	29	3225.50	8498550.00	188451.00	3,224.00
1+800	29	3231.50	8498320.00	188404.00	3,230.00
2+150	29	3239.50	8498070.00	188331.00	3,238.00
2+250	29	3242.50	8497980.00	188311.00	3,241.50
2+300	29	3243.00	8497930.00	188312.00	3,242.00
2+350	29	3244.00	8497890.00	188278.00	3,243.50
2+400	29	3246.00	8497850.00	188269.00	3,244.00
2+450	29	3247.00	8497800.00	188264.00	3,246.00
2+500	29	3248.00	8497750.00	188260.00	3,247.00
2+900	29	3257.00	8497390.00	188194.00	3,255.50



2.2.6. Geología Y Geomorfología

2.2.6.1. Geología Regional

A. FORMACIÓN SAN SEBASTIÁN: Pleistoceno (Gregory, 1916)

Definición y relaciones estratigráficas. La Formación San Sebastián fue definida por Gregory (1916) en la Depresión de Cusco, donde sobreyace al basamento Cretácico y Terciario, así como a la Formación Chinchero (Foto 34). Esta unidad también se presenta en la depresión de Ccatca (Cuadrante I), así como en Ayusbamba (Cuadrante III). Por razones de escala incluye los conglomerados de conos aluviales (50 a 70 m) del Plioceno de la Formación Chincheros de las cuencas de Cusco y Ccatca.

Litología y ambiente de sedimentación.

Esta unidad está caracterizada por formar dos secuencias (Cabrera, 1988): la primera, grano decreciente, está constituida por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos, y lutitas lacustres o palustres. Niveles diatomíticos y calcáreos caracterizan la parte superior. La segunda, grano creciente, está compuesta por conglomerados y areniscas de conoterrazas fluvio-torrenciales, que indican el cierre de la cuenca. Este cierre está expuesto por la presencia de estructuras compresivas sin sedimentarias (Cabrera, 1988).

B. GRUPO SAN JERÓNIMO (Córdova, 1986)

Una potente serie roja de origen continental de más de 6000 m de espesor conocida como Grupo San Jerónimo (Córdova, 1986), aflora ampliamente en la región de Cusco y Sicuani. El Grupo San Jerónimo originalmente ha sido dividido en tres formaciones (Córdova, 1986): Kayra (3000 m), Soncco (1600 m) y Punacancha (1700 m). Actualmente solo las formaciones Kayra y Soncco se

han redefinido como parte del Grupo San Jerónimo (Carlotto et al., 1997b; Carlotto, 1998-2002; Carlotto et al., 2005) que sobreyace en discordancia erosional a las formaciones Quilque y Chilca. Las formaciones Kayra y Soncco forman un conjunto que está principalmente constituido por areniscas feldespáticas intercaladas con limolitas y algunos bancos de conglomerados, todos de origen fluvial y de edad eocena inferior oligocena inferior (Carlotto, 1998, 2002, 2006a).

➤ FORMACION KAYRA (Eoceno inferior) (Córdova, 1986; Carlotto, 1998)

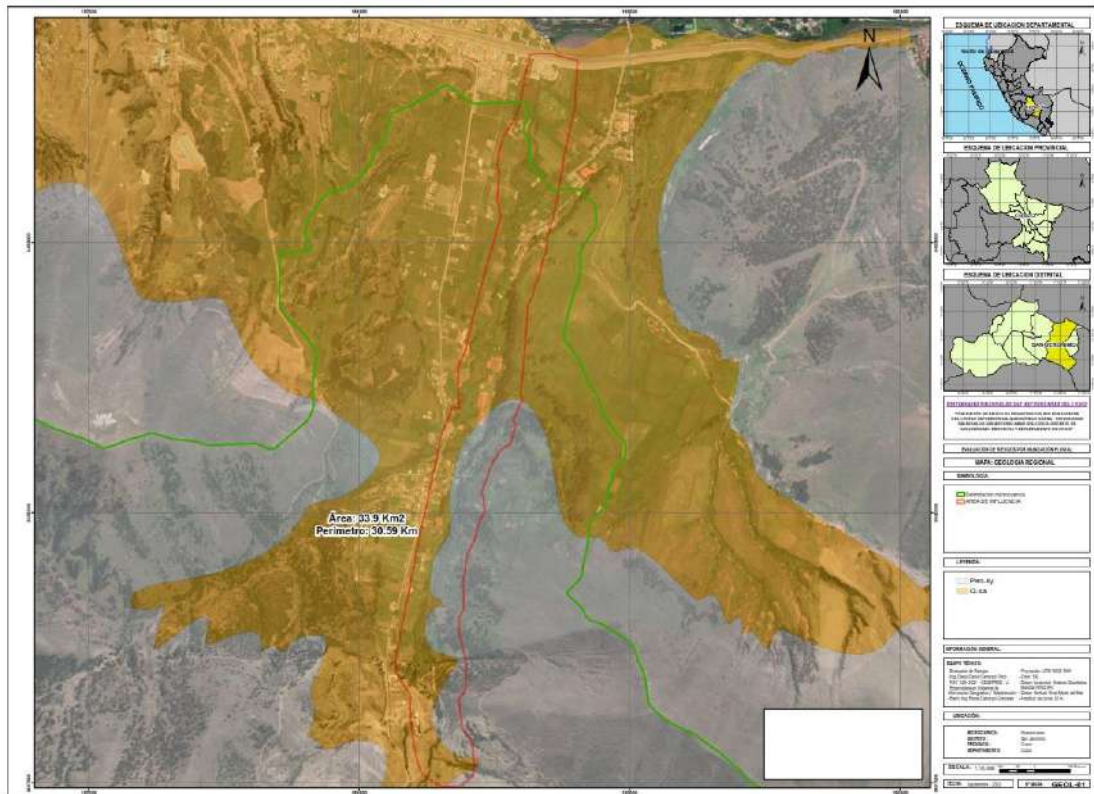
Definición y relaciones estratigráficas.

La Formación Kayra (Córdova, 1986) aflora ampliamente al sur de la ciudad del Cusco, donde forma parte del sinclinal de Anahuarqui y anticlinal de Puquín, al oeste. Igualmente lo hace en el sinclinal de Ancaschaca, en Yaurisque-Paruro, en el sinclinal de San Lorenzo y en el sector de Cusibamba-Sanka.

Litología y ambiente de sedimentación.

Está esencialmente constituida por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas (Foto 27). Este conjunto se desarrolló en un medio fluvial entrelazado y llanura de inundación. La parte media-superior es más gruesa y está compuesta por areniscas y micro conglomerados con clastos volcánicos y cuarcíticos de un medio fluvial altamente entrelazado. Hacia el sur las facies se hacen más gruesas y aparecen los conglomerados. La formación acaba con facies areno-pelíticas de llanura de inundación y canales divagantes. Las paleocorrientes indican que los aportes proceden del sur y suroeste. El espesor de esta unidad varía entre 2000 y 3000 m

Mapa 11. Geología regional de la zona de estudio



Fuente: Geología Cuadrángulo de cusco

2.2.6.2. Geología local

Dentro del área de influencia del presente estudio se ha determinado las siguientes formaciones geológicas a nivel local.

a. Cuaternario aluvial:

Compuesto principalmente por clastos angulosos debido al transporte, teniendo como matriz limosa-arenosa.

Fotografía 1. Cuaternario aluvial



b. Cuaternario fluvial:

Compuesto principalmente por material transportado por el río Huanaccaure y se depositan en el cauce y la ribera del río.

Fotografía 2. Cuaternario fluvial



c. Cuaternario coluvial:

Principalmente conformado por material de clastos subangulosos con una matriz limo arcillosa.

Fotografía 3. Cuaternario coluvial



d. Formación san Sebastián

En la zona de estudio se ha podido observar la presencia de estratos de material rojizo sin sedimentario.

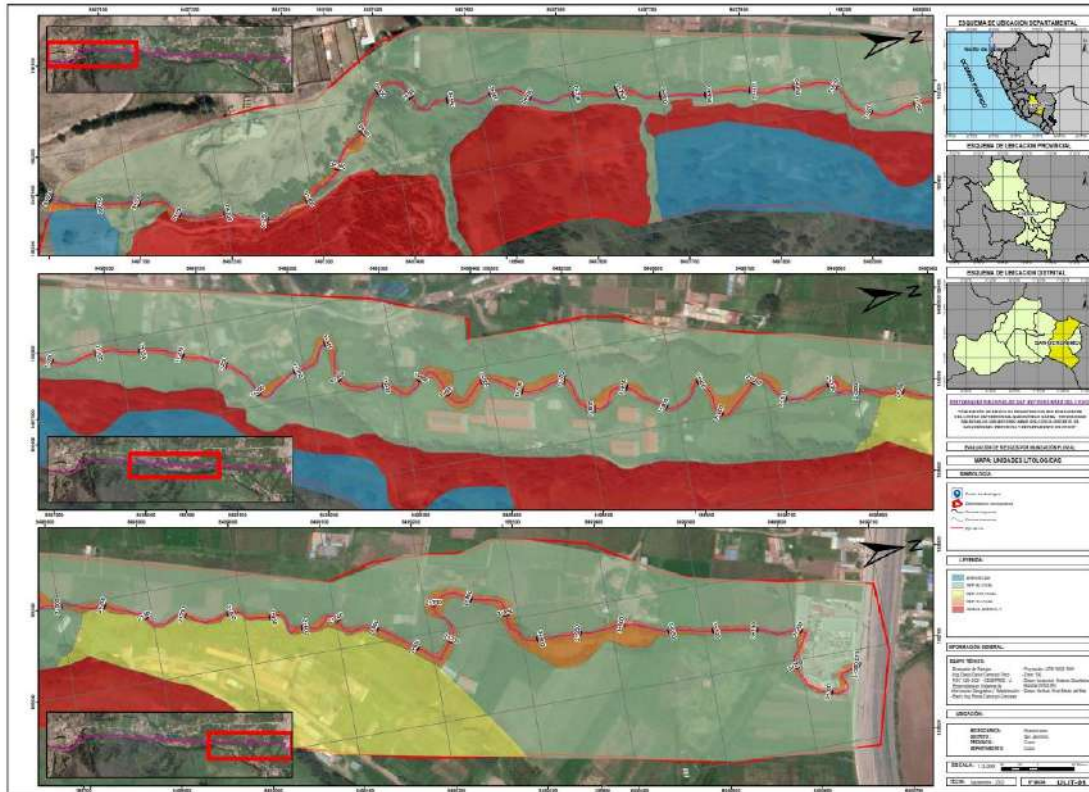
Fotografía 4. Formación san Sebastián



e. Formación Kayra

En la zona de estudio se ha podido observar niveles de areniscas arcóscicas intercaladas con niveles de lutitas.

Mapa 12. Unidades litológicas



Fuente: Equipo técnico

2.2.6.3. Geomorfología regional

La Provincia de Cusco se encuentra ubicada en la zona de transición entre la Cordillera y la Cordillera Oriental, situándose más sobre la Oriental. Teniendo en cuenta su ubicación, la provincia presenta ciertas unidades geomorfológicas diferenciadas esencialmente por la altitud a la que se encuentran, tales como:

Corresponde a la parte baja del río Huatanay que tiene una morfología plana y muy poca pendiente (<1%). Su ancho varía entre unos cuatro kilómetros en la ciudad de Cusco a unos 250 m en Angostura. Su origen está relacionado a la existencia de un antiguo lago (Morkil) y la evolución del río Huatanay, por lo que se puede apreciar varios niveles de terrazas, estas terrazas le dan forma escalonada en algunas zonas como es el caso del valle norte. El río Huatanay se ha desarrollado como un sistema fluvial de alta sinuosidad lo cual es más notorio hoy, en el valle sur con presencia de algunos meandros donde el cauce del río migraba y migra en el amplio espacio de esta parte del valle, más no en los tramos angostos como es el caso de Angostura y Huambutío. Otra característica del valle es la presencia de conos aluviales en la desembocadura de los afluentes del río Huatanay a ambos márgenes. Estos conos en muchas ocasiones controlaron la migración

del río. Sin embargo, el aspecto más importante es la presencia de humedales en todo este valle y cuyo origen está relacionado a los conos aluviales, ya que éstos (Humedales), surgen en la parte distal de los conos aluviales.

- **LADERAS:** Corresponde a las laderas entre el piso del valle del Huatanay y las mesetas de la parte alta (4000 msnm). Presenta elevaciones y relieves prominentes, con



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



pendientes que van desde el 15 % al 65 %, por lo que tiene una topografía accidentada muy empinada, lo que favorece a los procesos erosivos, provocando así la formación de cárcavas. Además, en estas laderas se presentan deslizamientos como al NO del Cusco, en el distrito en San Jerónimo en cambio resalta el deslizamiento del Cerro Pícol, en Saylla el Cerro Hatunhuayco.

- **MESETAS:** Son superficies caracterizadas por una topografía relativamente llana, cortada por quebradas que le dan un aspecto de lomadas disectadas.

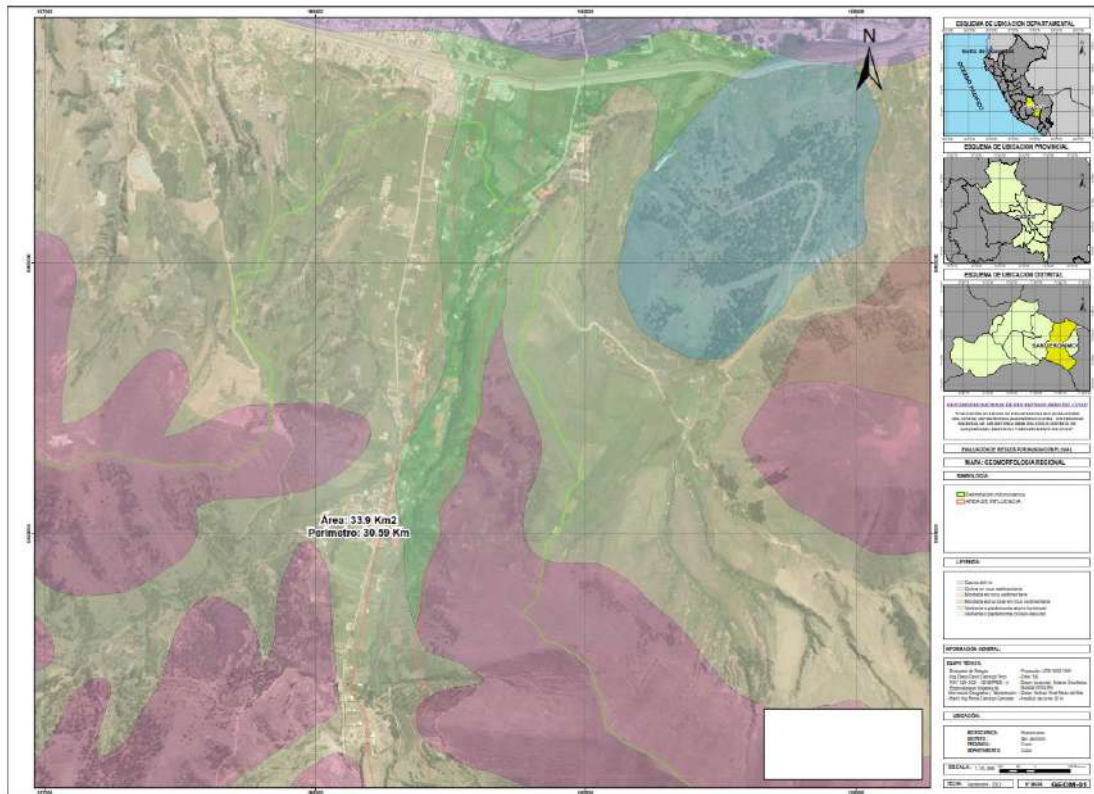
- **MESETA DEL SACSAYHUAMÁN:** Se encuentra al N de la ciudad del Cusco, entre los 3600 y 3650 msnm, donde se encuentra el Parque Arqueológico del mismo nombre. Esta se halla limitada por las elevaciones de Ccorao, unidades que se encuentran separadas por la falla de Tambomachay y hacia el Sur limitado por la depresión del Cusco, también en posible contacto fallado, hecho que probablemente haya provocado que las Capas Rojas se encuentren casi al mismo nivel del Grupo Yuncaypata. La meseta presenta afloramientos de rocas del Grupo Yuncaypata, donde sobresalen las calizas, areniscas, lutitas y lentes de yeso.

- **MESETA DE TAMBILLO:** Se localiza al norte de San Sebastián entre los 3500 y 3650 msnm. Conformado por afloramientos de calizas, areniscas, lutitas y brechas del Grupo Yuncaypata y la formación Pumamarca.

- **MESETA DE HUACCOTO:** Constituye una altiplanicie situada en el flanco NE del valle del Huatanay, teniendo un control estructural por parte de la falla Pachatusan. En el área de la meseta afloran rocas de diferentes formaciones: Rumicolca (más resaltante), Kayra, Quilque-Chilca y Huancané. La meseta se sitúa entre los 4000 y 4350 msnm, separando las laderas norte de las Montañas del Pachatusan. Meseta de Ccorccorpata. Está localizada al este de las montañas del Pachatusan entre los 3900 y 4200 msnm. Tiene un relieve moderado con pendientes que varían de 15 % a 25 %. Presenta humedales y se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas y sedimentarias del Grupo Mitu, que muestra cierta estabilidad a deslizamientos.

- **CONOS ALUVIALES:** Formado antiguamente por ser esta cuenca un lago, actualmente estos depósitos resultan de la edificación de los torrentes cuando estos desembocan en los valles principales en forma de huaycos o aluviones. La mayor parte de los depósitos se encuentran en la cuenca del Huatanay, los cuales fueron originados en períodos lluviosos, siendo algunos, consolidados y otros recientes, en los cuales se encuentra asentada las viviendas en la totalidad de sus áreas. Estos depósitos compuestos por fragmentos y bloques de rocas semiangulosas en una matriz arcillosa, la pendiente de estos terrenos fluctúa entre 4 % y 15 %, la evolución tectónica en general de la Región, ha generado la existencia de un relieve muy accidentado, dentro de la cual se encuentra también la Provincia de Cusco, este relieve accidentado tiene diversas características de elevaciones o inclinaciones en su superficie, esto se expresa a través de la Pendiente del terreno.

Mapa 13. Geomorfología Regional



Fuente: Ingemmet

2.2.6.4. Geomorfología local

En la zona de estudio se ha podido identificar las siguientes unidades geomorfológicas a nivel local.

a) Laderas empinadas

En el área de influencia se ha podido identificar esta geofoma debido principalmente a la pendiente en porcentaje superior a 25°, las mismas que se encuentran al Sur-Este del área de estudio.

Fotografía 5. Laderas empinadas



b) Laderas inclinadas

Esta geofoma local está determinada principalmente entre pendientes superiores a los 15° y menores al 25%. Ubicado en la parte central de la zona de estudio donde se ubican las instalaciones del antiguo establo lechero.

Fotografía 6. Laderas inclinadas



c) Cono aluvial

Esta geofoma está caracterizada principalmente por ubicarse al pie de las quebradas las mismas que se activan y transportan sedimentos y se depositan en la parte llana.

Fotografía 7. Conos aluviales



d) Llanura de inundación

Esta geoforma esta referida principalmente a las áreas que son invadidas por las aguas del cauce del rio en época de lluvias, las mismas que son rellenadas por material transportado de las partes altas.

Fotografía 8. Llanura de inundación



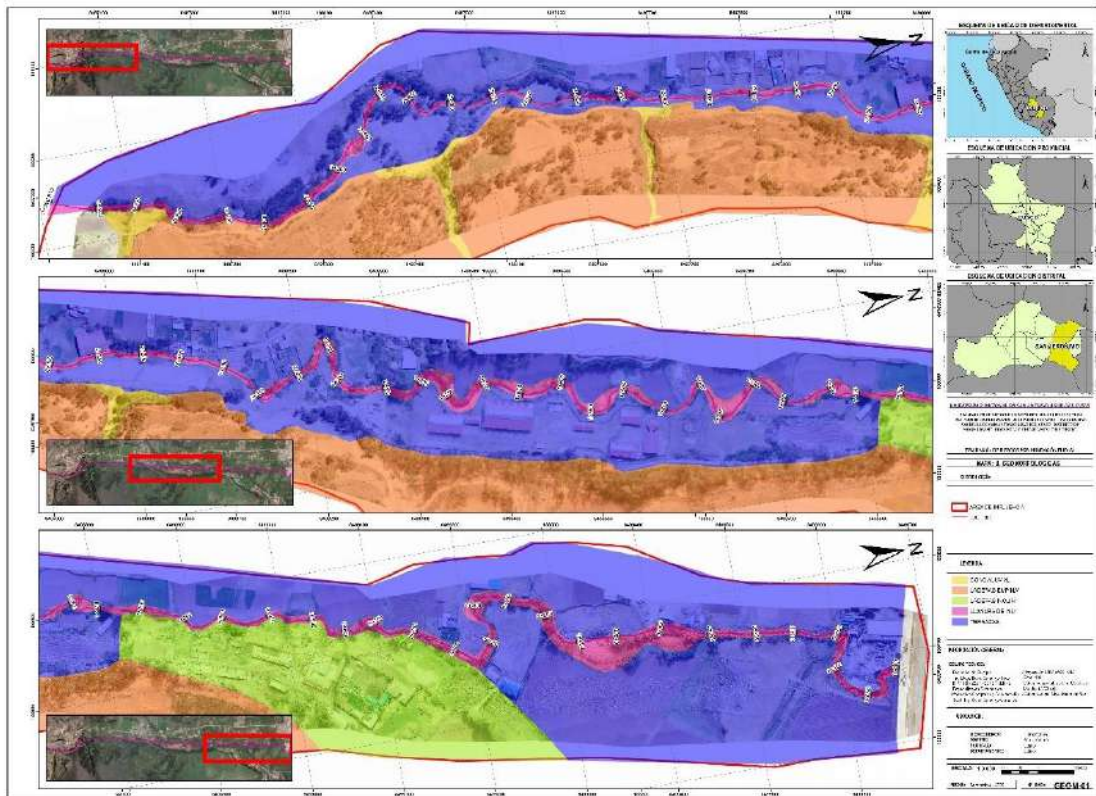
e) Terrazas:

Esta geoforma se presenta en la zona de estudio como zonas de bajo relieve con pendientes menores a 8°, las mismas que se desarrollaron en épocas pasadas se encuentran contiguas a la ribera del rio Huanaccaure.

Fotografía 9. terrazas



Mapa 14. Geomorfología local de la zona de estudio



Fuente: Equipo Técnico



2.2.7. Geología Estructural:

- **ANTICLINAL DE PUQUIN:** Se ubica al oeste de la ciudad del Cusco con una dirección predominante N-S, deforma las unidades litológicas del Mesozoico tardío y del cenozoico temprano (formación Yuncaypata y grupo San Jerónimo).
- **FALLA TANKARPATA:** Esta falla se observa en la margen derecha del río Huatanay donde la línea de altas cumbres de los cerros Huanaccaure y Molleorco han sido desplazados hacia atrás con un movimiento sinextral y una dirección predominante NO-SE.
- **FALLA CUSCO:** Las fotografías aéreas e imágenes satelitales del valle del Cusco, muestran un alineamiento NO-SE, el cual coincide con el piso de valle del río Huatanay, que se prolonga desde Cusco hasta Saylla – Oropesa. Tomando consideraciones geológicas, esta se considera como una antigua falla geológica sellada por los sedimentos cuaternarios de la formación San Sebastián. Actualmente esta falla, no muestra signos de reactivaciones recientes. Sin embargo, durante el sismo del 21 de mayo de 1950, se observaron un conjunto de desplazamientos en terrenos recientes del piso de valle (Formación San Sebastián). El reporte del terremoto superficial citado (Ericksen et al. 1954; Silgado, 1978) menciona muchas fisuras de dirección NO-SE entre San Jerónimo y San Sebastián a lo largo de 5 km de distancia, donde un nivel fue levantado en el sector sur del valle del Cusco. Por otro lado, observaciones de campo del doctor Carlos Kalafatovich (inédito), luego del sismo, indican fracturas discontinuas en el suelo; ellas fueron cartografiadas a lo largo de varios kilómetros entre San Sebastián y San Jerónimo. Esta observación es similar a lo manifestado líneas arriba, y se puede interpretar que correspondería a la reactivación de la falla Cusco. En consecuencia, la actividad de la falla Cusco demostraría la existencia de una fuente sismogénica dentro del valle del mismo nombre, lo cual aumentaría el riesgo sísmico de la ciudad del Cusco y también de las poblaciones del Bajo Huatanay.

Mapa 15. Neotectonico



Fuente: SIGRID

2.2.8. Pendientes

En el área de influencia se ha podido determinar 5 rangos de pendientes a partir del DEM generado por el DRON LIDAR, los mismos que se clasifican en:

1. Pendiente entre 0 a 3%

Principalmente se encuentran en el cauce del río Huanacacure y las terrazas.

Fotografía 10. Pendientes entre 0 a 3%



2. Pendiente entre 3 a 6%

Principalmente este rango de pendiente se encuentra en las terrazas donde actualmente se practica la agricultura tanto al ingreso del centro experimental agronómico Kayra como en la parte media de la zona de estudio.

Fotografía 11. Pendientes entre 3 a 6%



3. Pendiente entre 6 a 10 %

Este rango de pendiente principalmente se encuentra en contacto con las áreas agrícolas y establo lechero antiguo y en las proximidades a las laderas inclinadas.

Fotografía 12. Pendiente entre 6 a 10%



4. Pendiente entre 10 a 13%

Este rango de pendientes principalmente se encuentra en las geoformas de laderas empinadas y en los bordes del cauce del río Huanaccaure.

Fotografía 13. Pendiente entre 10 a 13%



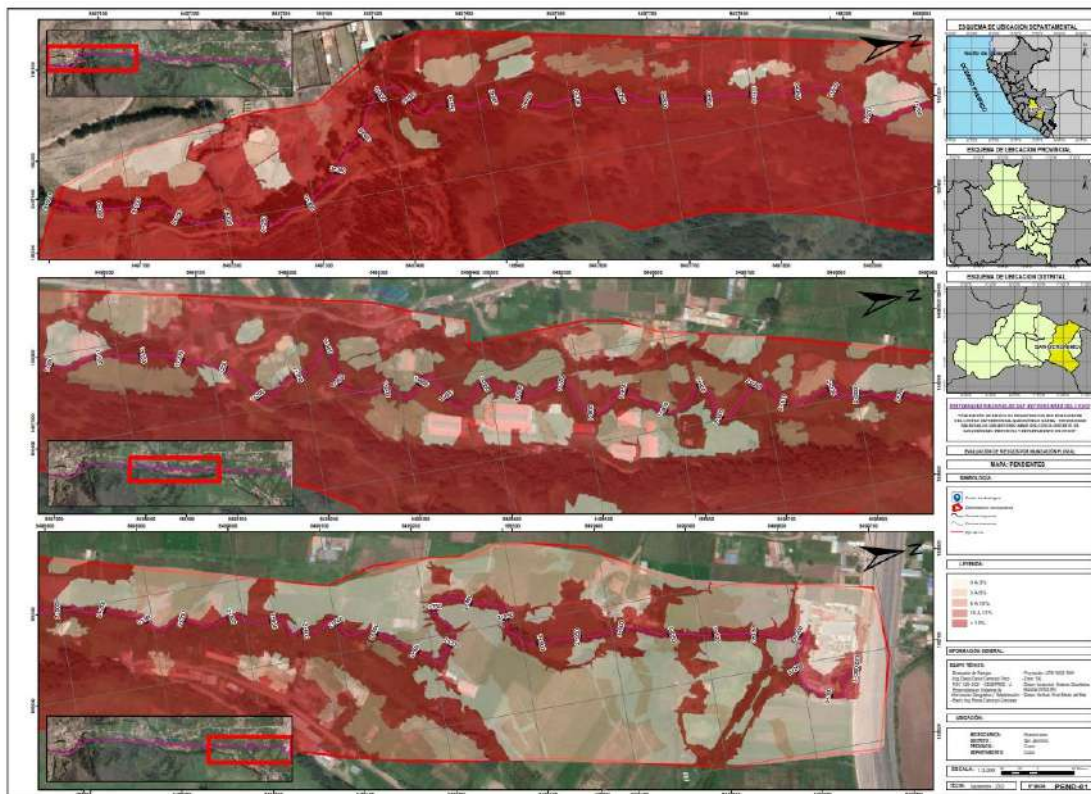
5. Pendiente > a 13%

Este rango de pendientes principalmente se da en las laderas empinadas y el contacto entre el cauce y la ribera del río debido a la erosión lateral del cauce del río Huanaccaure.

Fotografía 14. Pendientes mayores a 13%



Mapa 16. Rango de pendientes en el área de influencia



Fuente: Equipo técnico a partir de DEM levantamiento topográfico

CAPITULO III. DETERMINACION DEL PELIGRO

3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO

Para la determinación de los niveles de peligrosidad por inundación fluvial se utilizó la metodología descrita en el siguiente Grafico:

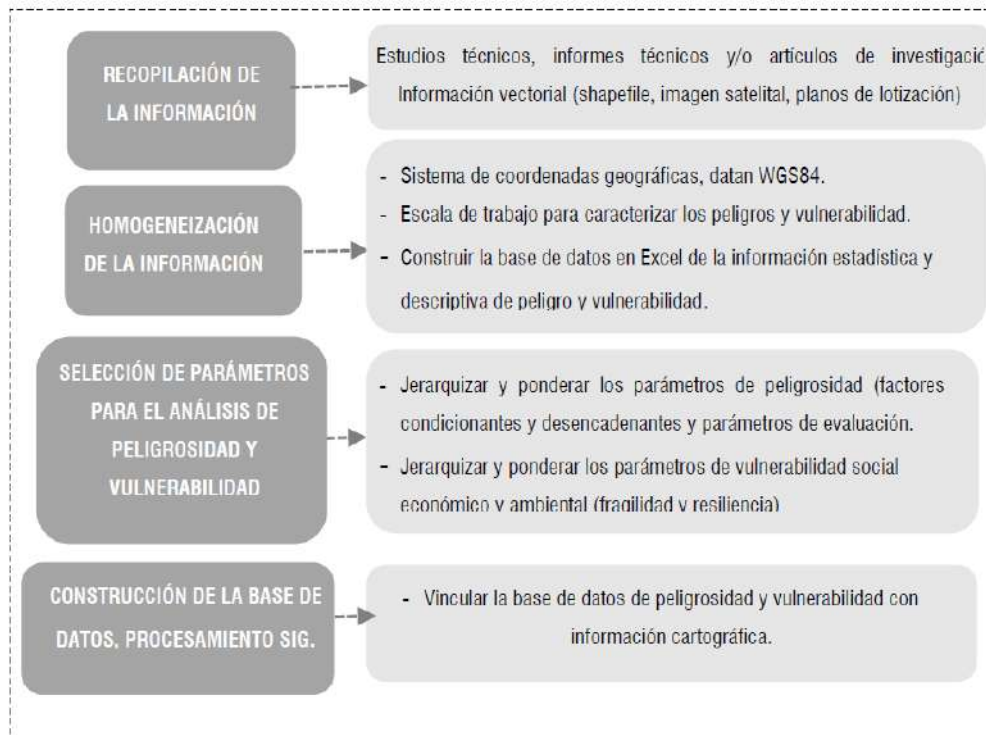
Figura 40. Metodología para la determinación de los niveles de peligrosidad



3.2. RECOPIACION, ANALISIS Y SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION

Se ha realizado la recopilación de información disponible: plan de desarrollo urbano del cusco 2013 al 2023, estudios de peligrosidad por inundación realizados por el INGEMMET, información de datos históricos de precipitación diaria máxima en 24 horas del SENAMHI.

Figura 41. Flujograma para el análisis de la información



3.3. IDENTIFICACION DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR

De acuerdo a los estudios realizados en el plan de desarrollo urbano del cusco 2013 al 2023, se ha identificado al centro experimental Kayra, como punto crítico ante inundación por su cercanía al río Huanaccaure.

Del análisis de la información recopilada de la zona de estudio mediante el uso de la plataforma del Google earth se ha podido determinar la expansión urbana de la población a las cercanías del río Huanaccaure principalmente por los pobladores de la comunidad campesina de Sucso Aucalle , donde en años pasados por las intensas precipitaciones y ante una temporada de lluvias extraordinarias podrían inundarse la infraestructura pública como es el establo lechero y terrenos agrícolas que son de uso de los estudiantes.

Según la información recopilada mediante encuestas y visitas al ámbito de influencia se ha observado la existencia de zonas de poca pendiente próximas al cauce del río Huanaccaure. Donde se habría construido infraestructura pública para el uso de los estudiantes del centro experimental de Kayra.

Bajo estos antecedentes mencionados la zona de estudio será evaluada por el peligro ante inundación fluvial.

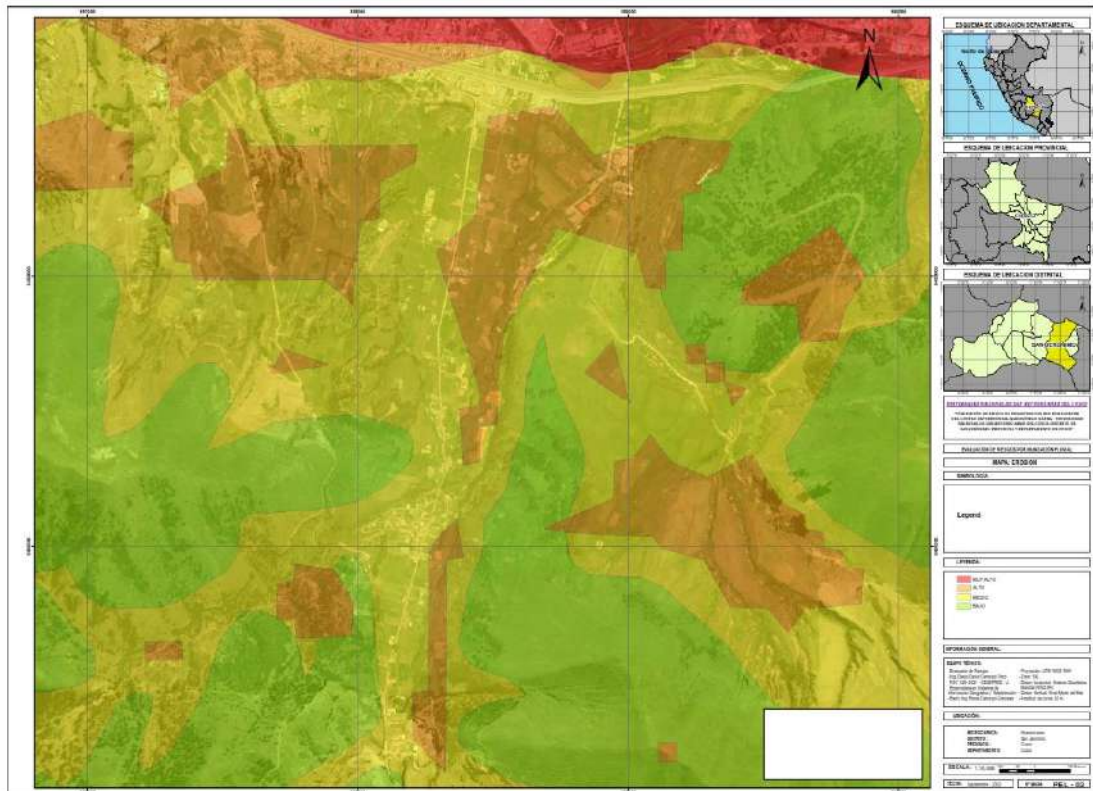
Fotografía 15. Proximidad al cauce del río Huanaccaure



3.4. CARACTERIZACION DEL PELIGRO

La intervención antrópica en el margen izquierdo del río Huanaccaure con la finalidad de ampliación de la frontera agrícola, ocupación de áreas para la construcción de viviendas rellenando de manera inadecuada e invadiendo el cauce natural del río en mención y ante la presencia de lluvias extraordinarias el río Huanaccaure puede desviarse y afectar la infraestructura pública(establo lechero) y demás áreas agrícolas que son de uso de los estudiantes del centro experimental kayra.

Mapa 17. Mapa de peligros por fenómenos inundación elaborado por el INGEMMET

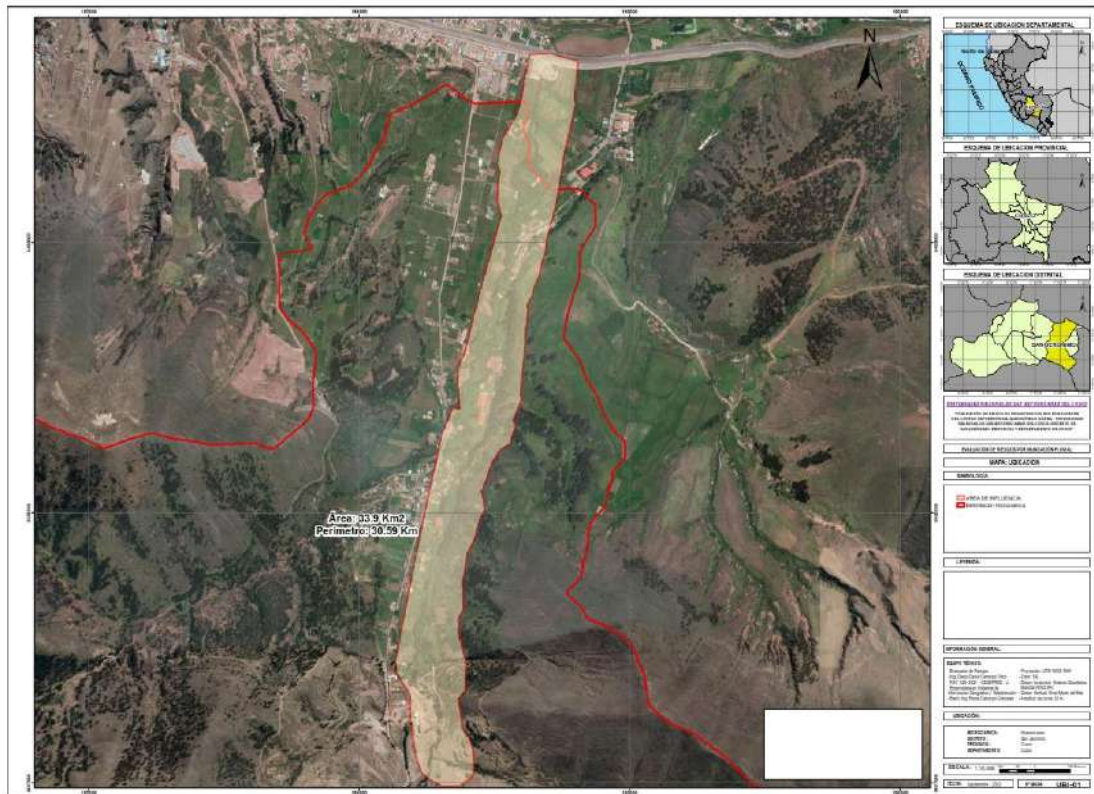


Fuente: Ingemmet

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

Los estudios desarrollados por el INGEMMET, plan de desarrollo urbano del cusco 2013 al 2023 y estudios realizados por la Municipalidad distrital de San Jerónimo, ha determinado como punto crítico por inundación del centro experimental kayra, de acuerdo a los trabajos en campo se ha determinado la peligrosidad incorporando las zonas aledañas, que se encuentran impactadas por la erosión e inundación de áreas agrícolas y de infraestructura pública ante las precipitaciones extraordinarias.

Mapa 18. Ámbito de influencia del estudio



Fuente: Equipo técnico

3.6. PONDERACION DE LOS PARAMETROS DE EVALUACION

Este factor fue evaluado por el equipo técnico, del cual se derivó los siguientes descriptores tomando en cuenta el trabajo de campo y el contraste y la imagen de DRON LIDAR actual.

3.6.1. Frecuencia

Este parámetro se obtuvo con trabajo de campo y modelamiento hidráulico para cada periodo de retorno (20,50,100,200 y 500 años), Los cuales describen índices o valores de acumulación de periodos de retorno.

Cuadro 10. Descriptores de Periodo de Retorno

	PARÁMETRO	PERIODO DE RETORNO
DESCRPTORES	PR1	500 años
	PR2	200 años
	PR3	100 años
	PR4	50 años
	PR5	20 años

Fuente: equipo técnico

Cuadro 11. Matriz de comparación de pares para el parámetro de evaluación

PARAMETRO	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5
PR1	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
PR2	1/2	1.00	2.00	4.00	6.00
PR3	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
PR4	1/6	1/4	1/2	1.00	2.00
PR5	1/8	1/6	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: equipo técnico

Cuadro 12. Matriz de normalización del parámetro de evaluación

PARAMETRO	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	VECTOR DE PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
PR1	0.49	0.51	0.52	0.44	0.38	0.468
PR2	0.24	0.26	0.26	0.30	0.29	0.268
PR3	0.12	0.13	0.13	0.15	0.19	0.144
PR4	0.08	0.06	0.06	0.07	0.10	0.076
PR5	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.044

Fuente: equipo técnico

Cuadro 13. Índice y relación de consistencia para el parámetro de evaluación

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: equipo técnico

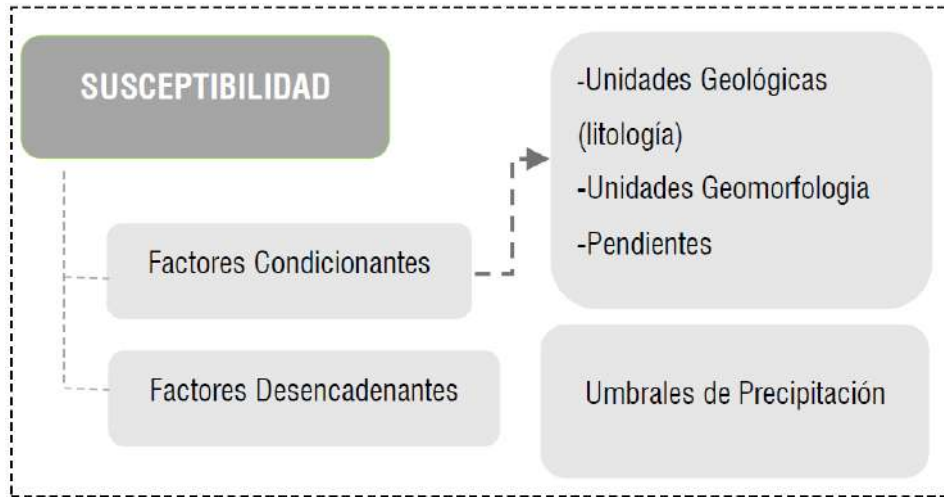
3.7. SUSCEPTIBILIDAD DEL AMBITO GEOGRAFICO ANTE PELIGROS

La susceptibilidad de la zona de estudio, esta predispuesta a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico el cual depende de los factores condicionantes y desencadenante del fenómeno en su respectivo ámbito geográfico, en los factores condicionantes se evaluarán aspectos de U. Geomorfológicas, Pendiente, U. litológicas los cuales definirán el comportamiento del espacio respecto a este proceso.

La susceptibilidad a analizar indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones del área de influencia para que pueda ocurrir la inundación para un determinado periodo de retorno, se presentara un mapa de susceptibilidad que clasifica la estabilidad relativa de un área,

en los niveles del mapa de susceptibilidad muestra donde puede existir las condiciones para que ocurra la inundación, desencadenados por las precipitaciones anómalas positivas.

Figura 42. Determinación de la susceptibilidad



3.7.1. Factores Condicionantes

3.7.1.1. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

Cuadro 14. Parámetros para la determinación de la susceptibilidad

U. GEOMORFOLOGICAS	PENDIENTE	U. LITOLÓGICAS
GEOM	PEND	LITO
0.633	0.260	0.106

Fuente: equipo técnico

Cuadro 15. Matriz de comparación de pares del factor condicionante

PARAMETRO	GEOM	PEND	LITO
GEOM	1.00	3.00	5.00
PEND	0.33	1.00	3.00
LITO	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: equipo técnico

Cuadro 16. Matriz de normalización de pares del factor condicionante

PARAMETRO	GEOM	PEND	LITO	
GEOM	0.652	0.692	0.556	0.633
PEND	0.217	0.231	0.333	0.260
LITO	0.130	0.077	0.111	0.106
	1.00	1.00	1.00	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 17. Índice y relación de consistencia del factor condicionante

IC	0.019
RC	0.037

Fuente: equipo técnico

3.7.1.2. U. GEOMORFOLOGICAS:

Ponderación de descriptores del parámetro de Pendiente:

Cuadro 18. Descriptores del parámetro de pendiente

PARÁMETRO		U. GEOMORFOLOGICAS
DESCRIPTORES	GEOM1	LLANURA DE INUNDACION
	GEOM2	TERRAZAS
	GEOM3	CONO ALUVIAL
	GEOM4	LADERAS EMPINADAS
	GEOM5	LADERAS INCLINADAS

Fuente: equipo técnico

Cuadro 19. Matriz de comparación de pares del parámetro de pendiente

PARAMETRO	GEOM1	GEOM2	GEOM3	GEOM4	GEOM5
GEOM1	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
GEOM2	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
GEOM3	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
GEOM4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
GEOM5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 20. Matriz de normalización del parámetro de pendiente

PARAMETRO	GEOM1	GEOM2	GEOM3	GEOM4	GEOM5	VECTOR DE PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
GEOM1	0.512	0.520	0.586	0.429	0.360	0.481
GEOM2	0.256	0.260	0.234	0.306	0.280	0.267
GEOM3	0.102	0.130	0.117	0.184	0.200	0.147
GEOM4	0.073	0.052	0.039	0.061	0.120	0.069
GEOM5	0.057	0.037	0.023	0.020	0.040	0.036

Fuente: equipo técnico

Cuadro 21. Índice y relación de consistencia

IC	0.039
RC	0.035

Fuente: equipo técnico

3.7.1.3. PENDIENTE:

Cuadro 22. Descriptores del parámetro de unidades geomorfológicas

PARÁMETRO		PENDIENTE
DESCRIPTORES	PEND1	0 A 3%
	PEND2	3 A 6%
	PEND3	6 A 10%
	PEND4	10 A 13%
	PEND5	>13%

Fuente: equipo técnico

Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del parámetro de unidades geomorfológicas

PARAMETRO	PEND1	PEND2	PEND3	PEND4	PEND5
PEND1	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
PEND2	1/3	1.00	3.00	4.00	6.00
PEND3	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
PEND4	1/7	1/4	1/3	1.00	3.00
PEND5	1/8	1/6	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.80	4.75	9.53	15.33	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 24. Matriz de normalización de pares del parámetro de unidades geomorfológicas

PARAMETRO	PEND1	PEND2	PEND3	PEND4	PEND5	VECTOR DE PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
PEND1	0.56	0.63	0.52	0.46	0.35	0.503
PEND2	0.19	0.21	0.31	0.26	0.26	0.246
PEND3	0.11	0.07	0.10	0.20	0.22	0.140
GEOM4	0.08	0.05	0.03	0.07	0.13	0.073
PEND5	0.07	0.04	0.02	0.02	0.04	0.038

Fuente: equipo técnico

Cuadro 25. Índice y Relación de consistencia

IC	0.067
RC	0.060

Fuente: equipo técnico

3.7.1.4. Unidades Litológicas

Cuadro 26. Descriptores del parámetro de Unidades Geológicas

PARÁMETRO		U. LITOLOGICAS
DESCRIPTORES	LITO1	DEPOSITO FLUVIAL
	LITO2	SUELO FLUVIAL
	LITO3	DEPOSITOS ALUVIALES
	LITO4	DEPOSITOS COLUVIALES
	LITO5	DEPOSITOS ALUVIO-FLUVIALES

Fuente: equipo técnico

Cuadro 27. Matriz de comparación de pares del parámetro de Geología

PARAMETRO	LITO1	LITO2	LITO3	LITO4	LITO5
LITO1	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
LITO2	1/2	1.00	2.00	5.00	7.00
LITO3	1/4	1/2	1.00	3.00	5.00
LITO4	1/7	1/5	1/3	1.00	2.00
LITO5	1/9	1/7	1/5	1/2	1.00
SUMA	2.00	3.84	7.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 28. Matriz de normalización de pares del parámetro de Geología

PARAMETRO	LITO1	LITO2	LITO3	LITO4	LITO5	VECTOR DE PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
LITO1	0.50	0.52	0.53	0.42	0.38	0.470
LITO2	0.25	0.26	0.27	0.30	0.29	0.274
LITO3	0.12	0.13	0.13	0.18	0.21	0.156
LITO4	0.07	0.05	0.04	0.06	0.08	0.062
LITO5	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.038

Fuente: equipo técnico

Cuadro 29. Índice y Relación de consistencia

INDICE Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA	
IC=	0.018
RC=	0.016

Fuente: equipo técnico

Cuadro 30. Cuadro resumen factores condicionantes

FACTORES CONDICIONANTE					
PARAMETRO 01		PARAMETRO 02		PARAMETRO 03	
U. GEOMORFOLOGICAS		PENDIENTE		U. LITOLOGICAS	
PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR
0.633	0.481	0.260	0.503	0.106	0.470
	0.267		0.246		0.274
	0.147		0.140		0.156
	0.069		0.073		0.062
	0.036		0.038		0.038

Fuente: equipo técnico

Cuadro 31. Niveles de factores condicionantes con sus rangos

DESCRIPCIÓN	NIVELES	RANGO
U. Geomorfológicas, llanura de inundación, pendiente, 0 a 3%, u. Litológicas, depósito fluvial,	MUY ALTO	$0.262 \leq P < 0.486$
U. Geomorfológicas, terrazas, pendiente, 3 a 6%, u. Litológicas, suelo fluvial,	ALTO	$0.146 \leq P < 0.262$
U. Geomorfológicas, cono aluvial, pendiente, 6 a 10%, u. Litológicas, depósitos aluviales,	MEDIO	$0.07 \leq P < 0.146$
U. Geomorfológicas, laderas empinadas, laderas inclinadas, pendiente, 10 a 13%, >13%, u. Litológicas, depósitos coluviales, depósitos Aluvio-fluviales,	BAJO	$0.037 \leq P < 0.07$

Fuente: equipo técnico

3.7.2. Factores Desencadenantes

3.7.2.1. Umbrales de Precipitación

Se ha considerado un evento de precipitación máxima diaria superior a los 26.7mm que ocurrió en el mes de febrero del 2010, donde la precipitación fue de 42.6mm el cual corresponde a una precipitación extremadamente lluviosa con umbrales de precipitación $RR > 26.7$ mm con percentil $RR/día > 99p$.

Cuadro 32. Descriptores de umbrales de precipitación

PARÁMETRO	UMBRALES DE PRECIPITACION
DESCRIPTORES	UP1 EXTREMADAMENTE LLUVIOSO $RR > 26.7$ mm
	UP2 MUY LLUVIOSO $16.5 \text{ mm} < RR \leq 26.7$ mm
	UP3 LLUVIOSO $12.5 \text{ mm} < RR \leq 16.5$ mm
	UP4 MODERADAMENTE LLUVIOSO $6.8 \text{ mm} < RR \leq 12.5$ mm

	UP5	ESCASAMENTE LLUVIOSO <6.8 mm
--	------------	------------------------------

Fuente: equipo técnico a partir de umbrales de precipitación determinado por Senamhi

Cuadro 33. Matriz de comparación de pares del parámetro de precipitación

PARAMETRO	UP1	UP2	UP3	UP4	UP5
UP1	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
UP2	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
UP3	0.25	0.50	1.00	2.00	5.00
UP4	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
UP5	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.84	7.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 34. Matriz de normalización del parámetro umbrales de precipitación

PARAMETRO	UP1	UP2	UP3	UP4	UP5	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
UP1	0.50	0.52	0.52	0.45	0.38	0.473
UP2	0.25	0.26	0.26	0.32	0.29	0.277
UP3	0.12	0.13	0.13	0.13	0.21	0.144
UP4	0.07	0.05	0.06	0.06	0.08	0.067
UP5	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.039

Fuente: equipo técnico

Cuadro 35. Índice y Relación de consistencia

INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA	
IC=	0.015
RC=	0.014

Fuente: equipo técnico

Cuadro 36. Cuadro resumen factor desencadenante

PARAMETRO 01		VALOR
UMBRALES DE PRECIPITACION		
PARAMETRO	DESCRIPTOR	
1.000	0.473	0.473
	0.277	0.277
	0.144	0.144
	0.067	0.067
	0.039	0.039

Fuente: equipo técnico

Cuadro 37. Cuadro de estratificación factor desencadenante

DESCRIPCIÓN	NIVELES	RANGO
Umbral de precipitación, extremadamente lluvioso RR>26.7 mm	MUY ALTO	0.277 ≤ P < 0.473
Umbral de precipitación, muy lluvioso 16.5 mm < RR ≤ 26.7 mm	ALTO	0.144 ≤ P < 0.277
Umbral de precipitación, lluvioso 12.5 mm < RR ≤ 16.5 mm	MEDIO	0.067 ≤ P < 0.144
Umbral de precipitación, moderadamente lluvioso 6.8 mm < RR ≤ 12.5 mm, escasamente lluvioso < 6.8 mm,	BAJO	0.039 ≤ P < 0.067

Fuente: equipo técnico

3.8. ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Se tiene como elementos expuestos en el área de influencia principalmente:

❖ **Población estudiantil**

El centro experimental agronómico kayra alberga 2 carreras profesionales, la carrera profesional de agronomía y la carrera profesional de zootecnia con un total de más de 500 estudiantes que están cursando desde el 1er semestre hasta el 10mo semestre, los mismos que se verían perjudicados ante la presencia de fenómenos de inundación fluvial.

❖ **Infraestructura pública:**

La principal infraestructura que se expone a este tipo de fenómenos es el moderno establo lechero que se encuentra próxima al cauce del río Huanaccaure.

BLOQUE	AREA(m2)	TIPO DE MATERIAL
ESTABLO LECHERO	2624	Concreto
CRIADERO DE PORCINOS	545	Adobe

❖ **Planta de tratamiento de aguas residuales**

Dentro de los elementos expuestos también se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales del establo lechero que se encuentra aguas debajo de la mencionada infraestructura.

BLOQUE	AREA(m2)	TIPO DE MATERIAL
POZA DE TRATAMIENTO PRIMARIO	74	concreto
POZA DE OXIDACION	280.57	concreto

❖ **Redes de agua, alcantarillado**

El moderno establo lechero cuenta con redes de agua y desagüe en todas las áreas.

❖ **Red de energía eléctrica**

El moderno establo lechero cuenta con la adecuada distribución de la red de energía eléctrica e iluminación en cada uno de los bloques integrantes haci como en el área verde.

❖ **Terrenos Agrícolas.**

La facultad de ciencias agrarias de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, específicamente la carrera profesional de agronomía, utiliza los terrenos agrícolas de la zona de estudio para poner en practica los conocimientos adquiridos en las aulas y de esta forma comprender el comportamiento y desarrollo de los diferentes tipos de cultivos ya sean de maíz u otros los mismos que ante la crecida del rio Huanaccaure son afectados provocando perdida de información valiosa para su desarrollo profesional.

3.9. DEFINICION DE ESCENARIOS.

Del análisis del registro de precipitaciones máximas en 24 horas (PPmax24h) de la estación meteorológica de la Granja Kayra del año 1983 al 2013, se ha considerado un evento de precipitación máxima diaria de 42.6 mm que ocurrió el mes de febrero del año 2010. Este evento corresponde a la categoría extremadamente lluviosa con umbrales de precipitación RR>26.7mm con percentil RR/día > 99p.

Con este evento desencadenado en el ámbito del estudio con pendientes llanas entre lo 0 a 6%, , disgregadas en 5 descriptores teniendo un área para que se desencadene el evento, se presentan las inundaciones que ocasionarían daño a los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental.

3.10. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO

En el cuadro que se muestra a continuación, se muestra los niveles de peligro y sus rangos obtenidos a través del proceso del análisis jerárquico.

Cuadro 38. Matriz de cálculo de los niveles de peligro

FENOMENO NATURAL		SUSCEPTIBILIDAD				PESO DE SUSCEPTIBILIDAD	VALOR
INUNDACION FLUVIAL		FACTOR CONDICIONANTE		FACTORES DESENCADENANTES			
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO		
0.468	0.500	0.486	0.400	0.473	0.600	0.500	0.473
0.268		0.262		0.277			0.270
0.144		0.146		0.144			0.144
0.076		0.070		0.067			0.072
0.044		0.037		0.039			0.041

Fuente: equipo técnico

Cuadro 39. Rango de niveles de peligro

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.270	≤ P <	0.473
ALTO	0.144	≤ P <	0.270



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



MEDIO	0.072	$\leq P <$	0.144
BAJO	0.041	$\leq P <$	0.072

Fuente: equipo técnico

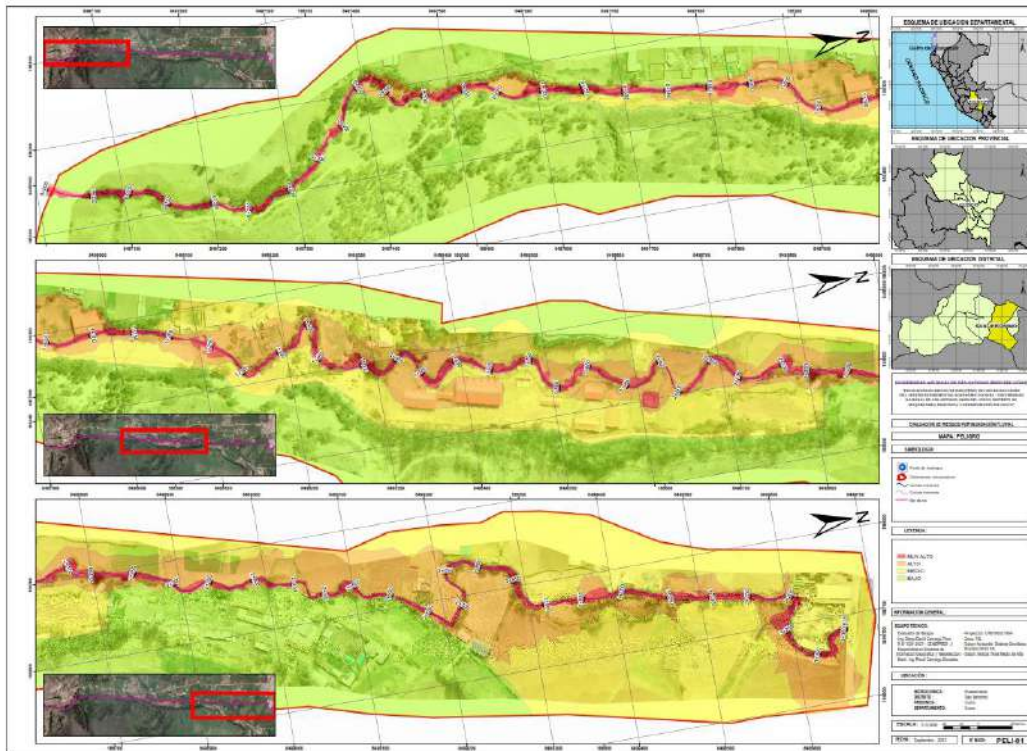
3.10.1. Estratificación Del Nivel De Peligro

Cuadro 40. Estratificación de los niveles de peligro

DESCRIPCION	NIVELES DE PELIGRO	RANGO
Periodo de retorno 500 años, u. Geomorfológicas, llanura de inundación, pendiente, 0 a 3%, u. Litológicas, deposito fluvial, umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm	MUY ALTO	0.27 ≤ P < 0.473
Periodo de retorno 200 años, u. Geomorfológicas, terrazas, pendiente, 3 a 6%, u. Litológicas, suelo fluvial, umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm	ALTO	0.144 ≤ P < 0.27
Periodo de retorno 100 años, u. Geomorfológicas, cono aluvial, pendiente, 6 a 10%, u. Litológicas, depósitos aluviales, umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm	MEDIO	0.072 ≤ P < 0.144
Periodo de retorno 50 años, 20 años, u. Geomorfológicas, laderas empinadas, laderas inclinadas, pendiente, 10 a 13%, >13%, u. Litológicas, depósitos coluviales, depósitos Aluvio-fluviales, umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm	BAJO	0.041 ≤ P < 0.072

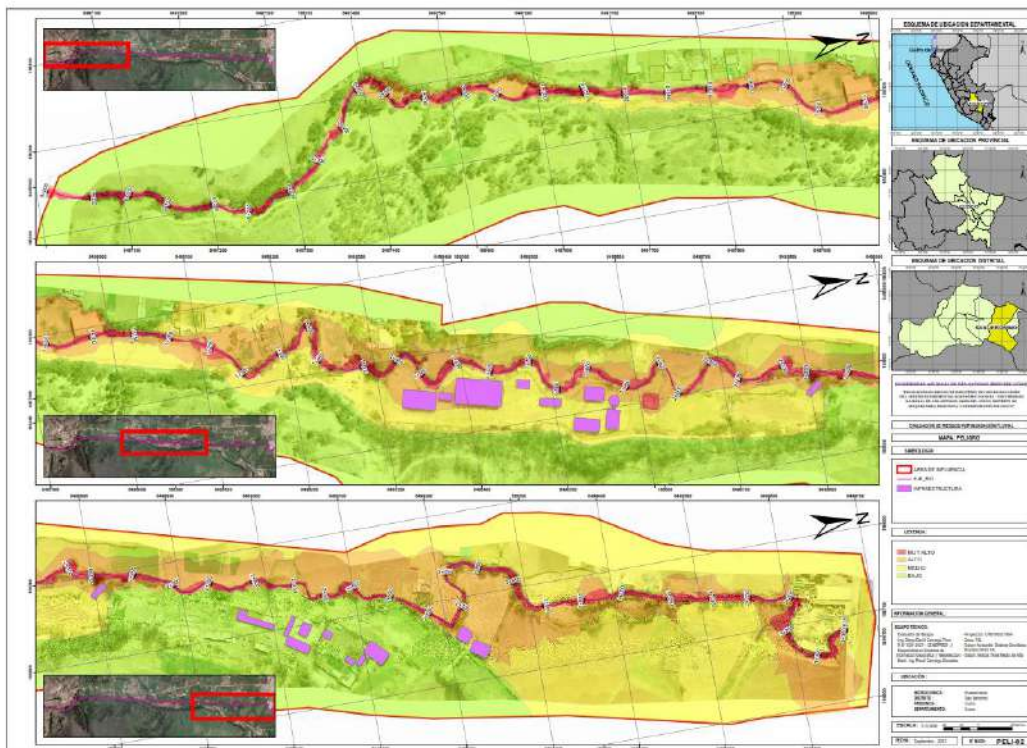
Fuente: equipo técnico

Mapa 19. Niveles de Peligro por Ámbito de Influencia



Fuente: equipo técnico

Mapa 20. Peligro por Elemento Expuesto



Fuente: equipo técnico

CAPITULO IV. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

En marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM) se define vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Es un parámetro importante que sirve para calcular el nivel de riesgo.

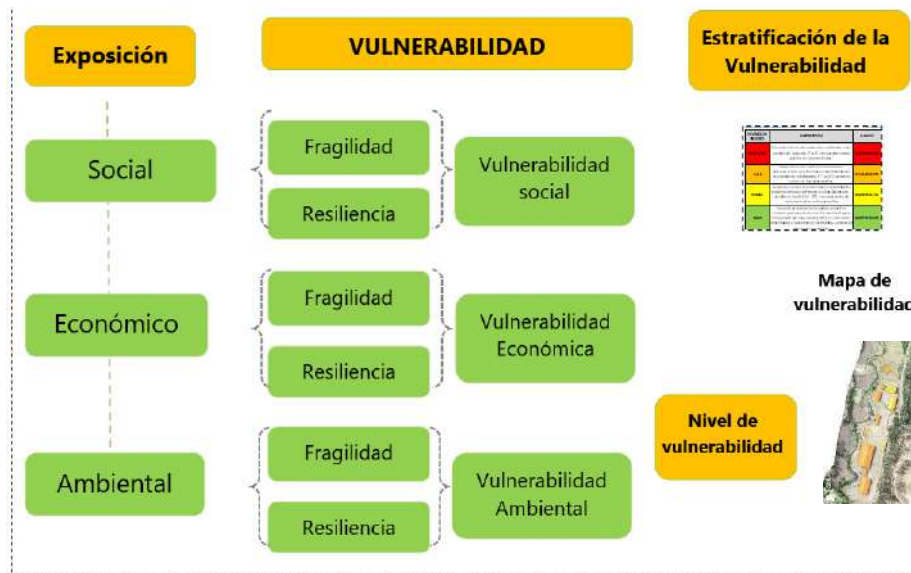
Bajo esta definición se recabó la información primaria en base a encuestas sobre los factores de exposición, fragilidad y resiliencia a nivel de cada infraestructura expuesta en el área de estudio.

En el área de estudio se realizó el análisis de la vulnerabilidad en sus factores de exposición, fragilidad y resiliencia de acuerdo a la cuantificación de los elementos expuestos al peligro por inundación, infraestructura educativa, red de sistema de electricidad, instalación de vías y cursos naturales de agua, etc.

4.1. METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área de influencia, se consideró la Dimensión Social, Económica y Ambiental habiendo además utilizado a la información cartográfica digitalizada de cada una de las infraestructuras próximas al cauce del río Huanaccaure, la base de datos de las fichas levantadas en campo, elaboradas y procesadas por el componente físico construido, así como datos primarios obtenidos del trabajo de campo realizado en el área de evaluación, información basada en la cuantificación de los elementos expuestos en los diferentes niveles de peligrosidad del área de evaluación, la metodología se basa en el siguiente diagrama:

Figura 43. Metodología para determinar los niveles de vulnerabilidad



Fuente. Adaptado de CENEPRED.



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



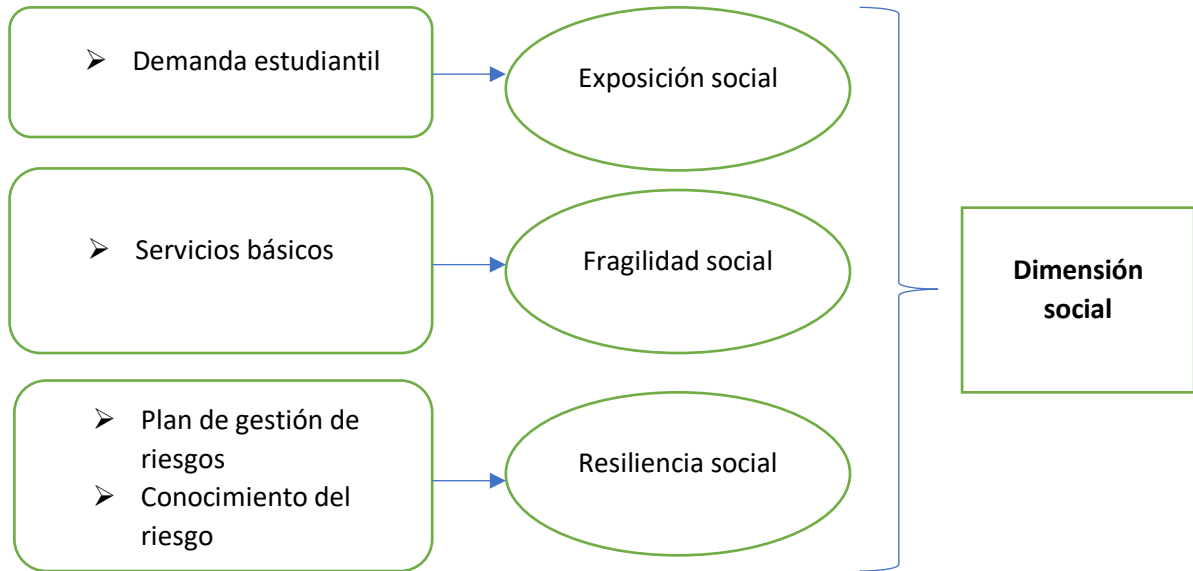
Figura 44. Ficha modelo del levantamiento de información en campo para la determinación de la vulnerabilidad

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC				
EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO FICHA DE CAMPO				
DATOS GENERALES				
LUGAR	SECTOR	BLOQUE	FICHA N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO			
UBICACIÓN POLITICA				
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito
				SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL				
EXPOSICION				
DEMANDA ESTUDIANTIL				
> 500				
400 - 500				
300 - 399				
200 - 299				
100 - 199				
FRAGILIDAD				
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS				
ninguno				
agua				
desague				
energia electrica				
telefono e internet				
RESILIENCIA				
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS	CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	sin conocimiento			
no conoce	conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica	conocimiento limitado			
tiene y no aplica	conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica	si conoce			
DIMENSION ECONOMICA				
EXPOSICION				
DISTANCIA AL EJE DEL RIO				
<10 m				
10-15 m				
15-20m				
20-25m				
>25 m				
FRAGILIDAD				
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo	mixto precario			
malo	adobe			
regular	acero/drywall			
bueno	ladrillo o bloqueta			
conservado	concreto armado			
RESILIENCIA				
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce	no tiene			
no cumple	escaso			
conoce pero no cumple	si cuenta limitado			
cumple parcialmente	si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL				
EXPOSICION				
CERCANIA A FUENTES DE AGUA				
<10 m				
10-15 m				
15-20m				
20-25m				
>25 m				
FRAGILIDAD				
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS				
sin servicio higienico				
con letrina y arrastre hidraulico				
con letrina tipo pozo seco				
con unidad basica de tratamiento				
con instalacion sanitaria				
RESILIENCIA				
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				
no cuenta				
elimina en el cauce del rio				
cuenta con tratamiento basico individual				
cuenta con tratamiento basico global				
cuenta con ptar				
DATOS DEL ENCUESTADOR				
NOMBRE:		FECHA:		

4.2 ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1. Análisis De La Dimensión Social

El análisis de la Dimensión Social consiste en identificar las características intrínsecas de la población y elementos que se relacionan con ello dentro del ámbito de estudio.



Cuadro 41. Matriz de comparación de pares factores de la dimensión social

PARÁMETRO	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL
EXPOSICION SOCIAL	1.00	3.00	5.00
FRAGILIDAD SOCIAL	0.33	1.00	3.00
RESILIENCIA SOCIAL	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: equipo técnico

Cuadro 42. Matriz de normalización de los factores de la dimensión social

PARÁMETRO	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL	Vector Priorización
EXPOSICION SOCIAL	0.652	0.692	0.556	0.633
FRAGILIDAD SOCIAL	0.217	0.231	0.333	0.260
RESILIENCIA SOCIAL	0.130	0.077	0.111	0.106
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 43. Índice y relación de consistencia de los factores de la dimensión social

IC	0.019
RC	0.037

Fuente: equipo técnico

4.2.1.1. Análisis de la exposición social

El parámetro a analizar es:

- Demanda estudiantil.

Cuadro 44. Parámetro de la exposición social

PARAMETRO	DESCRIPCION	VALOR
P1	DEMANDA ESTUDIANTIL	1.00

Fuente: equipo técnico

Parámetro: Demanda estudiantil:

Este parámetro esta referido a la cantidad población beneficiaria(estudiantes) que se vería afectada ante la ocurrencia del fenómeno de inundación.

Cuadro 45. Matriz de comparación de pares del parámetro demanda estudiantil

DEMANDA ESTUDIANTIL	> 500	400 - 500	300 - 399	200 - 299	100 - 199
> 500	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
400 - 500	0.50	1.00	4.00	6.00	8.00
300 - 399	0.25	0.25	1.00	2.00	4.00
200 - 299	0.17	0.17	0.50	1.00	2.00
100 - 199	0.13	0.13	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.54	9.75	15.50	23.00
1/SUMA	0.49	0.28	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 46. Matriz de normalización de pares del parámetro demanda estudiantil

DEMANDA ESTUDIANTIL	> 500	400 - 500	300 - 399	200 - 299	100 - 199	Vector Priorizacion
> 500	0.490	0.565	0.410	0.387	0.348	0.440
400 - 500	0.245	0.282	0.410	0.387	0.348	0.334
300 - 399	0.122	0.071	0.103	0.129	0.174	0.120
200 - 299	0.082	0.047	0.051	0.065	0.087	0.066
100 - 199	0.061	0.035	0.026	0.032	0.043	0.040
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 47. Índice y relación de consistencia del parámetro demanda estudiantil

IC	0.029
RC	0.026

Fuente: equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



4.2.1.2. Análisis de la fragilidad social

El parámetro a analizar es:

- Servicios básicos

Cuadro 48. Parámetro de la fragilidad social

	PARAMETROS	VALOR
P1	SERVICIOS BASICOS	1.00

Fuente: equipo técnico

Parámetro: servicios básicos:

Este parámetro esta referido a los servicios básicos con los cuales cuenta la infraestructura es este caso el establo lechero.

Cuadro 49. Matriz de comparación de pares del parámetro servicios básicos

SERVICIOS BASICOS	ninguno	solo un servicio básico	dos servicios básicos	tres servicios básicos	todos los servicios básicos /telef. e internet
ninguno	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
solo un servicio básico	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
dos servicios básicos	0.20	0.33	1.00	5.00	3.00
tres servicios básicos	0.14	0.20	0.20	1.00	3.00
todos los servicios básicos /telef. e internet	0.11	0.14	0.33	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	18.33	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.05	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 50.matriz de normalización del parámetro servicios básicos

SERVICIOS BASICOS	ninguno	solo un servicio básico	dos servicios básicos	tres servicios básicos	todos los servicios básicos /telef. e internet	Vector Priorización
ninguno	0.560	0.642	0.524	0.382	0.391	0.500
solo un servicio básico	0.187	0.214	0.315	0.273	0.304	0.258
dos servicios básicos	0.112	0.071	0.105	0.273	0.130	0.138
tres servicios básicos	0.080	0.043	0.021	0.055	0.130	0.066
todos los servicios básicos /telef. e internet	0.062	0.031	0.035	0.018	0.043	0.038
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 51. Índice y relación de consistencia del parámetro servicios básicos

IC	0.094
RC	0.085

Fuente: equipo técnico

4.2.1.3. Análisis de la resiliencia social

Los parámetros a analizar son:

- Plan de gestión de riesgos
- Conocimiento del riesgo

Cuadro 52. Parámetros de la resiliencia social

PARAMETRO	PARAMETROS	VALOR
P1	PLAN DE GESTION DE RIESGOS	0.5
P2	CONOCIMIENTO DE RIESGO	0.5

Fuente: equipo técnico

Parámetro: plan de gestión de riesgos

Esta referido a que la institución o en este caso el estable lechero cuente con un plan de gestión de riesgos ante la ocurrencia de emergencias o desastres.

Cuadro 53. Matriz de comparación de pares del parámetro plan de gestión de riesgos

PLAN DE GESTION DE RIESGOS	no tiene	no conoce	si conoce, pero no aplica	tiene y no aplica	tiene y aplica
no tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
no conoce	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
si conoce, pero no aplica	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
tiene y no aplica	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
tiene y aplica	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 54. Matriz de normalización del parámetro plan de gestión de riesgos

PLAN DE GESTION DE RIESGOS	no tiene	no conoce	si conoce, pero no aplica	tiene y no aplica	tiene y aplica	Vector Priorización
no tiene	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
no conoce	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
si conoce, pero no aplica	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
tiene y no aplica	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
tiene y aplica	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 55. Índice y relación de consistencia del parámetro plan de gestión de riesgos

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: equipo técnico

Parámetro: conocimiento del riesgo

Este parámetro esta referido al nivel de conocimiento del riesgo con el que cuentan autoridades, docentes y alumnos del centro experimental kayra.

Cuadro 56. Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento del riesgo

CONOCIMIENTO DE RIESGO	sin conocimiento	conocimiento erróneo	conocimiento limitado	conocimiento, pero sin intereses	si conoce
sin conocimiento	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
conocimiento erróneo	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
conocimiento limitado	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
conocimiento, pero sin intereses	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
si conoce	0.13	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.16	4.03	6.70	11.33	22.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: equipo técnico

Cuadro 57. Matriz de normalización del parámetro conocimiento del riesgo

CONOCIMIENTO DE RIESGO	sin conocimiento	conocimiento erróneo	conocimiento limitado	conocimiento, pero sin intereses	si conoce	Vector Priorización
sin conocimiento	0.463	0.496	0.448	0.441	0.364	0.442
conocimiento erróneo	0.232	0.248	0.299	0.265	0.227	0.254
conocimiento limitado	0.154	0.124	0.149	0.176	0.227	0.166
conocimiento, pero sin intereses	0.093	0.083	0.075	0.088	0.136	0.095
si conoce	0.058	0.050	0.030	0.029	0.045	0.042
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 58. Índice y relación de consistencia del parámetro conocimiento del riesgo

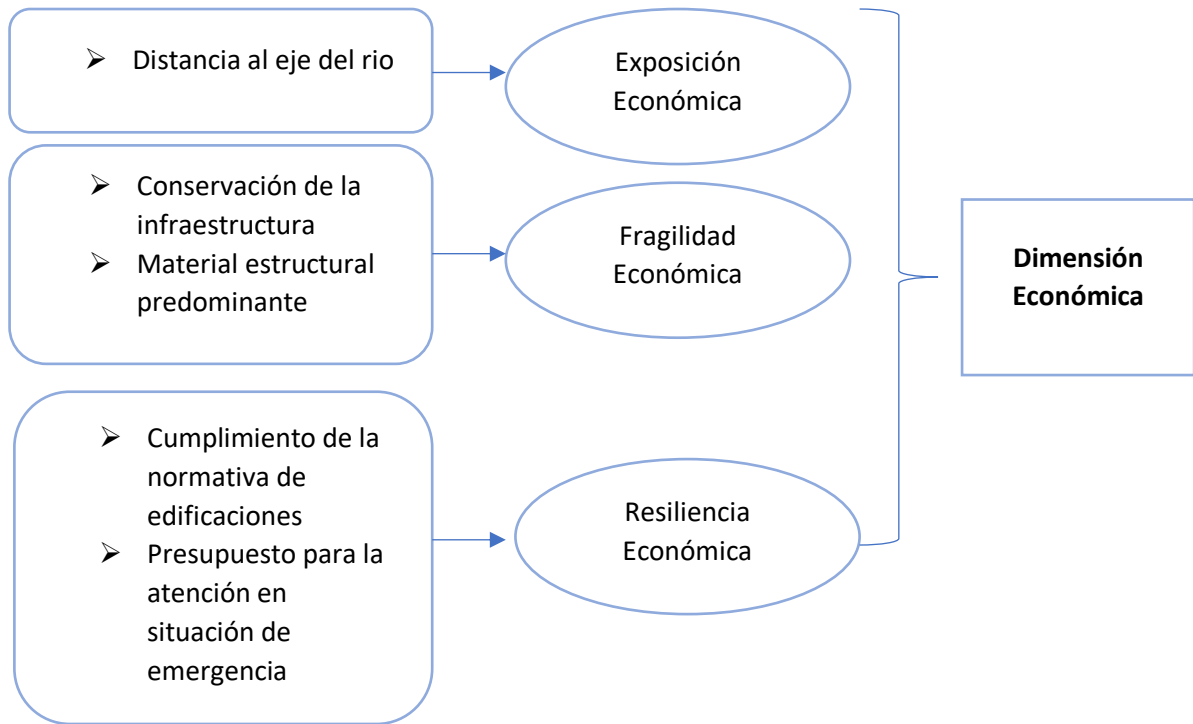
IC	0.020
RC	0.018

Fuente: equipo técnico

4.2.2. Análisis De La Dimensión Económica

Para el análisis de la Dimensión Económica se ha considerado las características de la infraestructura, las cuales dan una idea aproximada de las condiciones económicas.

Para ello se ha identificado y seleccionado parámetros de evaluación agrupados por factores de Exposición, Fragilidad Y Resiliencia en el área de influencia.



Cuadro 59. Matriz de comparación de pares de la dimensión económica

PARÁMETRO	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA
EXPOSICION ECONOMICA	1.00	2.00	5.00
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.50	1.00	2.00
RESILIENCIA ECONOMICA	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.70	3.50	8.00
1/SUMA	0.59	0.29	0.13

Fuente: equipo técnico

Cuadro 60. Matriz de normalización de pares de la dimensión económica

PARÁMETRO	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA	Vector Priorización
EXPOSICION ECONOMICA	0.588	0.571	0.625	0.595
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.294	0.286	0.250	0.277

RESILIENCIA ECONOMICA	0.118	0.143	0.125	0.129
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 61. Índice y relación de consistencia de la dimensión económica

IC	0.003
RC	0.005

Fuente: equipo técnico

4.2.2.1. Análisis de la exposición económica

El parámetro a analizar es:

- Distancia al eje del río

Cuadro 62. Parámetro de la exposición económica

PARAMETRO	PARAMETRO	VALOR
P1	DISTANCIA AL EJE DEL RIO	1.00

Fuente: equipo técnico

Parámetro: Distancia al eje del río

Este parámetro está referido a la proximidad al eje del río de los bloques o componentes del estable lechero y demás infraestructura.

Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia al eje del río

DISTANCIA AL EJE DEL RIO	<10 m	10-15 m	15-20m	20-25m	>25 m
<10 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
10-15 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
15-20m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
20-25m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
>25 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro distancia al eje del río

DISTANCIA AL EJE DEL RIO	<10 m	10-15 m	15-20m	20-25m	>25 m	Vector Priorización
<10 m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
10-15 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
15-20m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
20-25m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
>25 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 65. Índice y relación de consistencia del parámetro distancia al eje del río

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: equipo técnico

4.2.2.2. Análisis de la fragilidad económica

Los parámetros a analizar son:

- Conservación de la infraestructura
- Material estructural predominante

Cuadro 66. Parámetros de la fragilidad económica

PARAMETRO	PARAMETROS	VALOR
P1	CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	0.4
P2	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE	0.6

Fuente: equipo técnico

Parámetro: conservación de la infraestructura

Este parámetro está referido al nivel de conservación de las instalaciones dentro del establo lechero.

Cuadro 67. Matriz de comparación de pares del parámetro conservación de la infraestructura

CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	muy malo/precario	malo	regular	bueno	conservado
muy malo/precario	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
malo	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
regular	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
bueno	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
conservado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.89	7.53	15.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 68. Matriz de normalización del parámetro conservación de la infraestructura

CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	muy malo/precario	malo	regular	conservado	bueno	Vector Priorización
muy malo/ precario	0.499	0.514	0.531	0.457	0.360	0.472
malo	0.250	0.257	0.265	0.261	0.280	0.263
regular	0.125	0.128	0.133	0.196	0.200	0.156
conservado	0.071	0.064	0.044	0.065	0.120	0.073
bueno	0.055	0.037	0.027	0.022	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 69. Índice y relación de consistencia del parámetro conservación de la infraestructura

IC	0.029
RC	0.026

Fuente: equipo técnico

Parámetro: material estructural predominante

Este parámetro se refiere al material estructural con el cual fueron edificadas cada una de las instalaciones dentro del estable lechero

Cuadro 70. Matriz de comparación de pares del parámetro material estructural predominante

MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE	mixto/precario	adobe	acero/drywall	ladrillo-bloqueta	concreto armado
mixto/precario	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
adobe	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
acero/drywall	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
ladrillo-bloqueta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 71. Matriz de normalización de pares del parámetro material estructural predominante

MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE	mixto/precario	adobe	acero/drywall	ladrillo-bloqueta	concreto armado	Vector Priorización
mixto/precario	0.512	0.520	0.586	0.429	0.360	0.481
adobe	0.256	0.260	0.234	0.306	0.280	0.267
acero/drywall	0.102	0.130	0.117	0.184	0.200	0.147
ladrillo-bloqueta	0.073	0.052	0.039	0.061	0.120	0.069
concreto armado	0.057	0.037	0.023	0.020	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 72. Índice y relación de consistencia del parámetro material estructural predominante

IC	0.039
RC	0.035

Fuente: equipo técnico

4.2.2.3. Análisis de la resiliencia económica

Los parámetros a analizar son:

- Cumplimiento de la normativa de edificaciones
- Presupuesto para la atención en situación de emergencia

Cuadro 73. Parámetros de la resiliencia económica

PARAMETRO	PARAMETROS	VALOR
P1	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	0.6

P2	PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA	0.4
----	--	-----

Fuente: equipo técnico

Parámetro: cumplimiento de la normativa de edificaciones

Este parámetro esta referido al cumplimiento de la normativa de edificaciones durante el proceso constructivo de la infraestructura.

Cuadro 74. Matriz de comparación de pares del parámetro cumplimiento de la normativa de edificaciones

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	desconoce	no cumple	conoce pero no cumple	cumple parcialmente	cumple en su totalidad
desconoce	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
no cumple	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
conoce pero no cumple	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
cumple parcialmente	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
cumple en su totalidad	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 75. Matriz de normalización del parámetro cumplimiento de la normativa de edificaciones

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	desconoce	no cumple	conoce pero no cumple	cumple parcialmente	cumple en su totalidad	Vector Priorización
desconoce	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
no cumple	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
conoce pero no cumple	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
cumple parcialmente	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
cumple en su totalidad	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 76. Índice y relación de consistencia del parámetro cumplimiento de la normativa de edificaciones

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: equipo técnico

Parámetro: presupuesto para la atención en situación de emergencia

Este parámetro esta referido si se cuenta o no con recursos de contingencia para la atención de emergencias en este caso a inundaciones.



**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO,
DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO**



Cuadro 77. Matriz de comparación de pares del parámetro presupuesto para la atención en situación de emergencia

PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA	no tiene	escaso	si cuenta limitado	si cuenta con lo suficiente	si cuenta ilimitado
no tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
escaso	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
si cuenta limitado	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
si cuenta con lo suficiente	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
si cuenta ilimitado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 78. Matriz de normalización del parámetro presupuesto para la atención en situación de emergencia

PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA	no tiene	escaso	si cuenta limitado	si cuenta con lo suficiente	si cuenta ilimitado	Vector Priorizacion
no tiene	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
escaso	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
si cuenta limitado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
si cuenta con lo suficiente	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
si cuenta ilimitado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

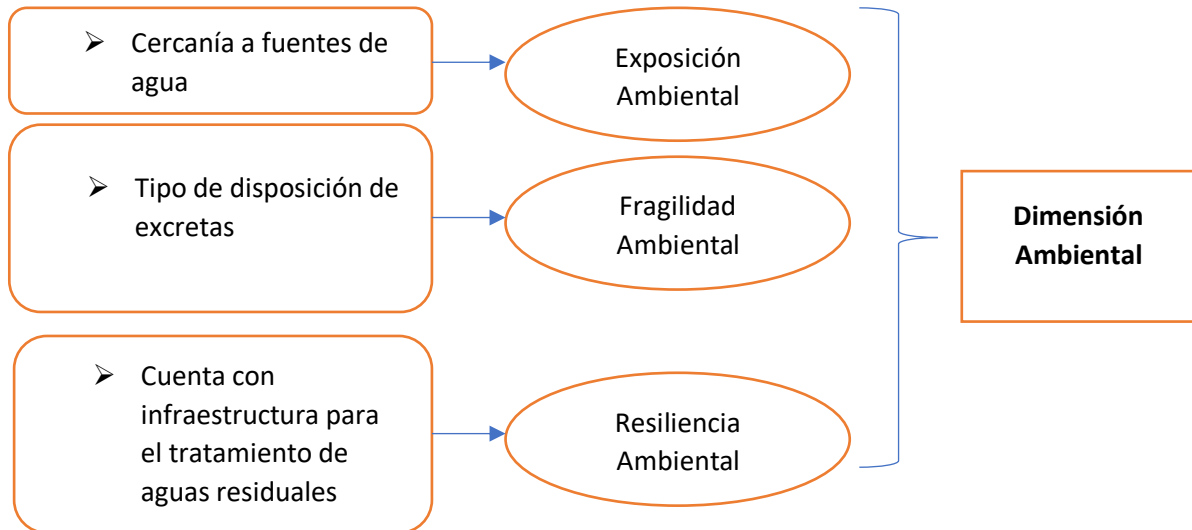
Cuadro 79. Índice y relación de consistencia del parámetro presupuesto para la atención en situación de emergencia

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: equipo técnico

4.2.3. Análisis De La Dimensión Ambiental

Para el análisis de la Dimensión Ambiental se considera características del medio ambiente tales como cercanía a fuentes de agua, tipo de disposición de excretas, contar con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, para el análisis de la Exposición, Fragilidad Y Resiliencia Ambiental, del área de influencia



Cuadro 80. Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental

PARÁMETRO	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA
EXPOSICION ECONOMICA	1.00	3.00	4.00
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.33	1.00	2.00
RESILIENCIA ECONOMICA	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.58	4.50	7.00
1/SUMA	0.63	0.22	0.14

Fuente: equipo técnico

Cuadro 81. Matriz de normalización de pares de la dimensión ambiental

PARÁMETRO	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA	Vector Priorización
EXPOSICION ECONOMICA	0.632	0.667	0.571	0.623
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.211	0.222	0.286	0.239
RESILIENCIA ECONOMICA	0.158	0.111	0.143	0.137
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 82. Índice y relación de consistencia de la dimensión ambiental

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: equipo técnico

4.2.3.1. Análisis de la exposición ambiental

El parámetro a analizar es:

- Cercanía a fuentes de agua

Cuadro 83. Parámetros de la exposición ambiental

PARÁMETRO	PARAMETROS	VALOR
P1	CERCANIA A FUENTES DE AGUA	1.00

Fuente: equipo técnico

Parámetro: cercanía a fuentes de agua

Parámetro referido a la proximidad a fuentes de agua en este caso ríos, captaciones, etc.

Cuadro 84. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a fuentes de agua

CERCANIA A FUENTES DE AGUA	<10 m	10-15 m	15-20m	20-25m	>25 m
<10 m	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
10-15 m	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
15-20m	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
20-25m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
>25 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 85. Matriz de normalización del parámetro cercanía a fuentes de agua

CERCANIA A FUENTES DE AGUA	<10 m	10-15 m	15-20m	20-25m	>25 m	Vector Priorización
<10 m	0.512	0.520	0.586	0.429	0.360	0.481
10-15 m	0.256	0.260	0.234	0.306	0.280	0.267
15-20m	0.102	0.130	0.117	0.184	0.200	0.147
20-25m	0.073	0.052	0.039	0.061	0.120	0.069
>25 m	0.057	0.037	0.023	0.020	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 86. Índice y relación de consistencia del parámetro cercanía a fuentes de agua

IC	0.039
RC	0.035

Fuente: equipo técnico

4.2.3.2. Análisis de la fragilidad ambiental

El parámetro a analizar es:

➤ Tipo de disposición de excretas

Cuadro 87. Parámetros de la fragilidad ambiental

PARÁMETRO	PARAMETROS	VALOR
P1	TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS	1.00

Fuente: equipo técnico

Parámetro: tipo de disposición de excretas

Parámetro referido al tipo de disposición de excretas con la que cuenta la infraestructura la misma que afectaría al medio ambiente.

Cuadro 88. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de disposición de excretas

TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS	sin servicio higiénico	con letrina y arrastre hidráulico	con letrina tipo pozo seco	con unidad básica de tratamiento	con instalación sanitaria
sin servicio higiénico	1.00	2.00	5.00	6.00	8.00
con letrina y arrastre hidráulico	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
con letrina tipo pozo seco	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
con unidad básica de tratamiento	0.17	0.20	0.50	1.00	5.00
con instalación sanitaria	0.13	0.17	0.20	0.20	1.00
SUMA	1.99	3.70	9.70	14.20	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.10	0.07	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 89. Matiz de normalización del parámetro tipo de disposición de excretas

TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS	sin servicio higiénico	con letrina y arrastre hidráulico	con letrina tipo pozo seco	con unidad básica de tratamiento	con instalación sanitaria	Vector Priorización
sin servicio higiénico	0.502	0.541	0.515	0.423	0.320	0.460
con letrina y arrastre hidráulico	0.251	0.270	0.309	0.352	0.240	0.285
con letrina tipo pozo seco	0.100	0.090	0.103	0.141	0.200	0.127
con unidad básica de tratamiento	0.084	0.054	0.052	0.070	0.200	0.092
con instalación sanitaria	0.063	0.045	0.021	0.014	0.040	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro 90. Índice y relación de consistencia del parámetro tipo de disposición de excretas

IC	0.077
----	-------

RC	0.069
----	-------

Fuente: equipo técnico

4.2.3.3. análisis de la resiliencia ambiental

El parámetro a analizar es:

- Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales

Cuadro 91. Parámetro de la resiliencia ambiental

PARAMETRO	PARAMETROS	VALOR
P1	CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	1.00

Fuente: equipo técnico

Parámetro: Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales

Parámetro referido si la infraestructura cuenta con tratamiento de aguas residuales o se elimina estos en ríos o en el peor de los casos no cuente con este componente.

Cuadro 92. Matriz de comparación de pares del parámetro Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales

CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	no cuenta	elimina en el cauce del río	cuenta con tratamiento básico individual	cuenta con tratamiento básico global	cuenta con PTAR
no cuenta	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
elimina en el cauce del río	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
cuenta con tratamiento básico individual	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
cuenta con tratamiento básico global	0.17	0.25	0.50	1.00	4.00
cuenta con PTAR	0.13	0.17	0.25	0.25	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.25	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.08	0.04

Fuente: equipo técnico

Cuadro 93. Matriz de normalización del parámetro Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales

CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	no cuenta	elimina en el cauce del río	cuenta con tratamiento básico individual	cuenta con tratamiento básico global	cuenta con PTAR	Vector Priorización
no cuenta	0.490	0.511	0.516	0.453	0.348	0.463
elimina en el cauce del río	0.245	0.255	0.258	0.302	0.261	0.264
cuenta con tratamiento básico individual	0.122	0.128	0.129	0.151	0.174	0.141
cuenta con tratamiento básico global	0.082	0.064	0.065	0.075	0.174	0.092
cuenta con PTAR	0.061	0.043	0.032	0.019	0.043	0.040
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 94. Índice y relación de consistencia del parámetro Cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales

IC	0.037
RC	0.034

Fuente: equipo técnico

Definición y estratificación de los niveles de vulnerabilidad

En los siguientes cuadros, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos del proceso de análisis jerárquico

Cuadro 95. Matriz de la dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL															
EXPOSICION SOCIAL				FRAGILIDAD SOCIAL				RESILIENCIA SOCIAL				VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL		
DEMANDA ESTUDIANTIL	Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	SERVICIOS BASICOS	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	PLAN DE GESTION DE RIESGOS	CONOCIMIENTO DE RIESGO	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social						
										Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc
1.00	0.440	0.440	0.633	1.000	0.500	0.500	0.260	0.500	0.503	0.500	0.442	0.473	0.106	0.459	0.243
1.00	0.334	0.334	0.633	1.000	0.258	0.258	0.260	0.500	0.260	0.500	0.254	0.257	0.106	0.306	0.243
1.00	0.120	0.120	0.633	1.000	0.138	0.138	0.260	0.500	0.134	0.500	0.166	0.150	0.106	0.128	0.243
1.00	0.066	0.066	0.633	1.000	0.066	0.066	0.260	0.500	0.068	0.500	0.095	0.081	0.106	0.068	0.243
1.00	0.040	0.040	0.633	1.000	0.038	0.038	0.260	0.500	0.035	0.500	0.042	0.039	0.106	0.039	0.243

Fuente: equipo técnico

Cuadro 96. Matriz de la dimensión económica

DIMENSIÓN ECONÓMICA																	
EXPOSICION ECONOMICA				FRAGILIDAD ECONOMICA						RESILIENCIA ECONOMICA						VALOR DIMENSIÓN ECONOMICA	PESO DIMENSIÓN ECONOMICA
DISTANCIA AL EJE DEL RIO	Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE	Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA	Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica							
											Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar		
1.000	0.503	0.503	0.595	0.400	0.472	0.600	0.481	0.478	0.277	0.600	0.503	0.400	0.503	0.503	0.129	0.496	0.669
1.000	0.260	0.260	0.595	0.400	0.263	0.600	0.267	0.265	0.277	0.600	0.260	0.400	0.260	0.260	0.129	0.262	0.669
1.000	0.134	0.134	0.595	0.400	0.156	0.600	0.147	0.151	0.277	0.600	0.134	0.400	0.134	0.134	0.129	0.139	0.669
1.000	0.068	0.068	0.595	0.400	0.073	0.600	0.069	0.071	0.277	0.600	0.068	0.400	0.068	0.068	0.129	0.069	0.669
1.000	0.035	0.035	0.595	0.400	0.036	0.600	0.036	0.036	0.277	0.600	0.035	0.400	0.035	0.035	0.129	0.035	0.669

Fuente: equipo técnico



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



Cuadro 97. Matriz de la dimensión ambiental

DIMENSIÓN AMBIENTAL													
EXPOSICION AMBIENTAL				FRAGILIDAD AMBIENTAL				RESILIENCIA AMBIENTAL				VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
CERCANIA A FUENTES DE AGUA		Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS		Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica		
				Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc				
1.000	0.481	0.481	0.623	1.000	0.460	0.460	0.239	1.000	0.463	0.463	0.137	0.474	0.088
1.000	0.267	0.267	0.623	1.000	0.285	0.285	0.239	1.000	0.264	0.264	0.137	0.271	0.088
1.000	0.147	0.147	0.623	1.000	0.127	0.127	0.239	1.000	0.141	0.141	0.137	0.141	0.088
1.000	0.069	0.069	0.623	1.000	0.092	0.092	0.239	1.000	0.092	0.092	0.137	0.078	0.088
1.000	0.036	0.036	0.623	1.000	0.037	0.037	0.239	1.000	0.040	0.040	0.137	0.036	0.088

Fuente: equipo técnico

Cuadro 98. Valores de los rangos obtenidos del análisis de la vulnerabilidad

VALOR DE LA VULNERABILIDAD
0.485
0.273
0.136
0.069
0.036

Fuente: equipo técnico

Cuadro 99. Rangos de los distintos niveles de la vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.273	≤ V ≤	0.485
ALTO	0.136	≤ V <	0.273
MEDIO	0.069	≤ V <	0.136
BAJO	0.036	≤ V <	0.069

Fuente: equipo técnico

Cuadro 100. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
Vulnerabilidad Muy Alta	Demanda estudiantil >500, sin ningún servicio básico, no tiene plan de gestión de riesgos, sin conocimiento del riesgo, distancia al eje del río < 10 m, conservación de la infraestructura muy malo, material predominante mixto/precario, desconoce la normativa de edificaciones, no tiene presupuesto para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua <10m, no tiene servicios higiénicos, no cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales.	0.273 ≤ P < 0.485
Vulnerabilidad Alta	Demanda estudiantil 400-500, cuenta con solo un servicio básico, no conoce de plan de gestión de riesgos, con conocimiento erróneo del riesgo, distancia al eje del río 10 a 15 m, conservación de la infraestructura malo, material predominante adobe, no cumple con la normativa de edificaciones, cuenta con escaso presupuesto para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua 10 a 15m, cuenta con letrina y arrastre hidráulico, elimina sus aguas residuales en el cauce del río.	0.136 ≤ P < 0.273
Vulnerabilidad media	Demanda estudiantil 300-399, cuenta con solo dos servicios básicos, si conoce pero no aplica el plan de gestión de riesgos, con conocimiento limitado del riesgo, distancia al eje del río 15 a 20 m, conservación de la infraestructura regular, material predominante acero/drywall, conoce pero no cumple con la normativa de edificaciones, cuenta con presupuesto limitado para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua 15 a 20m, cuenta con letrina tipo pozo seco, cuenta con tratamiento básico individual de aguas residuales..	0.069 ≤ P < 0.136
Vulnerabilidad Baja	Demanda estudiantil 100-299, cuenta con 3 a más servicios básicos, tiene y aplica el plan de gestión de riesgos, con conocimiento del riesgo, distancia al eje del río >25m, conservación de la infraestructura de bueno a conservado, material predominante ladrillo, boqueta y concreto armado, cumple en su totalidad con la normativa de edificaciones, cuenta con presupuesto ilimitado para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua >25m, cuenta con PTAR para el tratamiento básico individual de aguas residuales..	0.036 ≤ P < 0.069

Fuente: equipo técnico

Mapa 21. Niveles de Vulnerabilidad



Fuente: equipo técnico

Cuadro 101. Resumen de la vulnerabilidad por unidad Productora

Nivel de vulnerabilidad	U.P.	Descripción
Alto	Establo lechero	Se encuentran en este nivel el bloque de producción, vaquillas, inseminación, aulas, pozas de tratamiento primario y poza de oxidación de la planta de tratamiento de aguas residuales
	Criadero de porcinos	Se encuentra en este nivel Toda el área de criadero de Porcinos
Medio	Establo lechero	Se encuentran en este nivel Los bloques de Vaquillonas, terneraje, Hall, oficinas administrativas y SSHH

CAPITULO V. CALCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO

5.1. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE RIESGO

La prevención y reducción del riesgo de desastre son las principales condiciones para garantizar el desarrollo territorial sostenible como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población, estos parámetros al menos los de riesgo muy alto y alto, deben reducirse con la prevención al menos a riesgo medio para que los pobladores de la zona puedan tener mejor calidad de vida y también desarrollarse de manera sostenida.

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

Donde:

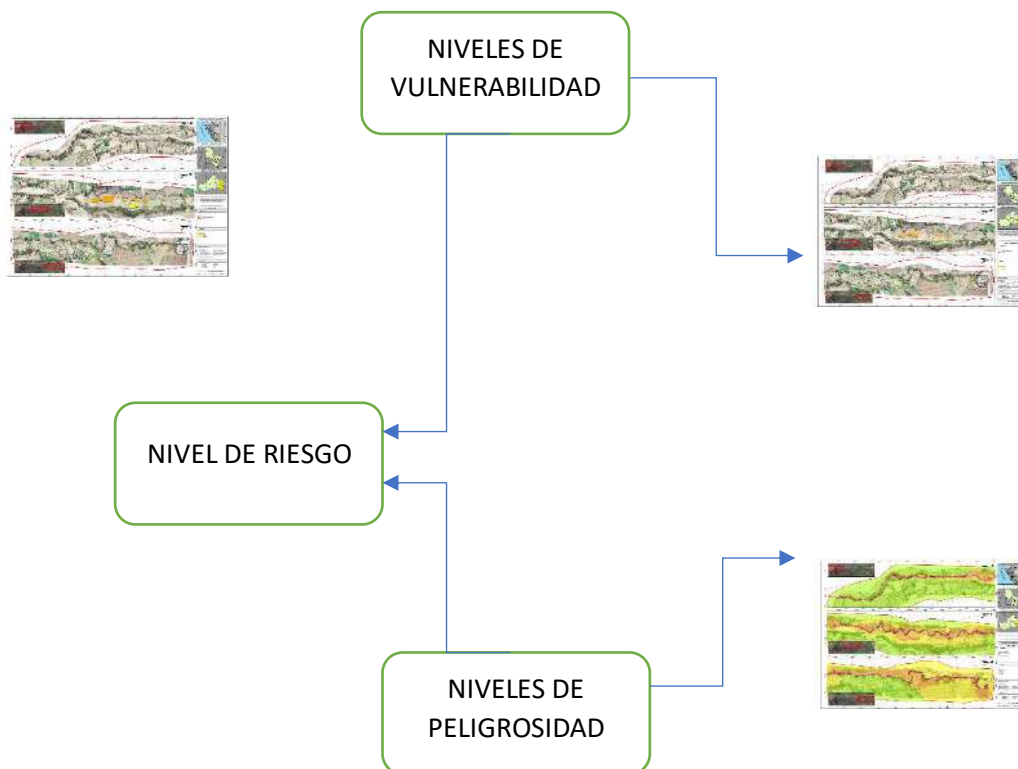
R= riesgo

F= función

Pi= peligro con la intensidad mayor o igual al periodo de retorno t

Ve=vulnerabilidad de un elemento expuesto

Figura 45. Metodología para el cálculo del riesgo



5.2. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE RIESGO

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

Cuadro 102. Cálculo de los niveles de riesgo

PMA	0.473	0.033	0.064	0.129	0.229
PA	0.270	0.019	0.037	0.074	0.131
PM	0.144	0.010	0.020	0.039	0.070
PB	0.072	0.005	0.010	0.020	0.035
		0.069	0.136	0.273	0.485
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: equipo técnico

Cuadro 103. Niveles de riesgo

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.074	< R ≤	0.229
ALTO	0.020	≤ R <	0.074
MEDIO	0.005	≤ R <	0.020
BAJO	0.001	≤ R <	0.005

Fuente: equipo técnico

5.2.1. Estratificación Del Riesgo Por Inundación Fluvial

Cuadro 104. Estratificación de los niveles de riesgo

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
Riesgo Muy Alto	Periodo de retorno 500 años, u. Geomorfológicas, llanura de inundación, pendiente, 0 a 3%, u. Litológicas, depósito fluvial, umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm, demanda estudiantil >500, sin ningún servicio básico, no tiene plan de gestión de riesgos, sin conocimiento del riesgo, distancia al eje del río < 10 m, conservación de la infraestructura muy mala, material predominante mixto/precario, desconoce la normativa de edificaciones, no tiene presupuesto para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua <10m, no tiene servicios higiénicos, no cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales.	0.074 < R ≤ 0.229



**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO,
DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO**



Riesgo Alto	<p>Periodo de retorno 200 años, u. Geomorfológicas, terrazas, pendiente, 3 a 6%, u. Litológicas, suelo fluvial, , umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm; demanda estudiantil 400-500, cuenta con solo un servicio básico, no conoce de plan de gestión de riesgos, con conocimiento erróneo del riesgo, distancia al eje del rio 10 a 15 m, conservación de la infraestructura malo, material predominante adobe, no cumple con la normativa de edificaciones, cuenta con escaso presupuesto para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua 10 a 15m, cuenta con letrina y arrastre hidráulico, elimina sus aguas residuales en el cauce del rio.</p>	0.02 ≤ R < 0.074
Riesgo medio	<p>Periodo de retorno 100 años, u. Geomorfológicas, cono aluvial, pendiente, 6 a 10%, u. Litológicas, depósitos aluviales, umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm, demanda estudiantil 300-399, cuenta con solo dos servicio básico, si conoce pero no aplica el plan de gestión de riesgos, con conocimiento limitado del riesgo, distancia al eje del rio 15 a 20 m, conservación de la infraestructura regular, material predominante acero/drywall, conoce pero no cumple con la normativa de edificaciones, cuenta con presupuesto limitado para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua 15 a 20m, cuenta con letrina tipo pozo seco, cuenta con tratamiento básico individual de aguas residuales.</p>	0.005 ≤ R < 0.02
Riesgo Bajo	<p>Periodo de retorno 50 años, 20 años, u. Geomorfológicas, laderas empinadas, laderas inclinadas, pendiente, 10 a 13%, >13%, u. Litológicas, depósitos coluviales, depósitos Aluvio-fluviales, umbrales de precipitación extremadamente lluvioso RR>26.7 mm, escasamente lluvioso <6.8 mm, ,demanda estudiantil 100-299, cuenta con 3 a más servicio básico, tiene y aplica el plan de gestión de riesgos, con conocimiento del riesgo, distancia al eje del rio >25m, conservación de la infraestructura de bueno a conservado, material predominante ladrillo, boqueta y concreto armado, cumple en su totalidad con la normativa de edificaciones, cuenta con presupuesto ilimitado para la atención en situación de emergencia, cercanía a fuentes de agua >25m, cuenta con PTAR para el tratamiento básico individual de aguas residuales.</p>	0.001 ≤ R < 0.005

Fuente: equipo técnico

Mapa 22. Mapa de riesgo por inundación fluvial



Fuente: equipo técnico

Cuadro 105. Resumen de los Niveles de Riesgo por unidad Productora

Nivel de Riesgo	U.P.	Descripción
Alto	Establo lechero	Se encuentran en este nivel el bloque de producción, vaquillas, inseminación, aulas, pozas de tratamiento primario y poza de oxidación de la planta de tratamiento de aguas residuales
	Criadero de porcinos	Se encuentra en este nivel Toda el área de criadero de Porcinos
Medio	Establo lechero	Se encuentran en este nivel Los bloques de Vaquillonas, terneraje, Hall, oficinas administrativas y SSHH



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



5.3. CALCULO DE PERDIDAS

5.3.1. Cálculo De Perdidas Probables

A continuación, se muestran cuadros a considerar en la cuantificación de costos, los cuales utilizan y adaptan a la realidad del área de estudio.

➤ Establo lechero

INFRAESTRUCTURA PUBLICA		Precio m2	Área Promedio	Costo Total
Infraestructura Afectada	1	\$20.00	2638	S/.237,420.00
infraestructura Destruida	0	\$20.00	0	S/.0.00
Perdidas de Enseres				S/.47,484.00
			Total	S/.284,904.00

	Unid	Metrado	P.U.	Costo Total
Postes	Unid	12	S/.3,600.00	S/.43,200.00
			Total	S/.43,200.00

	Unid	Metrado	P.U.	Costo Total
Buzones de Concreto	Unid	6	S/.1,200.00	S/.7,200.00
			Total	S/.7,200.00

➤ PTAR

INFRAESTRUCTURA PUBLICA		Precio m2	Área Promedio	Costo Total
Infraestructura Afectada	1	\$20.00	251	S/.22,590.00
infraestructura Destruida	0	\$20.00	0	S/.0.00
Perdidas de Enseres				S/.4,518.00
			Total	S/.27,108.00

➤ Criadero de Porcinos

INFRAESTRUCTURA PUBLICA		Precio m2	Área Promedio	Costo Total
Infraestructura Afectada	1	\$20.00	531	S/.47,790.00
infraestructura Destruida	0	\$20.00	0	S/.0.00
Perdidas de Enseres				S/.9,558.00
			Total	S/.57,348.00

➤ Área de Cultivos

Población	Metrado	Precio Unitario	Total
Cultivos	27250	S/.16.50	S/.449,625.00
		TOTAL	S/.449,625.00

Fuente: equipo técnico



CAPITULO VI. CONTROL DEL RIESGO

La aplicación de medidas preventivas y correctivas en la zona de estudio, no garantiza una confiabilidad de que no se presenten consecuencias a futuro, razón por la cual el riesgo por inundación fluvial no puede eliminarse totalmente por las condiciones actuales de la zona, el riesgo nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas.

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

Mediante el uso de matrices de aceptabilidad y tolerancia se determina si el riesgo puede ser gestionado mediante recursos propios o hay necesidad de financiamiento externo y si la recurrencia de este tipo de fenómenos es en tiempos cortos o largos, de los cuales se determina si el riesgo es aceptable o tolerable y partir de este nivel determinar si es prioritario y el nivel de priorización de la ejecución de proyectos de inversión pública (construcción de defensas ribereñas en los puntos críticos) para el control del riesgo en este caso ante inundaciones.

6.1. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO

Peligro por inundación fluvial

Tipo de peligro : hidrometeorológicos/oceanográficos

Tipo de fenómeno : Inundación fluvial

Elementos expuestos : establo lechero

➤ Valoración de las consecuencias

En consideración con respecto a los peligros asociados a fenómenos por inundación fluvial bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que se encuentra a su paso, pero estas pueden ser gestionadas con presupuestos de la UNSAAC por lo tanto la valoración es **MEDIA**.

Cuadro 106. Valoración de las consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	MEDIA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	BAJA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRD, 2014.

➤ **Valoración de frecuencia de recurrencia:**

Según el análisis de recurrencia mínima de fenómenos por inundación fluvial son recurrentes en periodos medianamente largos por lo cual la valoración será **ALTA**.

Cuadro 107. Valoración de la frecuencia de recurrencia

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTA	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	ALTA	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	MEDIA	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJA	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED, 2014.

➤ **Nivel de consecuencias y daño:**

De la intersección del nivel de consecuencias **MEDIA** y frecuencia **ALTA** se obtiene un nivel de consecuencias y daños **ALTA**

Cuadro 108. Nivel de consecuencias y daños

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTA	4	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
ALTA	3	ALTA	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, 2014

➤ **Aceptabilidad y tolerancia**

Del análisis de consecuencia y daño que corresponde al nivel **ALTA**, este nivel se proyecta en la matriz de aceptabilidad y tolerancia, obteniendo el valor 2 como nivel o **RIESGO INACEPTABLE**, en la que se deben desarrollar actividades **INMEDIATAS Y PRIORITARIAS** para el manejo de riesgos.

Cuadro 109. Matriz de aceptabilidad y tolerancia

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos
3	INACEPTABLE	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	TOLERABLE	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED, 2014.

Cuadro 110. Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE
RIESGO ACEPTABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE

Fuente: CENEPRED, 2014.

De la matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se precisa que el **RIESGO ES INACEPTABLE**, en el área de influencia principalmente en el establo lechero.

➤ **Prioridad de intervención:**

de la matriz se puede interpretar que el nivel de priorización es **II INACEPTABLE**, lo cual constituye el soporte de priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión pública vinculados a la prevención y reducción del riesgo de desastres.

Cuadro 111. Matriz de prioridad de intervención

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III
1	ACEPTABLE	IV

Fuente: CENEPRED, 2014



6.2. MEDIDAS DE PREVENCION Y REDUCCION DEL RIESGO DE DESASTRES

6.2.1. Medidas De Prevención Del Riesgo De Desastres Del Orden Estructural

De la evaluación de la información se define las siguientes medidas estructurales.

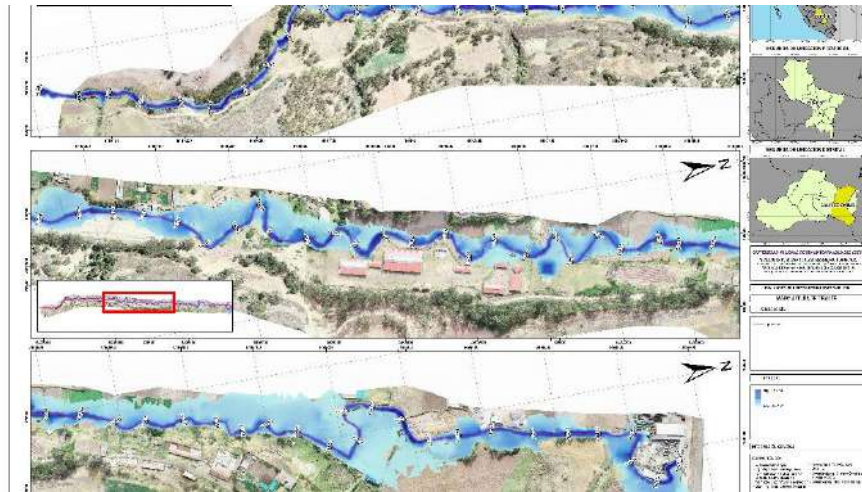
6.2.2.1. obras de protección

A. Defensa ribereña con muro de gaviones

Se proyecta la construcción de muros de gaviones de 3 niveles en la margen derecha del rio Huanaccaure progresivas con la finalidad de proteger la infraestructura del moderno estable lechero, sus componentes áreas agrícolas .

Progresiva	UP (nombre del servicio público)	Sur (m)	Este (m)	Cota (NPT msnm)
0+050	TERRENO AGRICOLA	8499630.00	188742.00	3,197.00
0+150	TERRENO AGRICOLA	8499610.00	188670.00	3,198.00
0+200	TERRENO AGRICOLA	8499560.00	188660.00	3,198.50
0+300	TERRENO AGRICOLA	8499460.00	188644.00	3,200.50
0+350	TERRENO AGRICOLA	8499410.00	188629.00	3,201.00
0+400	TERRENO AGRICOLA	8499370.00	188629.00	3,202.00
0+450	TERRENO AGRICOLA	8499320.00	188627.00	3,203.00
0+650	CRIADERO DE PORCINOS Y TERRENO AGRICOLA	8499220.00	188614.00	3,206.50
1+100	TERRENO AGRICOLA	8498850.00	188508.00	3,216.50
1+150	TERRENO AGRICOLA	8498800.00	188500.00	3,217.00
1+200	TERRENO AGRICOLA	8498770.00	188487.00	3,217.50
1+250	TERRENO AGRICOLA	8498720.00	188495.00	3,219.50
1+300	TERRENO AGRICOLA	8498690.00	188470.00	3,220.00
1+400	PTAR	8498630.00	188458.00	3,222.00
1+500	ESTABLO LECHERO	8498550.00	188451.00	3,224.00
1+800	ESTABLO LECHERO	8498320.00	188404.00	3,230.00
2+150	TERRENO AGRICOLA	8498070.00	188331.00	3,238.00
2+250	TERRENO AGRICOLA	8497980.00	188311.00	3,241.50
2+300	TERRENO AGRICOLA	8497930.00	188312.00	3,242.00
2+350	TERRENO AGRICOLA	8497890.00	188278.00	3,243.50
2+400	TERRENO AGRICOLA	8497850.00	188269.00	3,244.00
2+450	TERRENO AGRICOLA	8497800.00	188264.00	3,246.00
2+500	TERRENO AGRICOLA	8497750.00	188260.00	3,247.00
2+900	TERRENO AGRICOLA	8497390.00	188194.00	3,255.50

Figura 46. Ubicación de la defensa ribereña



B. Limpieza y descolmatación del río Huanaccaure

Fotografía 16. Ribera del río Huanaccaure colmatada y con presencia de neumáticos



Fotografía 17. Rio Huanaccaure contaminado por neumáticos y sacos de basura



6.2.2. Medidas De Prevención Del Riesgo De Desastres De Orden No Estructural

- ✚ Delimitación, ubicación y monumentación de la faja marginal con el fin de evitar la expansión de los terrenos agrícolas y ahorcamiento del cauce del rio Huanaccaure por parte de los pobladores de la comunidad contigua en la margen izquierda.

Figura 47. Ubicación y monumentación de hitos de faja marginal



- ✚ Talleres de sensibilización en temas de Gestión del Riesgo de Desastres en el proceso a las autoridades, docentes y estudiantes de la facultad de ciencias agrarias.
- ✚ Promover e impulsar programas y/o actividades de capacitación en protección y conservación ambiental, generando sensibilización y conciencia ambiental. Fomentar



EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO



una cultura y modo de vida en relación a la seguridad ante eventos naturales, promoviendo el conocimiento, la participación y el respeto sobre las normas y recomendaciones ante riesgo.

6.2.3. Conclusiones y recomendaciones:

- Los niveles de peligrosidad ante inundación del río Huanaccaure dentro del área de influencia se dan entre los niveles bajo hasta muy alto debido a la topografía variable en la que se encuentra.
- Los niveles de vulnerabilidad del establo lechero construido desde el año 2013 presenta los niveles alto y muy alto.
- Los niveles de riesgo por inundación fluvial del río Huanaccaure nos muestra los niveles alto y muy alto.
- Se debe realizar inmediatamente la delimitación, ubicación y monumentación de los hitos de la faja marginal en los más de 3 km de del área de influencia. Para evitar la invasión del cauce y ribera del río Huanaccaure en ambas márgenes del río.
- Se debe ejecutar los proyectos propuestos como son la construcción de la defensa ribereña en las progresivas 0+050, 0+150, 0+200, 0+300, 0+350, 0+400, 0+450, 0+650, 1+100, 1+150, 1+200, 1+250, 1+300, 1+400, 1+500, 1+800, 2+150, 2+250, 2+300, 2+350, 2+400, 2+450, 2+500, 2+900 de la margen derecha del río Huanaccaure con la finalidad de proteger la infraestructura (establo lechero, área de porcinos), áreas agrícolas.
- Realizar trabajos de limpieza y descolmatación del cauce del río Huanaccaure.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
DEMANDA ESTUDIANTIL		EXPOSICION			
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO		EXPOSICION			
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA		EXPOSICION			
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego David Camargo Tinko			FECHA:	10/10/2022



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO

DATOS GENERALES					
LUGAR		SECTOR		BLOQUE	Ficha N°
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA		ESTABLO LECHERO			
UBICACIÓN POLÍTICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con pta	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE: Diego David Canaza Inga				FECHA: 10/10/2021	



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO

DATOS GENERALES			
LUGAR	SECTOR	BLOQUE	Ficha N°
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO		
UBICACIÓN POLITICA			
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO
		Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL			
EXPOSICION			
DEMANDA ESTUDIANTIL			
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>		
400 - 500			
300 - 399			
200 - 299			
100 - 199			
FRAGILIDAD			
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS			
ninguno			
agua			
desague			
energia electrica			
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>		
RESILIENCIA			
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS	CONOCIMIENTO DE RIESGO		
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento	<input checked="" type="checkbox"/>
no conoce		conocimiento erroneo	
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado	
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses	
tiene y aplica		si conoce	
DIMENSION ECONOMICA			
EXPOSICION			
DISTANCIA AL EJE DEL RIO			
<10 m			
10-15 m			
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>		
20-25m			
>25 m			
FRAGILIDAD			
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE		
muy malo	mixto precario		
malo	adobe		
regular	acero/drywall		
bueno	ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>	
conservado	concreto armado		
RESILIENCIA			
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA		
desconoce	no tiene		
no cumple	escaso		
conoce pero no cumple	si cuenta limitado		
cumple parcialmente	si cuenta con lo suficiente		
cumple en su totalidad	si cuenta ilimitado		
	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION AMBIENTAL			
EXPOSICION			
CERCANIA A FUENTES DE AGUA			
<10 m			
10-15 m			
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>		
20- 25m			
>25 m			
FRAGILIDAD			
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS			
sin servicio higienico			
con letrina y arrastre hidraulico			
con letrina tipo pozo seco			
con unidad basica de tratamiento			
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>		
RESILIENCIA			
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			
no cuenta			
elimina en el cauce del rio			
cuenta con tratamiento basico individual			
cuenta con tratamiento basico global			
cuenta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>		
DATOS DEL ENCUESTADOR			
NOMBRE:	Diego David Camargo Tm		FECHA: 10/10/2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES				
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO			
UBICACIÓN POLITICA				
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito
				SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL				
EXPOSICION				
DEMANDA ESTUDIANTIL				
> 500	X			
400 - 500				
300 - 399				
200 - 299				
100 - 199				
FRAGILIDAD				
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS				
ninguno				
agua				
desague				
energia electrica				
telefono e internet	X			
RESILIENCIA				
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO		
no tiene	X	sin conocimiento		
no conoce		conocimiento erroneo		
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado		
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses		
tiene y aplica		si conoce	X	
DIMENSION ECONOMICA				
EXPOSICION				
DISTANCIA AL EJE DEL RIO				
<10 m				
10-15 m				
15-20m	X			
20-25m				
>25 m				
FRAGILIDAD				
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE		
muy malo		mixto precario		
malo		adobe		
regular	X	acero/drywall		
bueno		ladrillo o bloqueta	X	
conservado		concreto armado		
RESILIENCIA				
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA		
desconoce		no tiene		
no cumple		escaso		
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	X	
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente		
cumple en su totalidad	X	si cuenta ilimitado	X	
DIMENSION AMBIENTAL				
EXPOSICION				
CERCANIA A FUENTES DE AGUA				
<10 m				
10-15 m				
15-20m	X			
20-25m				
>25 m				
FRAGILIDAD				
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS				
sin servicio higienico				
con letrina y arrastre hidraulico				
con letrina tipo pozo seco				
con unidad basica de tratamiento				
con instalacion sanitaria	X			
RESILIENCIA				
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				
no cuenta				
elimina en el cauce del rio				
cuenta con tratamiento basico individual				
cuenta con tratamiento basico global				
cuenta con ptar	X			
DATOS DEL ENCUESTADOR				
NOMBRE:	Diego David Camargo Trujillo			FECHA:
				10/10/2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACION POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con pta	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego D. Comacho Triguero			FECHA:	10/10/2012



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuanta con tratamiento basico individual					
cuanta con tratamiento basico global					
cuanta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego D. Comariza / 1760			FECHA:	10/10/2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACION POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego D. Camargo Tingo			FECHA:	10/10/2012



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO

DATOS GENERALES			
LUGAR	SECTOR	BLOQUE	Ficha N°
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO		
UBICACIÓN POLITICA			
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO
		Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL			
EXPOSICION			
DEMANDA ESTUDIANTIL			
> 500	X		
400 - 500			
300 - 399			
200 - 299			
100 - 199			
FRAGILIDAD			
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS			
ninguno			
agua			
desague			
energia electrica			
telefono e internet	X		
RESILIENCIA			
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS	CONOCIMIENTO DE RIESGO		
no tiene	sin conocimiento		
no conoce	conocimiento erroneo		
si conoce, pero no aplica	conocimiento limitado		
tiene y no aplica	conocimiento, pero sin intereses		
tiene y aplica	si conoce	X	
DIMENSION ECONOMICA			
EXPOSICION			
DISTANCIA AL EJE DEL RIO			
<10 m			
10-15 m			
15-20m	X		
20-25m			
>25 m			
FRAGILIDAD			
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE		
muy malo	mixto precario		
malo	adobe		
regular	acero/drywall		
bueno	ladrillo o bloqueta		
conservado	concreto armado	X	
RESILIENCIA			
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA		
desconoce	no tiene		
no cumple	escaso		
conoce pero no cumple	si cuenta limitado	X	
cumple parcialmente	si cuenta con lo suficiente		
cumple en su totalidad	si cuenta ilimitado		
DIMENSION AMBIENTAL			
EXPOSICION			
CERCANIA A FUENTES DE AGUA			
<10 m			
10-15 m			
15-20m	X		
20-25m			
>25 m			
FRAGILIDAD			
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS			
sin servicio higienico			
con letrina y arrastre hidraulico			
con letrina tipo pozo seco			
con unidad basica de tratamiento			
con instalacion sanitaria	X		
RESILIENCIA			
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			
no cuenta			
elimina en el cauce del rio			
cuanta con tratamiento basico individual			
cuanta con tratamiento basico global			
cuanta con ptar	X		
DATOS DEL ENCUESTADOR			
NOMBRE:		FECHA:	



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS	CONOCIMIENTO DE RIESGO				
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE				
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta			
conservado		concreto armado	<input checked="" type="checkbox"/>		
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA				
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m	<input checked="" type="checkbox"/>				
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego D. Comarso Tingo			FECHA:	10/10/22



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS	CONOCIMIENTO DE RIESGO				
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE				
muy malo		mixto precario			
malo		adobe	<input checked="" type="checkbox"/>		
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta			
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA				
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m					
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico	<input checked="" type="checkbox"/>				
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria					
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta	<input checked="" type="checkbox"/>				
elimina en el cauce del rio					
cuanta con tratamiento basico individual					
cuanta con tratamiento basico global					
cuanta con ptar					
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE: <i>Diego D. Comas Tola</i>				FECHA: <i>10/10/21</i>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con pta	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego D. Comas Tiza			FECHA:	10/10/2022



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC

EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS	CONOCIMIENTO DE RIESGO				
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA	MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE				
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES	CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA				
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego P. Camargo Tola			FECHA:	10/10/2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANA CAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
EXPOSICION					
DEMANDA ESTUDIANTIL					
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON PLAN DE GESTION DE RIESGOS		CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
EXPOSICION					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO					
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
RESILIENCIA					
LA CONSTRUCCIÓN CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
EXPOSICION					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA					
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE:	Diego D. Camargo Tola			FECHA:	10/10/22



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD FORMULADORA-UNSAAC**

**EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES DEL RIO HUANACAURE DEL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRONOMICO KAYRA-UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, DISTRITO DE
SAN JERONIMO, PROVINCIA Y REGION CUSCO
FICHA DE CAMPO**

DATOS GENERALES					
LUGAR	SECTOR		BLOQUE	Ficha N°	
CENTRO EXPERIMENTAL KAYRA	ESTABLO LECHERO				
UBICACIÓN POLITICA					
Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO	Distrito	SAN JERONIMO
DIMENSION SOCIAL					
DEMANDA ESTUDIANTIL		EXPOSICION			
> 500	<input checked="" type="checkbox"/>				
400 - 500					
300 - 399					
200 - 299					
100 - 199					
FRAGILIDAD					
LA INFRAESTRUCTURA CUENTA CON SERVICIOS BASICOS					
ninguno					
agua					
desague					
energia electrica					
telefono e internet	<input checked="" type="checkbox"/>				
Cuenta con plan de gestion de riesgos		RESILIENCIA CONOCIMIENTO DE RIESGO			
no tiene	<input checked="" type="checkbox"/>	sin conocimiento			
no conoce		conocimiento erroneo			
si conoce, pero no aplica		conocimiento limitado			
tiene y no aplica		conocimiento, pero sin intereses			
tiene y aplica		si conoce	<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSION ECONOMICA					
DISTANCIA AL EJE DEL RIO		EXPOSICION			
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA		MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE			
muy malo		mixto precario			
malo		adobe			
regular	<input checked="" type="checkbox"/>	acero/drywall			
bueno		ladrillo o bloqueta	<input checked="" type="checkbox"/>		
conservado		concreto armado			
LA CONSTRUCCION CUMPLE CON LA NORMATIVA DE EDIFICACIONES		RESILIENCIA CUENTA CON PRESUPUESTO PARA LA ATENCION EN SITUACION DE EMERGENCIA			
desconoce		no tiene			
no cumple		escaso			
conoce pero no cumple		si cuenta limitado	<input checked="" type="checkbox"/>		
cumple parcialmente		si cuenta con lo suficiente			
cumple en su totalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	si cuenta ilimitado			
DIMENSION AMBIENTAL					
CERCANIA A FUENTES DE AGUA		EXPOSICION			
<10 m					
10-15 m					
15-20m					
20-25m					
>25 m	<input checked="" type="checkbox"/>				
FRAGILIDAD					
TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS					
sin servicio higienico					
con letrina y arrastre hidraulico					
con letrina tipo pozo seco					
con unidad basica de tratamiento					
con instalacion sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
RESILIENCIA					
CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
no cuenta					
elimina en el cauce del rio					
cuenta con tratamiento basico individual					
cuenta con tratamiento basico global					
cuenta con ptar	<input checked="" type="checkbox"/>				
DATOS DEL ENCUESTADOR					
NOMBRE: <i>Diego D. Combarbato Tola</i>			FECHA: <i>10/10/20</i>		

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego**Cuenca Urubamba**

AAA: Urubamba Vilcanota

ALA: Cusco

Estación: Granja Kcayra; Código: 000607

Latitud: -13.556861; Longitud-71.874944

Tipo de datos: Primarios

Variable: Precipitacion ACU 1MES

Estudio: MEMORIA DESCRIPTIVA PARA LA ACREDITACION DE DISPONIBILIDAD HIDRICA CON FINES POBLACIONALES MUNICIPALIDAD DE SAN JERONIMO

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1964	13.60	92.50	101.60	25.80	6.50	0.90	0.00	0.00	0.00	36.50	0.00	65.00
1965	101.00	101.90	112.40	88.00	5.80	0.00	0.40	0.00	30.60	58.30	41.00	129.70
1966	95.00	161.10	98.10	18.30	19.80	0.00	0.00	1.70	31.90	59.70	63.70	64.50
1967	67.50	117.90	140.80	19.00	1.80	0.60	11.00	19.80	32.80	70.90	57.10	116.70
1968	145.40	114.90	85.00	34.60	6.30	5.30	30.90	8.60	16.20	77.00	93.10	54.80
1969	144.50	78.20	86.60	15.30	3.20	1.20	8.60	3.90	22.80	27.00	54.80	72.70
1970	169.30	92.60	116.10	87.90	14.10	1.10	3.70	3.40	42.10	38.80	53.30	178.80
1971	126.50	143.80	104.60	40.00	1.50	0.10	0.00	5.70	3.50	55.70	51.00	127.50
1972	192.00	66.60	57.50	27.70	5.40	0.00	6.50	27.30	12.20	7.90	50.20	100.20
1973	221.30	118.20	102.20	71.10	18.20	0.00	9.10	4.60	21.70	65.10	86.80	98.50
1974	93.20	167.00	101.50	54.50	3.60	8.20	1.00	34.60	5.90	43.30	60.90	99.70
1975	131.10	125.40	62.80	66.80	22.50	0.70	0.30	0.60	35.50	63.10	51.00	157.80
1976	130.50	84.50	123.10	42.90	13.00	8.70	0.70	2.50	26.80	25.30	47.80	66.60
1977	107.30	131.20	70.50	47.60	7.90	0.00	4.40	0.00	29.90	56.80	79.70	75.80
1978	177.60	103.60	89.40	50.30	11.40	0.00	3.40	0.00	13.70	12.30	81.80	121.20
1979	102.70	131.60	108.80	46.80	6.20	0.00	0.90	8.10	11.50	18.40	85.60	77.90
1980	110.10	126.40	134.40	23.80	3.70	0.00	5.30	1.00	12.60	61.30	61.80	74.30
1981	234.20	80.80	124.40	56.90	1.80	3.90	0.00	9.80	42.30	112.50	120.80	135.90
1982	186.30	115.10	144.50	58.80	0.00	9.20	3.40	4.90	14.00	37.90	122.50	98.60
1983	119.40	93.00	54.50	29.80	3.40	6.20	0.50	0.90	5.50	26.00	40.40	99.10
1984	193.40	145.10	77.30	84.00	0.00	2.00	1.30	11.40	4.20	114.60	67.50	104.70
1985	129.10	107.20	86.40	33.20	15.60	11.60	0.90	0.00	43.30	58.30	118.90	123.80
1986	75.90	92.70	125.70	63.10	8.60	0.00	1.80	4.20	7.50	17.30	69.60	102.70
1987	223.90	88.30	48.60	13.10	2.10	1.30	9.20	0.00	8.20	26.50	101.80	107.60
1988	163.80	84.30	159.10	116.30	4.60	0.00	0.00	0.00	9.90	34.90	40.90	111.70
1989	151.40	126.60	118.30	39.80	6.40	9.10	0.00	6.10	30.70	13.00	63.40	88.50
1990	157.60	81.60	69.00	47.40	7.20	32.10	0.00	5.80	13.30	66.80	93.30	64.60
1991	92.50	171.10	105.20	45.10	11.00	5.10	1.50	0.00	21.40	35.90	84.00	86.80
1992	139.30	102.40	99.20	19.70	0.00	5.50	13.90	21.40	8.00	50.70	117.40	57.00
1993	206.00	111.20	75.80	18.80	0.90	0.00	2.70	6.90	18.00	46.20	111.90	200.90
1994	176.52	165.00	173.90	45.50	11.80	0.00	0.00	0.00	25.70	40.20	40.50	116.60

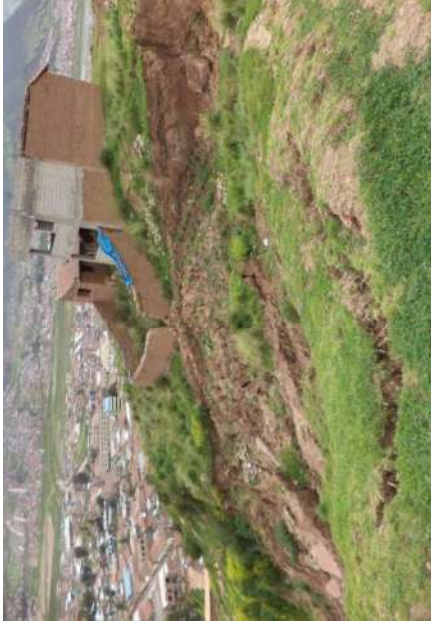
1995	125.30	94.50	95.10	18.30	0.00	0.00	0.60	1.20	28.80	26.70	70.20	102.60
1996	127.40	97.20	75.80	24.90	18.40	0.00	0.00	6.30	19.60			
1997	122.80	110.83	122.20	31.00	4.80	0.00	0.00	7.10	12.30	44.40	201.50	148.40
1998	116.30	155.70	22.90	31.20	1.60	1.90		1.60	4.30	46.40	38.00	58.90
1999	89.30	86.80	97.40	42.80	1.30	3.40	1.00	0.00	43.10	18.40	39.90	119.70
2000	193.20	141.50	119.50	10.90	2.60	5.80	2.70	4.50	10.70	49.30	27.00	82.70
2001	221.40	183.90	139.80	36.40	11.50	0.00	17.40	10.20	20.10	38.20	93.20	85.10
2002	142.40	185.20	112.70	21.60	16.20	2.50	27.10	3.50	10.50	78.50	98.00	132.40
2003	162.70	134.30	127.30	74.50	2.00	6.40	0.00	21.30	3.70	27.90	29.80	123.80
2004	173.70	125.80	66.50	21.00	2.40	20.50	17.00	9.00	20.70	26.60	60.40	85.30
2005	143.90		120.20	33.10	3.20	0.40	1.20	4.00	4.50	39.10	59.30	101.20
2006	204.70	150.60	150.80	40.90	0.20	4.90	0.00	10.50	7.50	72.50	63.40	151.60
2007	114.10	85.40	107.30	93.60	5.80	0.00	4.00	0.00	1.00	48.70	73.10	90.00
2008	100.10	114.10	65.30	10.50	8.70	2.10	0.00	3.90	13.90	51.70	76.40	144.40
2009	113.80	108.30	79.10	21.30	5.30	0.00	3.30	0.70	15.10	8.30	88.70	80.30
2010		148.70	147.40	18.20	1.30	0.00	1.40	4.70	8.20	63.50	46.50	172.70
2011	104.80	179.30	139.60	67.60	3.90	0.00	6.90	0.00	38.90	38.20	60.20	102.20
2012	78.50	157.90	41.70	48.10	4.50	1.20	0.00	0.00	18.50	19.50	128.10	189.60
2013	180.50	143.20	76.30	15.10	25.60	6.10	2.00	12.40	6.30	89.50	101.50	159.40
2014	143.40	135.00	36.50	38.50	10.10	0.00	3.20	5.80	12.60		29.60	152.10
2015	173.20	137.90	75.80	69.80	18.60	3.90	10.30	4.60	16.10	19.10	48.60	113.00
2016	91.60	165.50	54.30	24.40	3.00	0.00	4.50	0.50	6.40	80.10	15.20	102.60
2017	111.20	86.90	119.70	50.60	11.20	5.70	0.20	8.40	19.00	33.70	61.40	101.70
2018	154.76	162.20	145.70	19.60	0.20	16.20	15.80	7.10	7.00	80.70	80.80	95.20
2019	121.00	126.60	164.40	38.90	28.20	1.50	3.70	0.00	9.80	82.40	111.70	140.40
2020	124.50	153.30	80.20				8.20	0.00	14.60	17.50	40.90	139.70
N° Reg.	56.00	56.00	57.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.00	57.00	55.00	56.00	56.00
Prom.	139.51	123.08	100.72	41.69	7.41	3.49	4.50	5.62	17.10	46.53	70.64	109.91
Max	234.20	185.20	173.90	116.30	28.20	32.10	30.90	34.60	43.30	114.60	201.50	200.90
Mín.	13.60	66.60	22.90	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	0.00	54.80



10. QUEBRADA TINERIA:

FOTOGRAFÍA N° 56

DESPLIZAMIENTO ACTIVO QUE AFECTA A LA PARTE INFERIOR DE LA QUEBRADA.

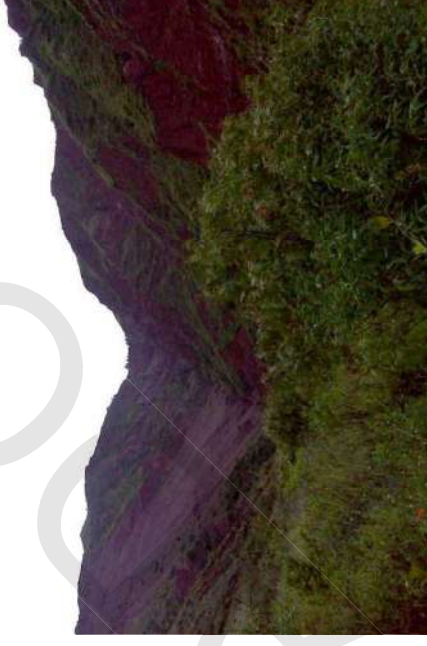


FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

12. DISTRITO DE SAYLLA:

FOTOGRAFÍA N° 58

**DESPLIZAMIENTO ACTIVO DE HATUNHUAYCO, ALTA PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD FÍSICA
ASENTAMIENTO DE VIVIENDAS AL PIE DEL DESLIZAMIENTO**



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

11. QUEBRADA CUYCHIHUAYCO

FOTOGRAFÍA N° 57

MARGEN DERECHA, DE FUERTE PENDIENTE (80°-90°) TALUDES INESTABLES ORIGINANDO CAÍDA DE SUELOS



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

FOTOGRAFÍA N° 59

DESPLIZAMIENTO ACTIVO Y CAÍDAS DE MATERIALES POR LAS PENDIENTES UBICADO EN EL FLANCO DERECHO DE LA QUEBRADA CHINGO



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



Plan de
Desarrollo
Urbano
Cusco al
2023

6. DISTRITO DE SANTIAGO - QUEBRADA HUANCARO:

FOTOGRAFÍA N° 52

HUAMANCHARPA, CÁRCAVAS ACTIVADAS QUE SOCAVAN EL DESLIZAMIENTO DE LA PARTE SUPERIOR



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

8. QUEBRADA CHOCCO:

FOTOGRAFÍA N° 54

SE OBSERVA UN DESLIZAMIENTO ANTIGUO QUE SE ACTIVA EN ÉPOCA DE LLUVIAS.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

7. QUEBRADA SACRAMAYO:

FOTOGRAFÍA N° 53

RECURRENCIA DE EVENTOS, EL SECTOR PRESENTA GEODINÁMICA INTENSA CON ASENTAMIENTO DE VIVIENDAS.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

9. DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN - QUEBRADA TANCARPATA:

FOTOGRAFÍA N° 55

CAÍDA DE SUELOS CON ESCARPA EVIDENTE Y PIE DE DESLIZAMIENTO CON COBERTURA VEGETAL.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



Plan de
Desarrollo
Urbano
Cusco al
2023

2. QUEBRADA AYAHUAYCO:

FOTOGRAFÍA N° 48

PENDIENTE EMPINADA A ESCARPADA CON VIVIENDAS ASENTADAS



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

4. QUEBRADA CUSILLUCHAYOC:

FOTOGRAFÍA N° 50

MARGEN DERECHA, DESLIZAMIENTOS RECIENTES QUE ACTIVAN A DESLIZAMIENTOS ANTIGUOS



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

3. QUEBRADA SIPASMAYO

FOTOGRAFÍA N° 49

GRAN DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL RECIENTE EN EL FLANCO IZQUIERDO DE LA PARTE BAJA DE LA QUEBRADA



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

5. QUEBRADA QORIMACHAWAYNIYOC

FOTOGRAFÍA N° 51

DESLIZAMIENTOS ACTIVOS CON AMENZAS A LAS VIVIENDAS ADYACENTES DE LA PARTE ALTA.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



PUENTES QUE SON MUY ANGOSTOS Y BAJOS Y GENERAN REMANSO EN EL RIO HUATANAY	
34+739.5	19+050
34+070	17+555
33+470	17+310
32+318	15+090
31+125	11+590
27+550	10+410
27+015	8+925
24+535	8+605
24+325	5+955
23+895	4+975
21+285	0+835
19+665	
PUENTES QUE PUEDEN MANTENERSE	
36+587.84	35+715
35+925	22+610
35+425	2+415
31+370	

FUENTE: PERI-MA PROYECTO ESPECIAL DE LA REGION CUSCO - INSTITUTO MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE

FOTOGRAFÍAS DE SECTORES CRÍTICOS

1. DISTRITO CUSCO - QUEBRADA SAPHY

FOTOGRAFÍA N° 46

PENDIENTE ESCARPADA FUERTEMENTE EROSIONADA Y MATERIAL DE RELLENO EN CAUCE DEL RÍO.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

B. PROBLEMÁTICA

1. Las zonas de peligro alto y muy alto se identifican microcuencas y quebradas en toda la Provincia de Cusco por la incidencia de geodinámica externa de eventos por remoción en masa activa con vulnerabilidad física muy alta de asentamiento de viviendas.
2. La mayoría de la zona urbana de la ciudad del cusco se estableció sobre material cuaternario (rellenos en la depresión de la cuenca) y vertientes en quebradas rellenas temporales, lo cual le hace vulnerable por el tipo de suelos a los peligros sísmicos y geológicos.
3. Se aprecia que la expansión urbana y rural actual ocupa zonas de pendientes empinadas y escarpadas con suelos poco consolidados, generando zonas susceptibles a eventos geodinámicos por remoción en masa.
4. El río Huatanay esta zonificado como peligro muy alto y peligro alto por inundaciones y las viviendas adyacentes ocupan área marginal o faja marginal hacen vulnerable de alto grado por el tipo de material de construcción y por socavamiento de cauce al área de influencia y el mismo cauce natural el cual genera una zonificación de riesgo de alto grado por inundación.

FOTOGRAFÍA N° 47

SURCO EROSIONADO POR LLUVIAS Y FLUJO DE DETRITOS, OCASIONANDO UN REPRESENTAMIENTO.

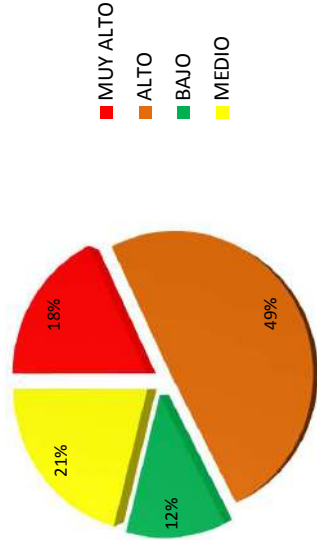


FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



GRÁFICO N° 27

PORCENTAJE DE ÁREAS DE NIVEL DE PELIGRO



FUENTE: EQUIPO TÉCNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

2.3.2.3. SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO SUB COMPONENTE GESTIÓN DE RIESGOS

A. CONCLUSIONES

1. Litológicamente la Provincia de Cusco presenta una litología de rocas en procesos de meteorización, con litología de suelos no consolidados de los depósitos cuaternarios en proceso de consolidación y alteración de los mismos se incluye también por impacto inducido.
2. Geomorfológicamente la Provincia de Cusco esta enmarca por el valle del Huatanay y en proceso de formación de sus tributarios (meteorización, erosión, transporte, acumulación y sedimentación), generando unidades geomorfológicas locales como quebradas, conos aluviales, cárcavas, planicies, terrazas, etc.
3. La geodinámica externa está determinada por los eventos de remoción en masa como deslizamientos, caídas de rocas y suelos, flujos de detritos y lodo, erosión hídrica, etc. Variando a la geomorfología actual.
4. La Provincia de Cusco presenta 23 microcuencas tributarias al río Huatanay y 2 cuencas secundarias, presentan problemas de geodinámica como eventos de remoción en masa como deslizamientos de rocas y suelos, caídas de rocas y suelos, huaycos asociados y erosión severa, por lo tanto se identifican como zonas de alto grado de peligrosidad con asentamiento de viviendas con vulnerabilidad física muy alta.

5. El mapa de peligros de la Provincia de Cusco por remoción en masa presentan áreas de peligro muy alto, alto, medio y bajo, abarcando los distritos de Cusco en toda el área urbana formal e informal.
6. La zonificación de peligros geodinámicos por remoción en masa se realizó en el área urbana actual y posible expansión urbana.
7. El mapa de peligros de la Provincia de Cusco nos indican que la cuenca del río Huatanay presentan áreas de muy alto y alto peligro por inundaciones, abarcando los distritos de Cusco hasta Saylla, el río Poroy en el distrito de Poroy. Las llanuras de inundación ya fueron invadidas por el asentamiento de viviendas vulnerables a este tipo de peligros, son pocas áreas que cuentan con obras de prevención y defensa ribereña.
8. Existen mayor cantidad de eventos de deslizamientos a nivel de toda la provincia, los cuales se reactivan en periodos de precipitaciones pluviales como factor desencadenante, provocando la acumulación y arrastre de detritos que pueden ocasionar represamiento y embalses en cauces naturales y colectores principales que no son controlados, que podrían originar aluviones e inundaciones, estos eventos se identifican en las microcuencas y quebradas tributarias como Saphy, Huamancharpa, Sipasmayo Saqramayo, Cusilluchayoc, etc.
9. **PER-IMA:** Se ha podido determinar que en el modelo hidráulico que se tiene sin puentes, para diferentes secciones que se tiene según diseño y condición de terreno, el modelo muestra que existe en algunos tramos que existe desborde por lo que es necesario realizar encimado de estas secciones..
10. De la misma manera se puede determinar que en el modelo hidráulico con puentes existen estructura que tienen que ser removidas y/o ampliadas para que no impidan el paso del flujo, ocasionando remanso aguas arriba, ocasionando desbordes en las zonas desprotegidas y de menor elevación.
11. De la misma manera se ha podido determinar que existen puentes que no tienen la capacidad hidráulica, los que mencionamos a continuación.



2.12. Micro Cuenca Huacotomayo

Tiene sus nacientes en cerro Huacoto y cuyos sectores de inundación son la parte baja de esta micro cuenca hasta su desembocadura en el río Huatanay cerca al área de tratamiento de aguas servidas de Seda Qosqo, puede afectar a las asaciones circundantes como: Asociación Pata Pata sector Qollana y Wiracocha, Magisterial SUTEP Ubima 9

2.13. Quebrada Ucchullo.

También corresponde a un área de inundaciones ya que presenta cronología de inundaciones comprometiendo áreas importantes como la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Hospital Regional, Av La Cultura y Barrio de Mariscal Gamarra.

2.14. Cuenca del Huatanay.

Se inicia en la confluencia del río Huancaro y Saphy aumentando su caudal generando inundaciones teniendo como factor desencadenante las precipitaciones pluviales, tomando su recorrido el cauce natural y las áreas marginales o llanuras de inundación inundando a todas las viviendas que se encuentran ubicadas en las riberas de este río. Entre los sectores que podríamos mencionar son: Terminal Terrestre, hasta llegar a la localidad de Saylla. Se detallan las áreas de inundación en todo el recorrido del río Huatanay:

- Margen derecha sector terminal terrestre y el molino I con área de 13,647 m²
- Margen izquierda sector Simón Herrera farfán (molino I), con un área de 3073 m²
- Margen derecha sector Altura del molino II con un área de 5983 m²
- Margen izquierda sector simón herrera farfán y José Olaya con un área de 4491 m²
- Margen derecha sector de la APV Rosaura con un área de 12664 m²
- Margen derecha, altura de la APV san camilo frente a Velasco ateste, área 22412 m²
- Margen izquierda, APV Señor de los Milagros y Sol Naciente por Velasco Astete, con un área de 12033 m²
- Margen derecha sector los Nogales hasta las joyas con un área de 79742 m²
- Margen izquierda altura de Barrio Los Servidores del MINSa hasta Sol de Oro, área 456513 m²
- Margen derecha a la altura del mamelón de Santutis hasta el barrio de Túpac Amaru con un área de 288874 m²
- Margen izquierda a la altura de los jardines de Versailles hasta la Kantuta (frente al penal de kenkoro), con un área de 51394 m²
- Margen izquierda a la altura de la Kantuta (frente al penal de kenkoro) hasta la granja kayra con un área de 138094 m²

- Margen derecha a la altura de la kantuta (frente al penal de kenkoro) hasta Chimpahuaylla con un área de 179071 m²
- Margen izquierda a la altura de la planta de tratamiento de aguas residuales, con un área de 21.192 m²
- Margen derecha a la altura de la Granja kayra, con un área de 33485 m²
- Margen derecha a la altura del final de Angostura hasta la APV ferroviarios, con un área de 219625 m²
- Margen izquierda altura angostura antigua hasta el poblado de Saylla, con un área de 302137 m²
- Margen derecha a la altura del poblado de Saylla, con un área de 474587 m²

2.15. Micro Cuenca de Poroy.

Ubicada al Noroeste de la ciudad del Cusco presenta peligro de inundación en las áreas corresponden a las riberas del riachuelo Poroy y tributarios teniendo como límite la línea férrea, abarcando sector de Cruz Verde y poblado de Poroy.

CUADRO N° 123

RESULTADO DE ÁREAS DE NIVEL DE PELIGRO

NIVEL	AREA M2	TOTAL	POCENTIALES
MUY ALTO	24241775.11	135091947.98	17.94
ALTO	66728771.97	135091947.98	49.40
BAJO	15670507.58	135091947.98	11.60
MEDIO	28450895.32	135091947.98	21.06
TOTAL			100

FUENTE: EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



2.2. Quebrada Choquechaca.

Nace en la meseta de Sacsayhuaman- Sector rodadero, Las áreas de inundación serían los sectores de Sapantiana, calle Choquechaca, Tullumayo, Limacpampa grande hasta su intersección con la Av. El Sol. En este recorrido afectaría seriamente las construcciones ubicadas hacia la fachada de los terrenos y levemente a la integridad de dichos lotes.

2.3. Quebrada Ayahuyco.

Asociado a eventos de remoción en masa, con antecedentes de inundaciones. Esta quebrada involucra los sectores de San Benito y Villa María, Av. Arcopata, barrio de Santa Ana, Alfarpata hasta su intersección con Sipaspuquio y toda la Av. Ejército.

2.4. Micro Cuenca Sipaspujio Y Picchu.

Asociado a eventos de remoción en masa, debido a su historial de inundaciones causarían estragos en los sectores de Independencia, Virgen de Natividad, toda la Av. Ejército hasta su intersección con la Av. Alameda, óvalo de Pachacutecq.

2.5. Quebrada Saqramayo.

Asociado a los eventos de remoción en masa el cual genera arrastre de sólidos acumulación y sedimentación en el cauce y canalización originando el proceso de inundación, el asentamiento de viviendas en áreas marginales de la parte baja de la quebrada el cual genera vulnerabilidad alta y a la vez riesgo alto las agrupaciones vecinales vulnerables a los peligros por inundación son: Primero de Diciembre, Hermanos Ayar, El Bosque, Independencia y Amauta; las que drenan sus aguas al afluente principal Sipaspujio generando inundación en la Av. El Ejército, en el sector del Puente Almudena.

2.6. Quebrada Korimachahuayniyoc.

Las nacientes de esta Micro cuenca se encuentran en la APV Dignidad Nacional la cual constituye un área de inundación así como también los sectores de la APV Ruiz Caro y La Villa Militar drenando sus aguas al río Huancaro.

El asentamiento de viviendas en áreas marginales del río Huancaro genera vulnerabilidad alta y a la vez riesgo alto las agrupaciones vecinales vulnerables a los peligros por inundación son: San Antonio, Los Jardines, Dignidad Nacional, Giraldo Ruiz caro, Corimachahuay, Rocotopata Uscamayta, Zarzuela, Rocotopata, Qoripata Sur, Primavera, Huancaro Grande, Industrial.

2.7. Micro Cuenca Chocco.

Nace en las serranías de Vilcaconga y drena hacia el río Huancaro. El sector que presenta peligro de inundaciones son las áreas adyacentes al río de la comunidad Campesina Chocco.

2.8. Microcuenca Huancaro.

Ésta área, cuya naciente está en la intersección de los ríos Chocco y Huamancharpa, también tiene antecedentes de inundaciones en las áreas, el estudio realizado por el IMA también involucro al río Huancaro en 3,140 Km aproximadamente, identificando intervalos de áreas de inundación mayores a 2 metros y menor a 10 metros a lo largo de todo el cauce natural hasta la confluencia con el río Huatanay, asociado a eventos de remoción en masa como se describe anteriormente.

El asentamiento de viviendas en áreas marginales del río Huancaro genera vulnerabilidad alta y a la vez riesgo alto las agrupaciones vecinales vulnerables a los peligros por inundación son: Pacarectambo, villa primavera, Los Pinos, Tincoc, Juna Espinosa Medrano, Manahuañunca Zda Etaoa, Villa Union Hunacaro, Barrio de Dios, Nuevas Americas, Rumi Huancaro, Huancaro Grande, Araway, 1ro de Enero, y Tiobamba.

2.9. Micro Cuenca Cachimayo.

Presenta la misma configuración asociada a los eventos de remoción en masa afectando áreas de inundación en la mayor parte de su cauce parte baja por la el tipo de pendiente suave a llano, las áreas de inundación se encuentran asociados a viviendas asentadas en los sectores de: Punta sal, Las Salineras, Vallecito, Victoria, José Carlos Mariátegui, 28 de Julio, Cantu, Las mercedes, Vista Alegre, Pumaqchupan, y los Manantiales.

2.10. Micro Cuenca Tenería.

Asociado a deslizamientos y caída de suelos de roca caliza meteorizada químicamente, generando erosión severa hacia el cauce de la quebrada, esta micro cuenca se inicia en la parte alta en las inmediaciones del poblado de Yuncaypata, tendría como áreas de inundación a los sectores bajos de: Urb. Villa los Próceres, Urb. Tenería, Santutis Chico donde se encuentran el colegio Pukllasunchis y el Instituto superior tecnológico Arco Iris, hasta su desembocadura en el río Huatanay.

2.11. Micro Cuenca Kayra.

Nace en el cerro Huanacaure y cruza la propiedad de la Granja Experimental Kayra de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

1. Flujo de Detritos.

Son masas de agua y lodo con gravas y bloques de rocas que se producen por efecto de erosiones importantes en las quebradas o asociadas directamente a deslizamientos. Estas se transportan por los torrentes o caen asociados a la gravedad, formando depósitos de conos aluviales. Estos huaycos tienen un gran poder erosivo y destruyen todo lo que encuentran a su paso. Son muy frecuentes en el valle de Cusco.

- **Peligro Muy Alto:** corresponde a las cabeceras de las diferentes quebradas principalmente las ubicadas al oeste y suroeste de la ciudad de Cusco, así como al norte y sur del Valle Este del Huatanay. Aquí, las intensas precipitaciones pluviales, por ejemplo, por uno o tres días seguidos, con valores por encima de lo normal, producen erosión de cauces y márgenes, con formación de pequeños deslizamientos de dimensiones métricas, y además pequeños represamientos. Los desagües y rebalses encauzados ocupan el ancho de las quebradas donde se acumulan, cerca de las áreas urbanas, debido a las pendientes llanas o a las canalizaciones. Otra zona de peligros muy alto corresponde a las quebradas Saphy, Huamancharpa, Saqramayo, Hatunhuayco y Atochuachana, donde las rocas del substrato están muy fracturadas y son deleznablees favoreciendo los aluviones. Se tiene de acuerdo a los estudios que, 5.19 Ha. se encuentran en peligro muy alto, de los cuales 0.14 Ha. se localizan en el área urbana del Valle del río Huatanay.

- **Peligro Alto:** se trata de zonas las zonas urbanas cercanas de deslizamiento que tienen a reactivarse por las precipitaciones pluviales extraordinarias de manera más o menos importante. Estos deslizamientos generan represamientos y aluviones. Es el caso de los deslizamientos de Saphy y Huamancharpa que afectarían el Centro Histórico y el sector suroeste de la ciudad del Cusco.

Igualmente las quebradas de Quilquemayo, Sacramayo, Cachimayo y Tenería en el Valle Norte y Larapa (Pícol), de Choquepata, Saylla (Hatunhuayco) y Oropesa (Atochuachana) en el Valle Sur. De acuerdo a los estudios realizados en el Valle del río Huatanay se tienen los siguientes datos: 234.34 Ha. en peligro alto, de los cuales 111.43 Ha. se encuentran en el área urbana.

- **Peligro Medio-Bajo:** está en relación a posibles huaycos que puedan ocurrir en las quebradas de Tancarpatha, Wimpillay y Choco. Si bien estas quebradas no son muy activas o no hay deslizamientos importantes, pero el hecho de que los asentamientos humanos están ganando terrenos a los cauces de estas quebradas, los hace vulnerables. Para el Valle Sur se tienen las quebradas de Vinocanchon, Huacotohuayco, Huasao, y la quebrada. En Larapa, Saylla y Oropesa, esta clasificación corresponde a una parte del poblado cercana a las zonas de peligro alto.

De los estudios realizados se tiene que en el Valle del río Huatanay, 304.55 Ha. se encuentran en peligro medio de los que 140.33 se localizan en el área urbana; mientras que 557.10 Ha. se encuentran en peligro bajo de los que 137.78 se ubican en el área urbana.

2. ZONAS POR INUNDACIÓN.

Hidrologicamente, la cuenca del río Huatanay funciona como colector de las precipitaciones pluviales. Como una característica del comportamiento hidrológico de la cuenca.

La identificación de los peligros por inundación se caracterizó por el estudio de Evaluación de Máximas Avenidas en la cuenca del río Huatanay que lo permitirá plantear lo programas y proyectos de prevención y reducción de los eventos de inundación, que fue realizado por INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE (IMA) del Gobierno Regional del Cusco.

Estudio: MODELO HIDRÁULICO DE INUNDACIONES DEL RÍO HUATANAY CON PROYECTO, INCLUIDO Y SIN INCLUIR LOS PUENTES EXISTENTES - "AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS CONTRA INUNDACIONES EN 38 KM. DEL CAUCE DEL RÍO HUATANAY EN LAS PROVINCIAS DE CUSCO Y QUISPICANCHIS - REGIÓN CUSCO"

Desde el componente de Gestión de Riesgos se han realizado estudios comparativos con los resultados obtenidos de estudio antes mencionado en el geológico analizando la geomorfología fluvial determinando llanuras de inundación como antiguos cauces, la sedimentación y el estado actual y los antecedentes de anteriores eventos de inundación relacionados a los eventos de remoción en masa existentes en los tributarios principales y secundarios, las cuales se describen más adelante que al final describen zonas de inundación acorde a los resultados de la simulación para el modelo hidráulico de inundaciones en el río Huatanay.

A continuación se describe los las zonas

2.1. Micro Cuenca Saphy.

Esta micro Cuenca presenta problemas de inundaciones en el sector donde se encuentra ubicado en campamento Municipal antes del inicio de la canalización del río Saphy. Siendo zonas de peligro de inundaciones las áreas como el campamento Municipal, Urb. Villa las Mercedes, Canalización del río Saphy, calle Saphy, calle Plateros, Plaza de Armas, Parainfo Universitario, Toda la Avenida el Sol en una franja simétrica de 30m de ancho aproximadamente, hasta su intersección con el río Huancaro (terminal Terrestre).

Orcompugio, esto solamente se origina en tiempo de lluvias porque los comuneros dan constante mantenimiento y limpieza del lecho del río y evitar desfogue de sus aguas porque estas son utilizadas para el regadío, es por eso que está quebrada es conservada en la mayor parte de su extensión y reforestada en los deslizamientos ocasionados en cada época de lluvias.

- **Deslizamiento Concevidayoc.**

Las rocas se hallan fuertemente fracturadas y falladas constituyendo planos de discontinuidad que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos. Relieve de fuerte pendiente y abrupta que inestabiliza las laderas del cerro Huaynapicol. Presencia de acuíferos en contactos litológicos.

- **Deslizamiento Huaccoto.**

Se ubica en las partes altas de la quebrada Huaccoto en la margen izquierda en la que se puede observar agrietamientos fisuras.

1.16. Sector Saylla.

Se tienen numerosos fenómenos como Cárcavas, Deslizamientos importantes y flujos de lodo.

- **Deslizamientos en el Sector Saylla:** Los deslizamientos activos son principalmente procedentes de la margen izquierda de la quebrada Hatunhuayco donde son notorias las escarpas recientes, además de la parte superior y otros pequeños deslizamientos en la margen derecha, en general la acumulación de materiales aluviales en el sector de Llocllapampa

- **Deslizamiento Hatunhuayco:** Este deslizamiento es activo está situado al sur oeste de la localidad de Saylla, ha tenido varias etapas críticas, afectado a las estructuras de la escuela, puente y carretera asfaltada.

1.17. Sector Poroy

Se aprecia Cárcavas y con la presencia de algunos deslizamientos y pequeñas caídas de suelo en los flancos de las quebradas provocados por saturación de suelos, algunos casos ocasionados por la acción inducida ya que se encuentra próxima al área urbana.

B. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELIGROS EN ZONAS POR INUNDACIONES.

El río Huatanay es el colector principal de todo el valle de Cusco y en época de lluvias transporta una cantidad importante de aguas pluviales y sedimentos. El estudio de la evolución geodinámica muestra que antes de toda intervención humana el río era muy activo, con cauce muy sinuoso y

erosión lateral importante. Las primeras obras humanas, así como las obras actuales han encauzado casi todo el Alto Huatanay, ganando terrenos a la parte correspondiente al cauce natural inundable en periodos de lluvias anuales y en periodos extraordinarios de entre 10 y 100 años. A pesar de las obras humanas que han encauzado el río, este trata de recuperar su cauce natural produciendo las inundaciones. En forma general se puede decir que todos los bordes del río Huatanay son vulnerables a las inundaciones, sin embargo hemos clasificado zonas con peligro Muy Alto y alto.

- **Peligro Muy Alto:** corresponde a las zonas que son afectadas o pueden ser afectadas por las lluvias muy fuertes que se producen anualmente o con un periodo de recurrencia de 10 años. Dentro de esta clasificación tenemos los bordes del río con urbanizaciones consolidadas inmediatamente pegadas al río y sin obras de encauzamiento. Aquí, solamente existe como protección muros provisionales de encauzamiento que se construyen con el material del río (gravas y arenas) y sacos de arena. Cada año estos muros son destruidos por el río inundando varios sectores, por lo que son de muy alto peligro a las inundaciones. Entre estos sectores tenemos, Huancaro, la margen derecha del río Huatanay en el tramo canalizado del Aeropuerto Internacional. Se tiene que en el Valle del río Huatanay, 86.47 Ha. se encuentran en peligro muy alto, de los cuales 29.91 Ha. se localizan en el área urbana. En el valle sur son de muy alto peligro la margen izquierda del río Huatanay en Angostura y Huambutío; así como, entre Saylla y Oropesa, donde ambas márgenes del río son muy vulnerables a las inundaciones. El poblado de Huacarpay está construido al medio de la laguna, además los bordes de esta han sido secados artificialmente, por lo que también de muy alto peligro (Ver imagen N° 07).

- **Peligro Alto:** corresponde a las zonas que pueden ser inundadas en periodos de lluvias extraordinarias que se producen entre 10 y 50 años, destruyendo las obras de encauzamiento que en muchos casos no consideran estos aspectos. Por el periodo de recurrencia muy largo, la población muchas veces no tiene la conciencia debida de estos fenómenos a largo tiempo. Las lluvias del año 2010 corresponden a este periodo de recurrencia y corroboran el mapa elaborado previamente. Los sectores correspondientes a peligro alto son los cercanos a los de muy alto peligro (en el mapa aparecen juntos), en Huancaro, el Aeropuerto y todos los sectores rellenados del Huatanay en su cauce inundable. En el Valle Sur tenemos los sectores cercanos a los de muy alto peligro, en San Jerónimo y Saylla-Oropesa. Sin embargo, aquí los trabajos de prevención y de tratamiento del Huatanay llevado a cabo por las Municipalidades y Guamán Poma han evitado desastres. El poblado de Huayllarpampa (Huambutío) que es una zona de explotación de arcillas, es de alto peligro.

1.9. Quebrada Sipasmayo.

Con naciente en la parte alta del sistema de montañas de Picchu y la quebrada es el contacto entre la formación Puquin y Kayra con problemas geodinámicos la margen izquierda (Puquin) se observan pequeños deslizamientos en ella se ubican asentamientos humanos.

1.10. Quebrada Kusilluchayoc.

Quebrada inestable por presentar un sistema de deslizamientos activos por el grado de fracturamiento de las areniscas de la formación Puquin y el tipo de pendiente escarpada a muy empinada y la presencia de yesos en las quebradas tributarias a esta.

1.11. Quebrada Ccorimachahuayniyoc

En la naciente margen izquierda se observa agrietamientos de suelos que amenazan con desprendimiento, la que embalsaría este sector poniendo en peligro de inundación en la parte baja (zarzuela)

1.12. Sector San Sebastián Norte

El sector de San Sebastián Norte en la margen izquierda del río Huatanay, abarca desde la quebrada Cachimayo hasta la quebrada Tinerías, sector Sol de Oro - CONAFOVICER. En este sector se observa un sistema de carcavamiento, erosión severa e hídrica, deslizamientos, caídas de suelos y la progradación lateral por el relleno de quebradas y cárcavas todo ello generado también por el impacto antrópico en la construcción de viviendas, a continuación se menciona las quebradas jóvenes en proceso de formación e intensa actividad geodinámica.

- Quebrada Cullchihuayco
- Quebrada Ángel Huayco
- Quebrada Sollo – Tocco
- Quebrada Salsaccata.
- Quebrada Perol Huayco.
- Quebrada Vallecito.
- Quebrada Santa Rosa.

1.13. Sector de San Sebastián

- **Parte Norte:** En la quebrada Cullchihuayco se ha producido derrumbes pequeños de material compuesto por limo-arcilla saturado por las filtraciones de agua, donde el talud

presenta fuertes agrietamientos. en épocas de precipitaciones pluviales, han dado lugar a la formación de fenómenos de geodinámica externa como son los deslizamientos y derrumbes.

- **Parte Sur:** Dentro de las quebradas podemos mencionar a la Quebrada Tankarpata, sector Wimpillay y agua buena con la quebrada Pampa Grande entre las principales, mencionando también el sistema de cárcavas. Indicamos de esta manera que la formación San Sebastián es la de mayor Geodinámica externa en el área ya sea por el tipo de suelo así como la saturación de aguas, la presencia antrópica (ubicación de suelos de cultivo y presencia de asentamientos humanos).

1.14. Cárcavas de San Antonio.

Se tienen los peligros de: Asentamientos, Deslizamientos, Emisión de gases tóxicos, Contaminación Química, Contaminación Bacteriológica y no se puede descartar el peligro de que ocurra una explosión de gases inflamables.

En la base de la cárcava el agua altamente contaminada que filtra del botadero (lechada) viene escurriendo superficialmente al aire libre, emitiendo fuertes olores y contaminando el ambiente. Se recomienda:

1.15. Sector San Jerónimo

- **Deslizamiento Pico:** El deslizamiento Pico es el más importante de esta zona y es de tipo gradacional y traslacional, tiene lugar en la naciente de la quebrada. La zona de arranque es en contra de la estratificación de dirección Nor- Este a Sur-Oeste, con aproximadamente 500 m de longitud y 300 m de ancho. El material deslizado está compuesto mayormente por gravas en una matriz limo arena arcillosa. De acuerdo con las observaciones de campo, el deslizamiento ha sido arrastrado por las aguas de escorrentía superficial y por algunos afloramientos.
- **Deslizamiento Kachui:** Tiene lugar en la quebrada del mismo nombre situada en la margen izquierda aguas arriba del lugar y que debido al socavamiento de la base erosionada por el riachuelo Kachui, estos materiales se vienen deslizando aprovechando el intenso fracturamiento por estar cerca de la falla, tiene una relativa dimensión. Este deslizamiento avanza porque se encuentra en un recodo y que las aguas llegan a socavar con fuerza, erosionando solamente el lado izquierdo de la quebrada tal es que la parte superior también se encuentra desprovista de vegetación haciendo más intenso este deslizamiento.
- **Deslizamiento Orcompujio.** Está al norte de la población de San Jerónimo, el deslizamiento tiene una dimensión regular en la que se observa superficies de arranque originadas por la constante erosión del río



1. DESCRIPCIÓN DE ZONAS CON EVENTOS DE REMOSIÓN EN MASA

1.1.1. Micro Cuenca Saphy

- **Parte Alta.-** Existen numerosos deslizamientos que generan gran cantidad de sedimentos que son transportados durante la época de lluvias, existen diversos tipos de deslizamientos, Algunos de estos deslizamientos son lentos y otros son rápidos.
- **Parte intermedia.-** en esta zona se encuentra el campamento de la Municipalidad Provincial del Cusco y con encausamiento de gaviones en el río Saphy siendo este sector de alto riesgo y peligro por la alta vulnerabilidad que presenta en ambos lados de la quebrada
- **Parte Baja.-** Con nacientes en el inicio de la canalización del río Saphy atravesando la ciudad canalizado pasando por las calles Plateros, Plaza de Armas, Av. El Sol hasta desembocar en el río Huancaro (terminal terrestre) siendo este sector de alto riesgo y vulnerable a futuros embalses en la parte alta e intermedia siendo altamente vulnerables a inundaciones como la plaza de Armas y el centro histórico de la ciudad.
El mayor deslizamiento de este sector se ubica en la margen izquierda de la parte intermedia del río Saphy cerca de la confluencia de los ríos Muyorcco y Chacan es un deslizamiento activo y de alto riesgo que amenaza con represar el río en este sector, presenta materiales incoherentes de la formación Pumamarca y depósitos fluvio-glaciales.

1.2. Micro Cuenca Huancaro- Chocco:

1.2.1. Quebrada Huancaro

- **Zona de Ocopata.** Se ubica al lado derecho de la Microcuenca al lado adyacente de la carretera Cusco- Paruro, encontrándose un deslizamiento importante en las proximidades del centro poblado.
- **Lado izquierdo de los ríos Kcachona y Lococharmayo.** En el flanco oriental de los cerros Pumahorcco y Cabracanchapata, en esta roca se observa el deslizamiento de Huamancharpa con longitudes que superan los 550 m en la base
- **En la zona Jaquira.** Se observa reptación de suelos, erosión de cárcavas, caídas de bloques, deslizamientos y derrumbes, arroyos y flujos de lodo.

1.2.2. Quebrada Chocco. Deslizamiento sector Ancco, derrumbes y flujos detríticos –lodo se dan en suelos coluvial, aluvial, lacustre de la formación San Sebastián

1.3. Micro Cuenca Cachimayo:

En la microcuenca de Cachimayo se tienen Deslizamientos, Conos de escombros, caída de bloques, asentamientos y derrumbes que se describen a continuación, Conos de Escombros, encontrándose distribuidos en ambas márgenes del río Cachimayo, Caída de Bloques, derrumbes generando zonas de flujo de detritos.

1.4. Micro Cuenca Tinería

Se observan deslizamientos antiguos y recientes, además de las corrientes de barro por la constante caída de material detrítico, que generan corrientes de barro, y que pueden ser muy peligrosas porque en su seno transportan bloques de gran tamaño de manera diseminada producto de anteriores corrientes, este puede ocurrir con una precipitación abundante característica de la zona por lo que hay que prevenir.

1.5. Micro Cuenca Huaccoto

Se observa presencia de deslizamiento y cárcavas las cuales se encuentran controladas por presencia de abundante vegetación en las paredes laterales y terreno aledaño a ellos no constituyendo problema alguno para las pocas viviendas que se encuentran cerca de ellas no presenta problemas de deslizamientos ni derrumbes.

1.6. Micro Cuenca Kayra

Se observan fenómenos geodinámicos de deslizamientos antiguos escasamente caídas de suelos de poca apreciación o muy pequeño

1.7. Quebrada Ayahuyayco

Se observan deslizamientos, caída de suelos con pendientes escarpadas, por la parte alta de la quebrada Ayahuyayco se evidencia que las lluvias activan la cuenca formando surcos que debilitan el terreno.

1.8. Quebrada Sacramayo:

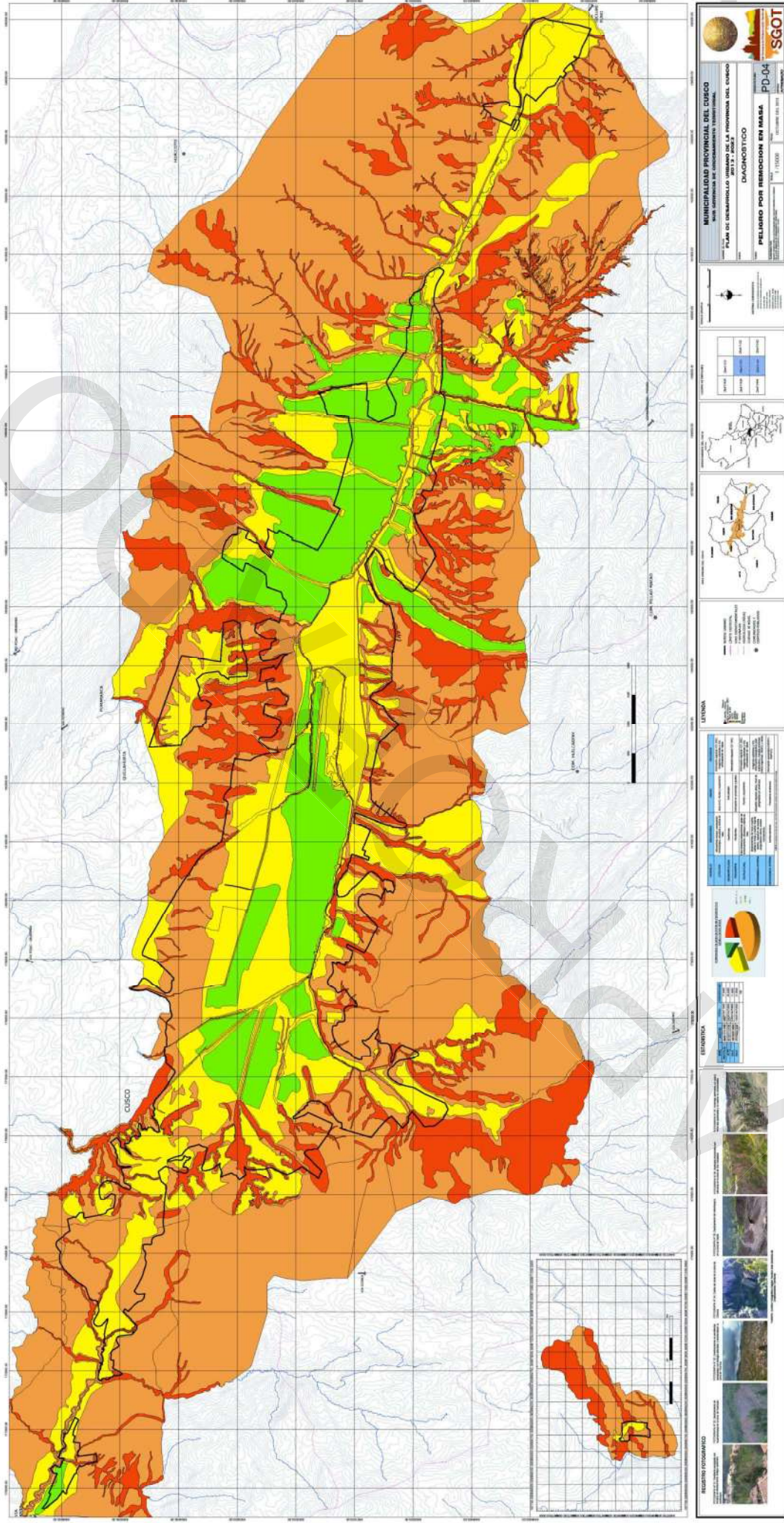
En este sector el puente Independencia se encuentra deteriorado con presencia de colapsamiento del techo como de sus hastiales, siendo este de alto riesgo en la parte baja es altamente vulnerable ya que existen viviendas en el cauce del riachuelo (inundación). Presenta deslizamientos antiguos así mismo requiere de un tratamiento de drenajes y muros de encausamiento no debe darse uso para viviendas por ser terrenos deleznable, la quebrada sigue la dirección de los estratos y es altamente erosionable.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO

IMAGEN N° 06

MAPA DE PELIGROS POR REMOCION EN MASA DE LA PROVINCIA DE CUSCO



FUENTE: EQUIPO TECNICO DE LA SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



A. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS POR REMOCIÓN EN MASA

Tomando las variables definidas de litología como el estado actual de las rocas – suelos, pendientes ambos con rangos definidos y la identificación geodinámica como los eventos de remoción en masa (ver cuadro N° 119, 120), tomando en cuenta los parámetros de zonificación en quebradas y cauces naturales asociado a los eventos de remoción en masa (ver cuadro N° 121), es que se clasificó en el estrato nivel de peligros de acuerdo a los criterios de zonificación generado por CENEPRED (ver cuadro N° 122) en toda el área urbana de la provincia y área de ámbito para el PDU en la cuenca del Huatanay, Distrito de Poroy y Ccorca; definiendo de esta forma la zonificación del Mapa de Peligros por Remoción en Masa (Ver imagen N° 06).

CUADRO N° 119

CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO POR EVENTOS DE REMOCIÓN EN MASA

PENDIENTES	MATRIZ: PENDIENTES - LITOLOGIA			0-8% abc pendiente suave
	mas 75% h muy empinado a escarpa	25-75% fg empinado	8-25% de moderadamente empinado	
R4: Suelo	D-CR-FD-FL-ES-ESU-CS	D-FD-FL-ES-ESU-CS	D-FD-FL-IR-H-AS-EF-ESU-CS	FD-FL-IR-H-AS-ES-EF-ESU-CS
R3: Roca Fracturada	D-CR-FD-ES-CS	D-FD-ES-CS	D-FD-FL-ESU-CS	FD-FL-IR-H-ESU
R2: Roca Cizallada	D-CR-FD-ES-ESU	D-ES-ESU	D-FD-ESU-CS-EF	ESU-CS
R1: Roca compacto	CR-ESU-ES	ESU-ES	ESU-ES	ESU-CS

FUENTE: EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CUADRO N° 120

RANGOS DE PENDIENTE USADOS PARA LA GENERACIÓN DEL MAPA DE PENDIENTES

PENDIENTE (%)	SIMBOLO DE CLASE	DESCRIPCION
0 - 4	A-B	Zonas llanas a ligeramente inclinadas
4 - 8	C	Zonas con pendiente suave, moderadamente inclinada
8 - 15	D	Zonas con pendiente moderada, fuertemente inclinada
15 - 25	E	Zonas con pendiente moderadamente empinada
25 - 50	F	Zonas con pendiente fuerte, pendiente empinada
50 - 75	G	Zonas con pendiente muy fuerte, fuertemente empinada
75	H	Zonas escarpadas

FUENTE: REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS, AMPLIADO DE ONERN - 1980
ELABORACIÓN: EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CUADRO N° 121

PARÁMETROS DE ZONIFICACIÓN DE PELIGROS EN QUEBRADAS Y CAUCES

PENDIENTE MUY EMPINADA A ESCARPA		Pendiente moderadamente empinada	
PENDIENTE EMPINADA		Cause recto	
		Pendiente suave cause de río	

FUENTE: DATA FOT GRC - JULIO, 2013
ELABORACIÓN: EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CUADRO N° 122

ESTRATO NIVEL DE PELIGROS POR REMOCIÓN EN MASA

NIVEL ZONIFICACION	DESCRIPCION	VALOR
PELIGRO BAJO PB	Zonas amenazadas por eventos de remoción en masa como: Erosión superficial y severa Pendientes suaves moderadamente empinada. (0% - 25%). Laderas en formaciones rocosas no alteradas poco agrietadas, laderas forestadas y deforestadas.	De 1% a 25%
PELIGRO MEDIO PM	Zonas amenazadas por eventos de remoción en masa como con menor intensidad: flujo de detritos, flujo de lodo, reptación de suelos, hundimientos, erosión severa, erosión superficial. Pendientes inclinada, moderadamente empinada (0% - 50%) Suelos mal clasificados y/o sueltos, suelos moderadamente cohesivos, saturados. Laderas forestadas y deforestadas, formaciones rocosas con alteración y agrietamientos moderados.	De 26% a 50%
PELIGRO ALTO PA	Zonas amenazadas por eventos de remoción en masa como: Deslizamientos, caída de rocas, flujo de detritos, flujo de lodo, reptación de suelos, hundimientos, erosión severa, erosión superficial, cárcavas y/o surcos. Pendientes moderadamente empinada, muy empinadas y escarpadas (8% - 75% a mas) Suelos mal clasificados y/o sueltos de baja cohesión, saturados. Laderas deforestadas con alta meteorización, formaciones rocosas con alteración y agrietamientos moderados.	De 51% a 75%
PELIGRO MUY ALTO PMA	Zonas amenazadas por eventos de remoción en masa como: Deslizamientos, caída de rocas flujo de detritos, flujo de lodo erosión severa, erosión superficial, cárcavas y/o surcos. Pendientes muy empinada a escarpadas (25° - 75 a mas) Suelos mal clasificados y/o sueltos, muy alterados, saturados Laderas con agrietamientos, deforestadas. Presencia de discontinuidades desfavorables	De 76% a 100%

FUENTE: EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



2.3.2.2. PELIGROS GEODINÁMICOS POR REMOCIÓN EN MASA E INUNDACIÓN

La gestión de riesgos está diseñada para prevenir y reducir los daños ocasionados por los peligros naturales e inducidos en una determinada área y de ésta manera diseñar una serie de actividades para reducir la pérdida de vidas y destrucción de terrenos.

El manejo de los peligros naturales frecuentemente ha sido realizado independientemente de la planificación para el desarrollo, ya que no se dan resultados a corto plazo.

La evaluación acerca de los peligros geológicos proporciona una información sobre la ubicación exacta, la severidad de eventos naturales. Estos estudios incluyen la elaboración de mapas geológicos, zonificación de amenaza y riesgo para el ordenamiento territorial y la gestión de emergencias.

Para poder caracterizar los peligros geológicos potenciales, se ha tomado en cuenta la información histórica escrita, así como las reseñas orales de residentes lugareños.

El Perú se encuentra en una zona sísmica. El movimiento de placas en la corteza terrestre y las concentraciones locales de energía son una fuente continua de peligros para la Sociedad.

La ubicación geográfica y geomorfológica de la Provincia de Cusco es una zona intramontañosa que le confiere características propias frente a los procesos geodinámicas.

Otro peligro geológico que es de destacar es el cambio climático, lo cual produce el calentamiento global, en efecto produce las intensas lluvias lo que genera inundaciones y desborde de ríos. Para lo cual tampoco estamos preparados, ya que no existen puentes que resistan a la sobre carga de caudal, tampoco los ríos constan de un cauce definido y no existen muros de contención que soporten el cauce del río.

Los movimientos en masa son parte de los procesos denotativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interface entre esta, la hidrosfera y la atmosfera. Así, si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas, por otra la meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la acción del hombre) actúan sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición más plana. Esto implica que la posibilidad de ocurrencia de un movimiento en masa comienza desde el mismo momento en que se forma una ladera natural o se construye un talud artificial y que el análisis de tal posibilidad involucra distintas disciplinas de las ciencias de la tierra y del medio ambiente, así como de las ciencias naturales. (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA:GCA)

Para identificar los eventos de geodinámica se realizó la clasificación de los eventos de remoción en masa que actúan en toda el área urbana de la provincia. (Ver cuadro N° 118)

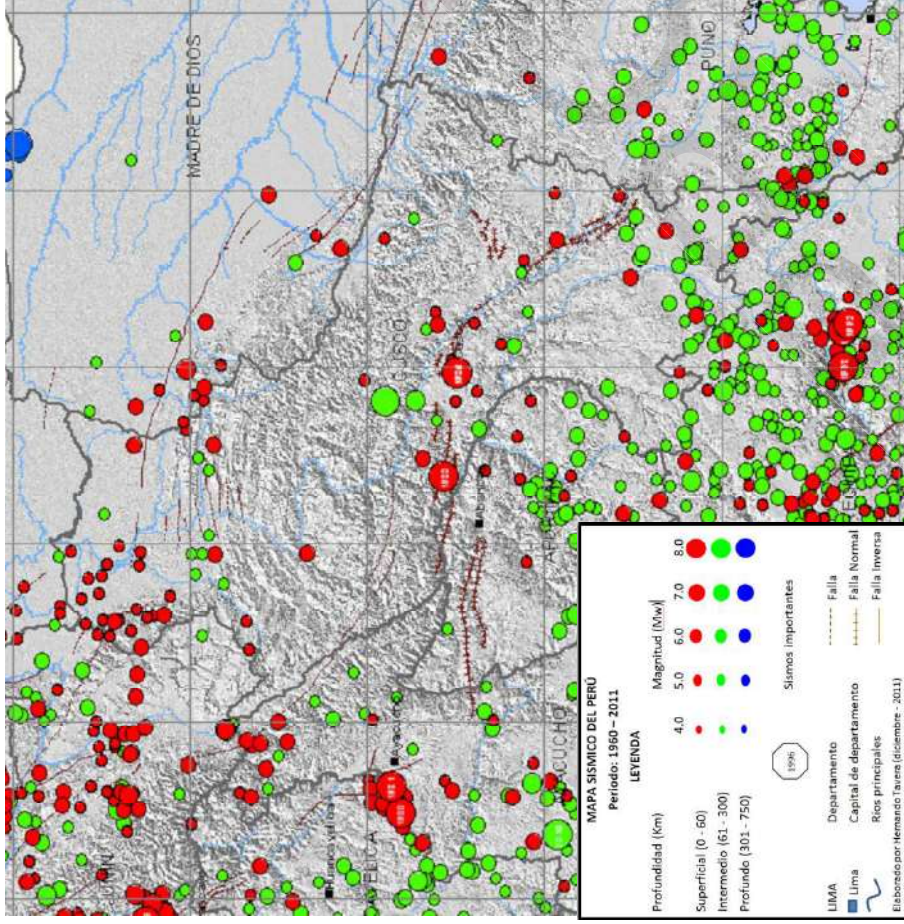
CUADRO N° 118

CLASIFICACIÓN GEODINÁMICA EXTERNA	ABREV.
EVENTOS DE REMOCIÓN EN MASA	
Deslizamiento	D
Caidas rocas, detritos, suelos	CR
Flujos detritos	FD
Flujos lodos	FL
Reptación de suelos	LR
Hundimiento	H
Erosión severa	ES
Erosión fluvial	EF
Erosión superficial	ESU
Cárcavas y/o Surcos	CS

FUENTE: PLAN MULTI-ANDINO (PMA)
ELABORACIÓN: EQUIPO TÉCNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

IMAGEN N° 03

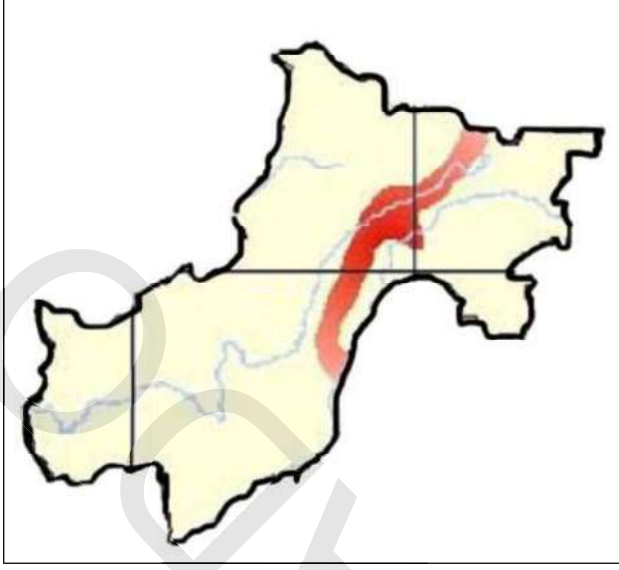
MAPA SISMICO DEL PERÚ (CUSCO)



FUENTE: IGP - INDECI
 MAPA SISMICO DEL PERÚ HASTA EL AÑO 2011 DONDE SE APRECIA EL DEPARTAMENTO DEL CUSCO Y LUGARES DONDE OCURRIERON SISMOS, CON PROFUNDIDAD Y MAGNITUD, Y QUE SON MAS PROPENSAS A TENERLOS

IMAGEN N° 04

MAPA DE MAYOR CONCENTRACIÓN SISMICA (CUSCO)



FUENTE: IGP - INDECI
 MAPA DE ZONAS DE MAYOR CONCENTRACIÓN DE SISMOS SUPERFICIALES (COLOR ROJO) DE LA REGIÓN CUSCO

Según el mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas según CISMID, (proyecto SISRA-CERESIS) que representa las intensidades máximas por medio de isosistas en la escala de Mercalli modificada, incluyendo eventos históricos de importancia ocurridos en el Perú hasta el 31 de diciembre de 2001.

Se puede generalizar que, la Provincia de Cusco presenta intensidades de VI-VII, indicando que es inestable, según su geología presenta un relieve con montañas empinadas que presenta deslizamientos, derrumbes y flujos que la hacen inestables en varias zonas de quebradas como en los mismos distritos y sus distintas comunidades.

La región Cusco está atravesada por un serie de fallas tectónicas, siendo las más conocidas: la falla de Tambomachay localizada al norte de la ciudad a unos 15 Km. y es el origen de muchos de los sismos superficiales y de gran impacto. Es muy extensa la historia de los sismos en Cusco.



Plan de
Desarrollo
Urbano
Cusco al
2023

FOTOGRAFÍA N° 44

PENDIENTE ESCARPADA, DISTRITO CUSCO - QDA. CUSILLUCHAYOQ.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

FOTOGRAFÍA N° 45

PENDIENTE ESCARPADA, DISTRITO CCORCA, ESTRUCTURAS SEDIMENTARIOS



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

F. SISMICIDAD

La geodinámica interna intraplaca está asociada a eventos sísmicos y al levantamiento actual generalizado de los Andes, asimismo la íntima relación con los fallamientos cuaternarios activos, hace que la frecuencia sísmica sea relativamente alta.

Existe una preocupación permanente por la problemática ocasionada por los procesos geodinámicas naturales cuyo desenlace violento involucra la seguridad física de la población. El crecimiento acelerado de las ciudades, hace que los pocos espacios habitables no sean correctamente utilizados, muchas veces por la falta de una correcta planificación y control por parte de las autoridades, como el consiguiente incremento de los impactos en el medio físico natural.

También cabe destacar que la Provincia de Cusco se encuentra en una zona de bastante actividad tectónica, lo cual está expuesto a los movimientos de intraplaca. Sin embargo los distritos de La Provincia de Cusco no están preparados para un evento de movimientos tectónicos. Ya que las construcciones civiles no son construidas tecnificada mente. En la Provincia de Cusco un 80% aproximadamente de viviendas están construida de abobe lo cual es muy vulnerable a los peligro de movimientos sísmicos. Estas construcciones se encuentran construidas en su mayoría sobre depósitos cuaternarios conos aluviales, encima de material cuaternario y no sobre roca firme, en conclusión se asume que la Provincia de Cusco es una zona vulnerable a los peligros de movimientos sísmicos

El término sismicidad describe la calidad o característica sísmica de una zona y se expresa en el número de sismos por unidad de área o volumen y por unidad de tiempo, el modo de ocurrencia y sus efectos en la superficie; las fallas que se originan por la geodinámica interna en la zona de estudio tienen una orientación principalmente NW-SE, con fallas tensionales con dirección NE-SW, produciendo anticlinales y sinclinales.

La Provincia de Cusco se ubica al borde de la zona Noreste de gran concentración de sismos intermedios, cuyo borde occidental sigue la línea de costa desde Lima hasta la frontera con Chile y cuyo borde oriental pasa cercano a la orilla norte del Lago Titicaca, sigue el límite de los departamentos de Cusco y Apurímac hasta el punto en que convergen los límites de ambos departamentos con el de Ayacucho.

FOTOGRAFÍA N° 42

PENDIENTE EMPINADA DISTRITO SAN SEBASTIÁN, VERTIENTES IZQUIERDAS.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

6. Pendiente Fuertemente Empinada (G, 50-75%)

Los relieves con fuerte inclinación de pendientes de 50 a 75% (26° a 36°), (Pendiente G), que ya no suelen ser apropiados para su uso agrícola, pero que sin embargo en la provincia se suelen usar en la agricultura, ocupan el 18.79% aproximadamente de la superficie total de la Provincia.

Se encuentran mayormente concentrados hacia las partes altas de la provincia como resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosivos que presenta la provincia, y se encuentran dispersos en casi toda la provincia mayormente en zonas altas, con cortas extensiones, presentando una cobertura vegetal escasa, mayormente de bosque, se presentan mayormente en los distritos de Ccorca, Cusco Noreste hasta la sub cuenca del río Cachimayo y vertiente izquierda de la sub cuenca del río Saphy hasta la Qda. De Chacan – Sennca, vertientes altas del distrito de Santiago.

FOTOGRAFÍA N° 43

PENDIENTE EMPINADA, DISTRITO SANTIAGO, VERTIENTES ALTAS



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

7. Pendiente Escarpada (H, +75%)

Los relieves con fuerte inclinación de pendientes mayores a 75% (más de 36°), (Pendiente H), que no son apropiados para su uso agrícola, ocupan el 23.62% aproximadamente de la superficie total de la Provincia. Su presencia en la provincia es muy escasa, y constituyen laderas montañosas escarpadas, en estas zonas el relieve es complicado llegando en algunos casos a ser casi verticales, son el resultado de fuerzas tectónicas internas mayores y de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosivos que se presentan en la provincia, presentan poca o nula cobertura vegetal, mayormente de bosques, y si es nula presentan en cambio afloramientos rocosos que a veces tienen pendientes extremas, su presencia se concentra en los distritos de Saylla y Ccorca en las vertientes bajas, en los distritos de Santiago, San Sebastián y San Jerónimo en las vertientes altas ya hasta los picos y crestas de las montañas, como resultado de eventos geodinámicos de remoción en masa acontecidos anteriormente por las fuertes pendientes que presentan esas zonas.

FOTOGRAFÍA N° 40

PENDIENTE FUERTEMENTE INCLINADA, MESETA DE SAQSAYHUAMAN



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

4. Pendiente Moderadamente Empinada (E, 15-25%)

Los relieves inclinados con pendientes de 15 a 25% (8° a 14°), (Pendiente E), que también pueden ser usados por la actividad agrícola, ocupan un 21.17% aproximadamente de la superficie total de la Provincia. Se encuentran mayormente concentrados hacia las partes de alturas intermedias de la provincia como resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosivos y sedimentarios que presenta la provincia, suelen tener buena cobertura vegetal en zonas donde no son aprovechadas por la agricultura, se encuentran distribuidas en toda la provincia, como mayormente en los distritos de Poroy en la margen derecha, Cusco nor este y nor occidental, San Sebastián ambas márgenes san Jerónimo y saylla sector angostura y Santiago margen derecha rio Huatanay.

FOTOGRAFÍA N° 41

PENDIENTE MODERADAMENTE EMPINADA DISTRITO CUSCO SECTOR NOR OCCIDENTAL.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

5. Pendiente Empinada (F, 25-50%)

Los relieves inclinados con pendientes de 25 a 50% (14° a 26°), (Pendiente F), que también suelen ser usados en la agricultura, ocupan la mayor parte de la superficie de la Provincia, con un mayoritario 17.80 % aproximadamente de la superficie total. Se encuentran mayormente concentrados hacia las partes de altura intermedias de la provincia como resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosivos que presenta la provincia, presentan cobertura vegetal en zonas donde no se les da uso agrícola, se les encuentran distribuidos en toda la provincia como en el distrito de Cusco en la quebrada Saphy margen derecha, Poroy vertiente alta izquierda, Ccorca vertiente alta arriba con referencia a la zona urbana, San Sebastián vertiente izquierda hasta Alto Qosqo.

sistemas hídricos de la cuenca que presenta la Provincia de Cusco. En la provincia se tiene una unidad extensa en amplitud y longitud que forma el famoso Valle del Cusco que se extiende desde los distritos cusco parte del área monumental, Wanchaq, San Sebastián, San Jerónimo y Saylla.

FOTOGRAFÍA N° 38

PENDIENTE LLANA, DEPRESIÓN DE LA CUENCA DEL HUATANAY



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

2. Pendiente Moderadamente Inclinada (C, 4-8%)

Los relieves llanos con pendientes de 4 a 8% (2° a 4°), (Pendiente C), que también pueden ser aprovechables para un uso agrícola adecuado, ocupan algo del 2.84% aproximadamente de la superficie total de la Provincia. Se encuentran mayormente concentrados hacia los fondos de los valle existentes como consecuencia de la actividad sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos de las cuencas que presenta la provincia, como en los distritos de Wanchaq se observa en las terrazas Urbanización Progreso hasta la Av. de la Cultura en Cusco y zona monumental, San Sebastián vertientes izquierda Urbanización Cachimayo, Enaco, San Jerónimo ambas vertientes bajas quebrada Kayra, Santiago vertientes bajas. Estas pendientes suelen también ser aprovechadas por los asentamientos poblacionales masivos, como por ejemplo de la Ciudad de Cusco.

FOTOGRAFÍA N° 39

PENDIENTE MODERADAMENTE INCLINADA, ZONA MONUMENTAL - DISTRITO CUSCO



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

3. Pendiente Fuertemente Inclinada (D, 8-15%)

Los relieves allanados con pendientes de 8 a 15% (4° a 8°), (Pendiente D), que también pueden ser aprovechables para un uso agrícola ocupan algo de 12.95 % de la superficie total de la Provincia. Se encuentran mayormente concentrados hacia los fondos de los valle y constituyen zonas de transición a relieves de pendiente más elevada, su formación se da como consecuencia de la actividad erosiva sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos que presenta la provincia, como en los distritos de Cusco zona de Saqsayhuamán, San Sebastián margen derecha sector de Tancarpatá, San Jerónimo ambas márgenes vertientes altas, Santiago sub cuenca de Huancaro y vertientes medias hasta las quebradas de Saqramayo, Poroy área urbana en ambas vertientes, Ccorca rio Ccorca y ambas vertientes, pendientes que fueron aprovechadas por los asentamientos poblacionales masivos.



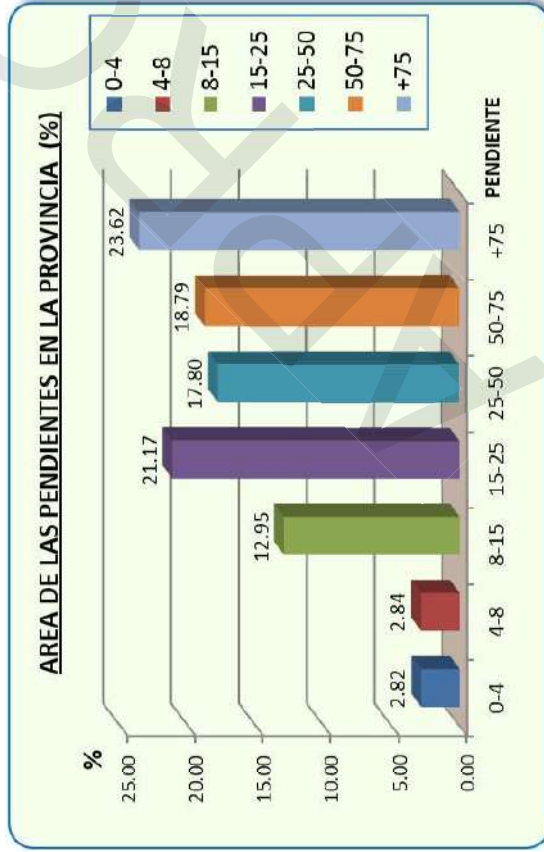
CUADRO N° 117
RANGO DE PENDIENTES PROVINCIA DE CUSCO

CLASE	RANGO DE PENDIENTE (%)	CATEGORIA	SUPERFICIE	
			Km ²	Ha
A-B	0 - 4	Llano a Ligeramente Inclinado	14.96	1496.10
C	4 - 8	Moderadamente Inclinado	15.03	1503.09
D	8 - 15	Fuertemente Inclinado	68.65	6865.04
E	15 - 25	Moderadamente Empinado	112.25	11225.19
F	25 - 50	Empinado	94.39	9439.46
G	50 - 75	Fuertemente Empinado	99.65	9964.51
H	+75	Escarpado	125.25	12524.98
Total Superficie (Km²)			530.18	53018.37
				100.00

FUENTE: DATA FOT GRC - JULIO, 2013
ELABORACIÓN: EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

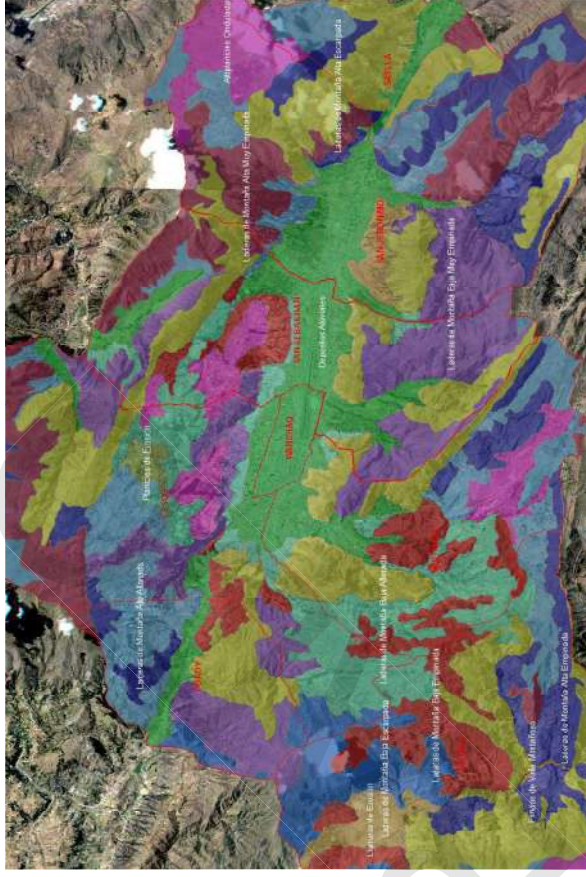
GRÁFICO N° 26

ÁREA DE LAS PENDIENTES DE LA PROVINCIA DE CUSCO



FUENTE: DATA FOT GRC - JULIO, 2013

IMAGEN N° 02
FISIOGRAFÍA DE UNIDADES DE SUB PAISAJE DE LA PROVINCIA DE CUSCO



FUENTE: DATA FOT GRC - JULIO, 2013
ELABORACIÓN: EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Del cuadro y gráfico anteriores se deduce que en la Provincia de Cusco se tiene una predominancia de los relieves moderados por encima de las superficies llanas y de las superficies escarpadas. En términos generales, se puede hacer 3 grupos de Pendientes, los terrenos elevados con pendientes desde 15 hasta 75% (80 a 36°) ocupan un mayoritario 57% aproximadamente en uno de los grupos, mientras que los relieves llanos y los de pendientes allanadas suaves de 0 hasta 15% (0° a 8°), ocupan aproximadamente un 19% de la superficie total de la provincia en otro grupo, mientras que las superficies con fuerte elevación mayores a 75% (más de 36°) ocupan menos del 24% de la superficie total de la provincia aproximadamente en el tercer grupo.

1. Pendiente Llana a Ligeramente Inclinada (AB, 0-4%)

Los relieves llanos con pendientes de 0 a 4% (0° a 1°), (Pendiente AB), que pueden ser aprovechables para un uso agrícola adecuado, ocupan aproximadamente el 2.82 % de la superficie total de la Provincia. Se encuentran concentrados hacia los fondos de los valle existentes como consecuencia de la actividad sedimentaria de los agentes erosivos y los



iii. Montañas de Picchu.

Constituida por elevaciones que llegan hasta los 4000 msnm. Se ubican al oeste de la ciudad del Cusco. Dividen la cuenca del Río Huatanay hacia el este y la del Río Izcuchaca hacia el oeste. En estas montañas nacen los principales afluentes del río Huatanay. Las rocas aflorantes en estas montañas son las del Grupo San Jerónimo, Quilque – Chilca y Puquín.

FOTOGRAFÍA Nº 36 MONTAÑAS DE PICCHU



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

iv. Montañas del Vilcaconga.

Se ubica al SSO de la cuenca del río Huatanay, destacando así los picos de Huanacaure de 4089 msnm, Pacaccasa de 4196 msnm, Chaquicocha de 4365 msnm, estas montañas constituyen una gran hilera de elevaciones con rocas plegadas del Grupo San Jerónimo, los cuales son cortadas por ríos y quebradas (Huancaro, Chocco, Huamancharpa y Kayra), los cuales confluyen en la cuenca del Huatanay, presenta zonas de carcavamiento, debido al mismo material predominante (Areniscas, lutitas, arcillas). Se caracteriza además por ser una zona de relieves prominentes con elevaciones que alcanzan los 4300 msnm y se sigue por la margen derecha de todo el valle del Huatanay. La pendiente varía entre 25 % y 50 %. La geología está dada por la presencia de areniscas del Grupo San Jerónimo, que son las rocas más importantes desde el punto de vista hidrogeológico, ya que constituyen los mejores acuíferos de la región.

5. Conos Aluviales.

Formado antiguamente por ser esta cuenca un lago, actualmente estos depósitos resultan de la edificación de los torrentes cuando estos desembocan en los valles principales en forma de huaycos o aluviones. La mayor parte de los depósitos se encuentran en la cuenca del Huatanay, los cuales fueron originados en periodos lluviosos, siendo algunos, consolidados y otros recientes, en los cuales se encuentra asentada las viviendas en la totalidad de sus áreas. Estos depósitos compuestos por fragmentos y bloques de rocas semiangulosas en una matriz arcillosa, la pendiente de estos terrenos fluctúa entre 4 % y 15 %.

FOTOGRAFÍA Nº 37 DEPÓSITOS ALUVIALES DISTRITO DE SANTIAGO



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

E. FISIOGRAFÍA (PENDIENTES)

La evolución tectónica en general de la Región, ha generado la existencia de un relieve muy accidentado, dentro de la cual se encuentra también la Provincia de Cusco, este relieve accidentado tiene diversas características de elevaciones o inclinaciones en su superficie, esto se expresa a través de la Pendiente del terreno.



FOTOGRAFÍA N° 34
MESETA DE SAQSAYHUAMAN



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

i. Meseta de Tambillo.

Se localiza al norte de San Sebastián entre los 3500 y 3650 msnm. Conformado por afloramientos de calizas, areniscas, lutitas y brechas del Grupo Yuncaypata y la formación Pumamarca.

ii. Meseta de Huaccoto.

Constituye una altiplanicie situada en el flanco NE del valle del Huatanay, teniendo un control estructural por parte de la falla Pachatusan. En el área de la meseta afloran rocas de diferentes formaciones: Rumicolca (mas resaltante), Kayra, Quique-Chilca y Huancané. La meseta se sitúa entre los 4000 y 4350 msnm, separando las laderas norte de las Montañas del Pachatusan.

iii. Meseta de Ccorccorpata.

Está localizada al este de las montañas del Pachatusan entre los 3900 y 4200 msnm. Tiene un relieve moderado con pendientes que varían de 15 % a 25 %. Presenta humedales y se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas y sedimentarias del Grupo Mitu, que muestra cierta estabilidad a deslizamientos.

4. MONTAÑAS.

Se caracterizan por tener relieves abruptos e imponentes en las cumbres de los límites de las cuencas.

i. Montañas del Pachatusan.

Se encuentran al norte de la meseta de Huaccoto, es una zona prominente que domina el paisaje. Tiene elevaciones que alcanzan los 4800 msnm, con relieves abruptos donde la pendiente varía entre 40 % y más del 50 %. Domina la presencia de rocas volcánicas del Grupo Mitu además de rocas de la formación Huancané y Huambutío. Estas montañas presentan extensas áreas de glaciares con depósitos morrénicos, además de constituir el flanco sur del anticlinal del Vilcanota.

FOTOGRAFÍA N° 35
MONTAÑAS DEL PACHATUSAN



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

ii. Montañas de Cusco.

Se encuentra al norte de la meseta del Sacsayhuaman y Tambillo y se halla separa de estas por la falla Tambomachay. Alcanzan altitudes que van desde los 2450 hasta los 4400 msnm, resaltando de esta manera el Huaynapicol y el Sencca, donde las pendientes son mayores al 50 %. Estas montañas se encuentran constituidas por rocas del Grupo San Jerónimo.

El río Huatanay se ha desarrollado como un sistema fluvial de alta sinuosidad lo cual es más notorio hoy, en el valle sur con presencia de algunos meandros donde el cauce del río migraba y migra en el amplio espacio de esta parte del valle, más no en los tramos angostos como es el caso de Angostura y Huambutío. Otra característica del valle es la presencia de conos aluviales en la desembocadura de los afluentes del río Huatanay a ambas márgenes. Estos conos en muchas ocasiones controlaron la migración del río. Sin embargo el aspecto más importante es la presencia de humedales en todo este valle y cuyo origen está relacionado a los conos aluviales, ya que éstos (Humedales), surgen en la parte distal de los conos aluviales.

FOTOGRAFÍA N° 32 PISO DE VALLE DEL CUSCO



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

2. Laderas.

Corresponde a las laderas entre el piso del valle del Huatanay y las mesetas de la parte alta (4000 msnm). Presenta elevaciones y relieves prominentes, con pendientes que van desde el 15 % al 50 %, por lo que tiene una topografía accidentada muy empinada, lo que favorece a los procesos erosivos, provocando así la formación de cárcavas.

Además en estas laderas se presentan deslizamientos como al NO del Cusco, en el distrito de Santiago, donde resalta Huamancharpa, en San Jerónimo en cambio resalta el deslizamiento del Cerro Pícol, en Saylla el Cerro Hatunhuayco.

FOTOGRAFÍA N° 33

LADERAS DISTRITO DE POROY- TICA TICA



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

3. Mesetas.

Son superficies caracterizadas por una topografía relativamente llana, cortada por quebradas que le dan un aspecto de lomadas disectadas.

i. Meseta del Sacsayhuamán.

Se encuentra al N de la ciudad del Cusco, entre los 3600 y 3650 msnm, donde se encuentra el Parque Arqueológico del mismo nombre. Esta se halla limitada por las elevaciones de Ccorao, unidades que se encuentran separadas por la falla de Tambomachay y hacia el S limitado por la depresión del Cusco, también en posible contacto fallado, hecho que probablemente haya provocado que las Capas Rojas se encuentren casi al mismo nivel del Grupo Yuncaypata. La meseta presenta afloramientos de rocas del Grupo Yuncaypata, donde sobresalen las calizas, areniscas, lutitas y lentes de yeso.



4. Falla Tamboray

Es una falla de dirección N-S que separa las Altiplanicies de las Montañas del Cusco. Se extiende en una longitud activa de 3.5 Km a una altitud promedio de 4000 m. Esta falla está representada por un escarpe de 2 a 4 m, que indican movimientos recientes y se trata de fallas normales.

5. Falla Tankarpata.

Esta falla se observa en el margen derecha del río Huatanay donde la línea de altas cumbres de los cerros Huanacaure y Molloerco han sido desplazados hacia atrás con un movimiento sinetral y una dirección predominante NO-SE.

6. Falla Salineras – Tenería.

Esta, responde al desplazamiento de una falla normal sinetral con buzamientos en dirección al este con un rumbo variable que va de N-S (Desembocadura del río Tenería) en el río Cachimayo hasta la comunidad de Tikapata, para luego torcer bruscamente al NO- SE (Comunidad de Tikapata hasta la comunidad de Pumamarca) donde se disipa en la línea de falla Tambomachay. Esta falla desplaza los depósitos de la formación Pumamarca y en etapas más recientes destruyó los depósitos de la formación San Sebastián suprayacente al Pumamarca en la línea de rotura. Se ubica sobre el lecho del río Tenería.

7. Falla Cusco.

Las fotografía áreas e imágenes satelitales del valle del Cusco, muestran un alineamiento NO-SE, el cual coincide con el piso de valle del río Huatanay, que se prolonga desde Cusco hasta Saylla – Oropesa. Tomando consideraciones geológicas, esta se considera como una antigua falla geológica sellada por los sedimentos cuaternarios de la formación San Sebastián. Actualmente esta falla, no muestra signos de reactivaciones recientes. Sin embargo durante el sismo del 21 de Mayo de 1950, se observaron un conjunto de desplazamientos en terrenos recientes del piso de valle (Formación San Sebastián).

El reporte del terremoto superficial citado (Ericksen et al.1954; Silgado, 1978) menciona muchas fisuras de dirección NO-SE entre San Jerónimo y San Sebastián a lo largo de 5 km de distancia, donde un nivel fue levantado en el sector sur del valle del Cusco. Por otro lado, observaciones de campo del doctor Carlos Kalafatovich (inédito), luego del sismo, indican fracturas discontinuas en el suelo; ellas fueron cartografiadas a lo largo de varios kilómetros entre San Sebastián y San Jerónimo. Esta observación es similar a lo manifestado líneas arriba, y se puede interpretar que correspondería a la reactivación de la falla Cusco. En consecuencia, la actividad de la falla Cusco demostraría la existencia de una fuente ismogénica dentro del valle del mismo nombre, lo cual

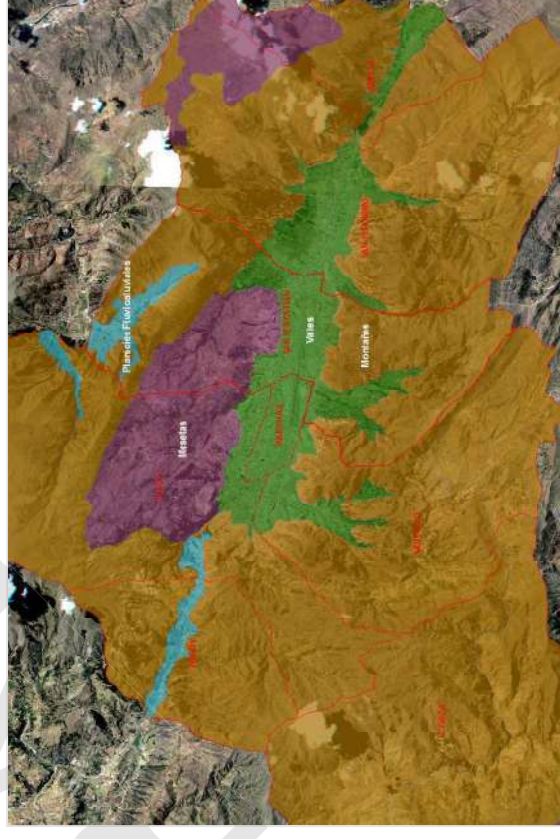
aumentaría el riesgo sísmico de la ciudad del Cusco y también de las poblaciones del Bajo Huatanay.

D. GEOMORFOLOGÍA

La Provincia de Cusco se encuentra ubicada en la zona de transición entre la Cordillera y la Cordillera Oriental, situándose más sobre la Oriental. Teniendo en cuenta su ubicación, la provincia presenta ciertas unidades geomorfológicas diferenciadas esencialmente por la altitud a la que se encuentran, tales como:

IMAGEN N° 01

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE CUSCO



FUENTE: DATA FOT GRC – JULIO, 2013
ELABORACIÓN: EQUIPO TÉCNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

1. Valle (Piso de Valle)

Corresponde a la parte baja del río Huatanay que tiene una morfología plana y muy poca pendiente (<1%). Su ancho varía entre unos cuatro kilómetros en la ciudad de Cusco a unos 250 m en Angostura. Su origen está relacionado a la existencia de un antiguo lago (Morkil) y la evolución del río Huatanay, por lo que se puede apreciar varios niveles de terrazas, estas terrazas le dan la forma escalonada en algunas zonas como es el caso del valle norte.

B. ROCAS ÍGNEAS

Afloran Microdioritas al norte de San Blas, Parque Arqueológico del Sacsayhuamán, y en la quebrada de Saphy, estas rocas se hallan fuertemente fracturadas y alteradas, las rocas que afloran en la quebrada de Saphy son de baja calidad en las cuales también se desarrollan deslizamientos.

1. Stock de Sacsayhuamán.

Se encuentra al NW de la ciudad de Cusco, teniendo un diámetro promedio de 200 m, la roca aflorante es maciza y densa y hace alusión a una Microdiorita. Este cuerpo ígneo intruye a lutitas, yesos y calizas de las formaciones Maras, Ayabacas, además éste se encuentra muy estriado y con fracturas a lo largo y ancho de su estructura, se le atribuye una edad Cenozoica se observa la intrusión que el cuerpo ejerció sobre las calizas de la formación Maras y Ayabacas.

FOTOGRAFÍA Nº 31

VISTA PANORÁMICA DEL RODADERO DE SAQSAYHUAMAN.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

2. Volcánico Huacoto.

Este cuerpo volcánico aflora en el poblado de Huacoto. Su emplazamiento corresponde a un sistema de vulcanismo cuaternario a lo que están ligados también los cuerpos volcánicos de Oropesa, Tipón y Rumicolca. Su litología corresponde a lavas Andesíticas y por análisis químico se definen como Shoshonitas.

C. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Está caracterizada por la presencia de pliegues y fallas. Resalta el Anticlinal de Saylla-Oropesa, de dirección NO-SE, también se tiene el anticlinal de Puquín, el cual se ubica al oeste de la ciudad del Cusco, que tiene una dirección N-S. Al norte de Saylla, en la margen izquierda, se tiene otro anticlinal de dirección NO-SE.

1. Falla de Tambomachay.

La mayor estructura de deformación frágil, el cual establece todo un comportamiento dinámico en la Región, se ubica al norte de la ciudad del Cusco y separa a la meseta del Sacsayhuamán de las montañas del Cusco en una dirección aproximada E-O y pone en contacto a las formaciones del Grupo Yuncaypata con las del Grupo San Jerónimo. Esta falla es un accidente que ha tenido muchas actividades desde el Mesozoico y que en el Cenozoico ha tenido comportamientos con movimientos de rumbo e inversa (Carlotto 1988); tiene un desplazamiento tiene un desplazamiento promedio de 2 m y un desplazamiento máximo de 4 m. Hacia el este, la falla activa desaparece bajo los conos aluviales de San Jerónimo. hacia el oeste, la falla se trunca cerca dela falla Tamboray.

2. Falla Qoricocha.

Esta falla tiene una orientación de E-O, se halla situada a 10 Km al norte de la falla Tambomachay y tiene una longitud activa de 3 Km. Está caracterizada por pequeños escarpes de orientación similar. Esta falla afecta los depósitos sedimentarios cuaternarios y los volcánicos; Las observaciones neotectónicas hechas por Cabrera (1988), indican claramente que el sismo del Cusco del 5 de Abril de 1986, se debió a la reactivación de un segmento de la falla de Qoricocha.

3. Falla Pachatusán.

El sistema de fallas Pachatusan está conformado por escarpas, los cuales tienen un buzamiento hacia el sur, que se extiende al pie de las montañas del mismo nombre. Estas fallas tienen una longitud de 10 Km y un desplazamiento máximo de 10 m. Las escarpas tienen formas en U donde ellos cortan los valles glaciares demostrando claramente un movimiento normal muy reciente (Cabrera, 1988). Estos movimientos podrían estar parcialmente relacionados a efectos de deslizamientos entre la montaña, al norte, y el valle de Cusco, al sur.



k. Depósitos Coluviales (Qh-co)

Depósitos de pendiente incluídas los deslizamientos, Los depósitos coluviales están circunscritos al pie de las laderas y especialmente de las más escarpadas, con una amplitud muy reducida que denota un alejamiento, escaso de su roca madre, y un grosor pequeño, salvo algunos casos muy especiales debido a condiciones locales particulares.

Sus perfiles tienen a coincidir con el ángulo de equilibrio, lo que denota su acumulación casi enteramente de origen gravitacional, corroborado por la naturaleza de sus elementos que están en estrecha relación con las rocas aledañas. Estos cuerpos se ubican en la quebrada de Muñahuayco y en el sector de ChimpaYllu en el distrito de Ccorca. También encontramos en San Sebastian en los sectores de Tticapata y Mosocllacta.

FOTOGRAFÍA N° 29

MIEMBRO ALUVIAL DE LA FORMACIÓN SAN SEBASTIÁN MEDIANAMENTE CONSOLIDADO FLANCO DERECHO DEL RÍO SAPHY.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

i. Depósitos Fluviales (Qh-fi)

Los depósitos fluviales se hallan restringidos al fondo de los valles y están compuestos principalmente de conglomerados, gravas y arenas no muy bien estratificadas con limos y arcillas lenticulares. Su grosor es muy variable y la naturaleza de sus elementos muy heterogénea. Este depósito fluvial aflora en ambas márgenes del Río Huatanay en una mayoría y también en los ríos Huancaro, Jaquira, Teneria.

m. Depósitos Aluviales (Qh-al)

Dentro de estos depósitos, hemos considerado los conos tanto aluviales como los de deyección; estos materiales se hallan en los cauces antiguos y recientes, así como también en las laderas de los valles y quebradas, formando respectivamente terrazas y conos aluviales; se encuentran preferencialmente en los lugares más o menos planos (peneplanicies o pampas) circunscritas por lomadas o cadenas de montañas y en las partes correspondientes al fondo de los valles o ampliaciones debido a su conjunción, dando lugar a las llanuras aluviales, depósitos fluviales propiamente dichos o lacustres; están constituidos por bloques, quijas, gravas, arenas, limos y arcillas de composición heterogénea

La mejor exposición de estos depósitos puede apreciarse en los distritos de Ccorca (Q.Quencomayo, Huarocaca, Unupacari, Yanohuayco y Totomayo) y en el Distrito de Cusco en la quebrada Sequeracay. En San Sebastián se encuentra en la quebrada Chullunpioc. En San Jerónimo encontramos en la quebrada Orcopunco, en los sectores de RauRau, Larapa, Quencoro Pícol, Humahuasi, Aprovite, Cajonahuaylla, Pata pata, Manco Capac y Quinta el Carmen. En Saylla la exposición es más a la rivera del río Huatanay y en las cárcavas profundas que formaron conos.

FOTOGRAFÍA N° 30

MEDIANAMENTE CONSOLIDADO CON MATRIZ LIMO ARCILLOSO - APV. TICA TICA, DISTRITO CUSCO.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

f. Formación Chincheros (Np-chi)- Neógeno plioceno

Está formada por secuencias fluvio-torrenciales. La Formación Chincheros por su composición litológica y color es a veces confundida, con un conjunto caótico bastante deformado del Grupo Yuncaypata; Está constituida de brechas que tienen una matriz arcillo-arenosa. En general, los diferentes elementos clásticos que componen la Formación Chincheros provienen de la erosión del Grupo Yuncaypata, es decir calizas, yesos y lutitas de diferentes colores. Esta unidad aflora en los distritos de Poroy, Cusco y San Sebastián. En Poroy aflora en el sector de Quiphuara y en la parte alta de la quebrada del Homojaja, en el distrito de Cusco aflora en la zona de Ccoypata específicamente en el cerro Muñaorjo. A las proximidades de San Sebastián en la zona de Santa Rosa, Pumamarca, Quillahuata, Misquiuno y Kari Grande, presenta un grosor variable con un máximo de 200 metros y está compuesta por secuencias grano decrecientes y estrato decrecientes de segundo orden (Cabrera, 1988). Esta unidad ha sido llamada en Cusco como Formación Pumamarca (Córdova, 1988).

g. Formación Rumicolca (Q-ru) – Pleistoceno

Se denomina Formación Rumicolca (Mendivil & Dávila, 1994) a un conjunto de cuerpos volcánicos de dimensiones pequeñas que afloran a lo largo del límite entre la Cordillera Oriental y las Altiplanicies, en particular en la zona de estudio. Estos cuerpos volcánicos se pueden apreciar en el distrito de San Jerónimo hacia el NE específicamente en la zona de Huacoto dando una morfología de relieve muy característico.

Se trata de andesitas, dacitas y traquitas ricas en potasio, así como shoshonitas que se describirá posteriormente en el capítulo de rocas ígneas. Estas rocas son consideradas de edad Plio-Cuaternaria en base a criterios estratigráficos y dataciones radiométricas. Esta formación aflora en distrito de San Jerónimo en el sector de Huacoto.

h. Formación San Sebastián (Qpl-sa) – Pleistoceno

La Formación San Sebastián fue definida por Gregory (1916), en la Depresión de Cusco. En la provincia de Cusco se la ha reconocido el afloramiento en cuenca del valle del Huatanay, en los distritos de Cusco, San Sebastián, San Jerónimo, Santiago específicamente aflora donde actualmente habita la población.

Estas presentan una superficie bastante plana sobreyaciendo generalmente a la Formación Chincheros. Esta unidad está constituida por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos, y lutitas lacustres o palustres. Niveles diatomílicos y calcáreos caracterizan la parte superior. La segunda grano creciente, está compuesta por conglomerados y areniscas de conos-terrazas fluvio-torrenciales, que indican el cierre de la cuenca.

FOTOGRAFÍA N° 28

MIEMBRO ALUVIAL DE LA FORMACIÓN SAN SEBASTIÁN MEDIANAMENTE CONSOLIDADO FLANCO DERECHO DEL RIO SAPHY.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

i. Depósitos Morrenicos (Qpl-mo) – Pleistoceno

Litológicamente están constituidos por materiales semiconsolidados de cantos sub redondeados y estriados de granulometría heterogénea que varían desde bloques mayores de 1m. Hasta guijarros de 2 cm. de diámetro y todo este material se halla englobado en una matriz limo-arcillosa y ocasionalmente gravillas y arenas finas.

j. Depósitos Fluvio-glaciares (Qpl-fig) – Pleistoceno

Estos depósitos se han formado por erosión de los depósitos morrenicos y del substrato constituido por rocas pre cuaternarias. Se trata de conos aluviales que descienden de las paredes laterales de los valles, constituyendo terrazas que rellenan los fondos de los valles y los depósitos de quebradas están compuestos de gravas sub redondeadas, arenas gruesas y arcillas.

FOTOGRAFÍA N° 26

**ARENISCAS DE GRANO MEDIO A GRUESO CON INTERCALACIÓN DE LUTITAS
SONCCO I, DISTRITO. DE SANTIAGO.**

FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

d. Formación Punacancha Miembro II (Nom-puII) Paleógeno oligoceno

Esta formación aflora en hacia el de sur de los distritos San Jerónimo y San Sebastián, específicamente en el cerro de Huanacauri. En el presente estudio hemos dividido a la Formación Punacancha en cuatro miembros cartografiables.

El **Miembro I (0-440 m)** sobreyace en discordancia erosional a la Formación Soncco y solo aflora en el flanco noreste del sinclinal de Punacancha. Está conformado por lutitas y limolitas rojas de llanura de inundación y microconglomerados fluviales

El **Miembro II (> 700 m)** descansa en discontinuidad o clara discordancia erosional sobre el miembro anterior. Muestra una secuencia grano estrato creciente de areniscas y conglomerados fluviales con clastos que pueden pasar los 0.50 m. La composición de los clastos es mayormente volcánica, habiendo también de cuarcitas, calizas, areniscas y escasamente yesos.

El **Miembro III (> 500 m)**, sobreyace en discordancia progresiva al Miembro II; es una secuencia más bien grano decreciente igualmente compuesta por areniscas y conglomerados de

medios fluviales, y con clastos máximos de 0.50 m (Foto 30). Aquí predominan los clastos de cuarcitas, calizas y areniscas, sobre los volcánicos que son escasos.

El **Miembro IV (> 300 m)** sobreyace también en discordancia progresiva sobre el Miembro III a través de un conglomerado en la base de banco, con clastos mayores de 0.30 m. Es una secuencia grano decreciente de areniscas y conglomerados de medios fluviales que termina con limolitas y lutitas lacustres y de llanura de inundación.

e. Grupo Tacaza Volcano Sedimentario (PN-ta-vs) Paleógeno Neógeno

Esta unidad aflora al Oeste del distrito de Ccorca abarcando gran área de específicamente en los cerros de Su cayoc, Sombreyoc, Huamán Huaylla, Acachullay, Cruz Jasa y Jatun Ayac, litológicamente se trata esencialmente de conglomerados de conos aluviales y ríos proximales, intercalados con areniscas feldespáticas fluviales y limolitas de llanura de inundación. El espesor es variable pero sobrepasa los 500 m. Muchos niveles de conglomerados contienen clastos de piroclastos y matriz volcánica.

FOTOGRAFÍA N° 27

**CONGLOMERADOS DE CONOS ALUVIALES Y RÍOS PROXIMALES, INTERCALADOS CON
ARENISCAS FELDESPÁTICAS FLUVIALES Y LIMOLITAS DISTRITO DE CCORCA.**

FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

FOTOGRAFÍA N° 24

ARENISCAS Y LUTITAS CON EROSIÓN DIFERENCIAL FLANCO DERECHO DE LA QUEBRADA DE SIPASMAYO



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

FOTOGRAFÍA N° 25

FORMACIÓN KAYRA NIVELES DE ARENISCA Y LUTITAS TIENE GRADO BAJO DE FRACTURAMIENTO, QUEBRADA DE CACHONA.



FUENTE: ARCHIVO FOTOGRAFICO EQUIPO TECNICO SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

c. Grupo San Jerónimo

Una gruesa serie roja de origen continental de más de 6000 metros de grosor conocida como Grupo San Jerónimo (Córdova, 1986) de origen fluvial, aflora ampliamente en la región de Cusco. El Grupo San Jerónimo ha sido dividido en 2 formaciones: Kayra (3000 m), Soncco (1600 m) (Córdova, 1986). Sobreyaace en discordancia erosional a las formaciones Chilca y Quilque.

• Formación Kayra (Peo-ky): Eoceno medio – Oligoceno inferior

La Formación Kayra aflora ampliamente al sur de la ciudad del Cusco, donde forma parte del sindinal de Anahuarqui y anticlinal de Puquín, al oeste. Específicamente aflora ampliamente en el centro poblado del mismo nombre hacia las comunidades de Soncco y Uspa. Está esencialmente constituida por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas. Este conjunto se desarrolló en un medio fluvial entrelazado y llanura de inundación. La parte media-superior es más gruesa y está compuesta por areniscas y micro conglomerados con clastos volcánicos y cardíficos de un medio fluvial altamente entrelazado.

• Formación Soncco (Peo-so): Eoceno medio – Oligoceno inferior

El miembro I, constituido por lutitas grises y marrones de llanura de inundación intercaladas con areniscas finas de color gris y matriz limosa, con niveles de cobre (malaquitas) y el Miembro II, constituido por areniscas de grano fino a grueso de color marrón, con clastos blandos y matriz limo arenoso, intercaladas con conglomerados de clastos intrusivos y volcánicos, aflora en esta provincia en una gran extensión.

Aflora en la margen derecha del río Huatanay, en el Cerro Ancahuachana y Anahuarqui, en el distrito de Corca aflora en el cerro de Tancarjasay en los sectores de Mucuycancha, Rayancancha, Huatahuaylla, Moccancha y Corcohuaylla, en Poroy aflora hacia el sur en el cerro de Chachapoyas. En el distrito de Cusco aflora en el cerro de Yanacara. En Santiago aflora en la parte central específicamente en las quebradas de Chocco y Huancapite, en el cerro Cruz Jasa. Al norte del distrito de Cusco aflora en las quebradas de Baldorani, Chimpacancha y Quisarmayo; en los cerros de Huanca Orjo, Castillo, Shipaschocana y Azucarjaja.



- **Formación Maras (Kis-ma)- Cretácico inferior superior**

Estructuralmente subyace concordantemente a la Formación Paucarbamba. En la zona de la meseta de Sacsayhuaman, en este sector el afloramiento se presenta de manera caótica, es decir una mezcla de yesos, lutitas y escasamente calizas, producto de deformaciones diapíricas, aflora en los distritos de Poroy, Cusco y San Sebastián. En Poroy aflora hacia en Norte, específicamente en los cerros de Rumiojorjo y Huarahuaylla pasando por las quebradas Pacahurpata y Jahuarmaqui.

En Cusco aflora en la parte central, en los cerros de Joyjío, Pucara en las quebradas de Chancan y Cintascancha. En San Sebastián aflora en el sector de Chaupimayo.

La Formación Maras está compuesta básicamente por yesos, intercaladas con lutitas rojas y más escasamente lutitas verde y algunos niveles de calizas de grosos delgados (3 a 7 metros). Las lutitas serían de origen lacustre o marino poco profundo, los yesos de sabkha y las calizas indicarían máximos transgresivos (Carlotto, 1992).

- **Formación Ayavacas, Arcuequina (Kis-ay-ar) Cretácico inferior superior**

La Formación Ayavacas o Calizas Yuncaypata (Kalafatovich, 1957). Esta formación aflora en la parte alta de la ciudad del Cusco en la zona de la meseta de Sacsayhuaman, sobre la cual están construidas diversas estructuras como la Fortaleza de Sacsayhuaman y las diferentes comunidades campesinas, y en el distrito de San Sebastian en pequeños afloramientos dispersos cercanos al sector de Tambillo.

Afloran también de manera caótica, nunca se las encuentra en una secuencia completa dentro del Grupo Yuncaypata. En muchas zonas no aparecen dentro del Grupo Yuncaypata y en otros casos lo hacen de manera abundante.

- **Formación Vilquechico (Ks-vi)- Cretácico superior**

Litológicamente está compuesto por niveles de areniscas cuarzosas de grano fino a medio de color gris blanquecino intercaladas con areniscas de color rojo violáceo y con niveles pelíticos carbonosos de coloración oscura, lutitas, limo areniscas y limo arcillitas, cuya secuencia es de una tonalidad rojiza con estratos delgados de limo areniscas de color verde. Afloran en la Provincia del cusco, geo cronológicamente la Formación Vilquechico pertenece al Cretácico Superior.

4. CENOZOICO

a. Formación Ausangate (Ksp-au) - Paleogeno paleoceno

De edad Campaniano-Maastrichtiano, que fue asignada por Carlotto (1999) para esta unidad.

Esta unidad litológica está constituida por una secuencia intercalada de lutitas, limolitas laminares, limoareniscas y limoarcillas con estratificación laminar intercalado con delgados estratos de areniscas arcósicas de grano fino a medio, en estratos tabulares de color rojo violáceo. Esta formación suprayace en discordancia erosional a la Formación Arcurquina al W infrayace en concordancia a depósitos cuaternarios. En esta formación se encuentra un conjunto de estructuras monoclimales locales (anticlinal, sinclinal) que se presenta con ángulo bajo en las estructuras. Esta moderadamente fracturado.

b. Formación Quilque - Chilca (Pp- qu) - Paleogeno paleoceno

Definida por Gregory (1916) y Carlotto (1992), se trata de capas roja que reposan en discordancia sobre la Formación Puquín, aflora en el distrito de Ccorca presenta un afloramiento al SE. En el distrito de Santiago hacia el Oeste del distrito en el sector de Jaquirá. En el distrito de Poroy aflora en el centro, en los sectores de Rayanpata, Asociación de productores agrarios Cruz Verde.

Es un conjunto de más de 150 m de grano-estrato creciente de lutitas, areniscas de color rojo y conglomerados, estos últimos formados por la erosión de costras calcáreas y calizas. Los bancos arenos conglomerádicos son canalizados y presentan laminaciones oblicuas curvas. La evolución vertical indica que las facies pelíticas lacustres y de llanura de inundación con paleosuelos, pasan gradualmente a las facies arenos conglomerádicas de un sistema fluvial débilmente entrelazado de procedencia suroeste. En efecto, hacia Accha y particularmente en Ccochirhuay se puede apreciar conglomerados gruesos que indican la proximidad a las zonas de aporte.



1. PALEOZOICO

a. Grupo Cabanillas (D-Ca) - Devoniano

El Grupo Cabanillas aflora al NE de la Provincia de Cusco específicamente en las partes altas de la localidad de San Jerónimo en las proximidades del abra que conduce el camino al santuario del Sr de Huanca, siendo un afloramiento escaso, en poca área definiendo el divortium entre las cuencas de Huatanay y Vilcanota.

La litoestratigrafía es principalmente pelítica en su parte inferior intercalándose estratos de areniscas hacia la parte superior. El material pelítico está constituido por lutitas gris oscuras y limonitas carbonáceas, duras en estratos de grosores medianos. Asimismo se intercalan con limolitas gris claras, arcillosas no calcárea, con lutitas grisáceas en estratos de grosores delgados. Le siguen intercalaciones de lutitas oscuras, limolitas gris claras y lutitas claras de apariencia de lája. Hacia la parte superior muestra alternancia de areniscas gris claras de grano fino, micácea, duras, conteniendo nódulos de pirita, en capas medianas a gruesas.

2. PALEOZOICO-MESOZOICO

a. Grupo Mitu (PsT-mi)- Pérmico Superior – Triásico

El Grupo Mitu (Mc Laughlin, 1924), Afloran parcialmente en la zona de estudio, principalmente al Norte del Distrito de San Jerónimo, en el cerro Pachatusan, en las proximidades de la comunidad Huacoto, se trata fundamentalmente de rocas volcánicas constituida por brechas, aglomerados y coladas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas, se intercalan con rocas sedimentarias (conglomerados y areniscas cuarzosas), caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente en el campo. Las rocas volcánicas, las tobas, lapilli y coladas de color rojo violeta, generalmente están descritas como andesitas, ignimbritas y basaltos.

- **Formación Pachatusan (PsT-pa) Triásico Superior**

La Formación Pachatusan (Gregory, 1916) está constituida por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, caracterizándose por su color rojo violáceo "concho de vino" que permite reconocerlas rápidamente en el campo.

Esta formación aflora al NE del distrito de Saylla en la margen derecha de la quebrada de Chunco, las rocas volcánicas, las tobas, lapilli y coladas de color rojo violeta, generalmente están descritas como andesitas, ignimbritas y basaltos.

- **Formación Pisac (PsT-pi) Pérmico Superior**

La Formación Pisac (Gabelman & Jordan, 1964), aflora en el Anticlinal de Vilcanota, descansando en discordancia sobre el Grupo Copacabana, por intermedio, o no, de un nivel volcánico. Posteriormente se tienen secuencias grano-estrato crecientes de brechas y conglomerados, intercalados con areniscas y limolitas rojas. La Formación Pisac forma escarpas abruptas con abundantes conos de deyección que cubren las partes bajas.

Litológicamente está constituida por conglomerados, areniscas y limolitas, todas con tonalidades rojizas. Los conglomerados constan de fragmentos bien redondeados, con algunos niveles angulosos, correspondientes a cuarcitas, calizas con fusulínidos, andesitas englobadas por una matriz areno-feldespática o arcillosa. Estos estratos son gruesos y contienen intercalaciones lenticulares de arcosas rojas con ligera estratificación sesgada; el tamaño de los fragmentos es variable, sus rangos en tamaño van de 10 a 20 cm., aunque esporádicamente se tiene tamaños que llegan a 50 cm., ocasionalmente se ha encontrado huellas de ventifacto. Los estratos conglomerádicos alcanzan grosores de 2 a 3 m. con estrato creciente, pero la granulometría es variable, se pueden distinguir algunos niveles que tienen las características de flujos de barro.

3. MESOZOICO

a. Formación Huancané (ki-hn)- Cretáceo Inferior

En la frontera de los distritos de San Jerónimo y Saylla en las proximidades de las comunidades de Huacoto y Huasao, ubicándose en la parte alta de la cuenca del Huatanay hacia el externo Nort-Este de la ciudad del Cusco y del mapa de delimitación política de la provincia del cusco; sus afloramientos constituyen un nivel guía en el cartografiado tanto por el color, así como formar acantilados. El espesor es pequeño y varía entre 30 y 150 metros, está compuesta por conglomerados, areniscas conglomerádicos y principalmente areniscas cuarzosas de color blanco. La edad asignada para esta unidad es Cretáceo inferior.

b. Grupo Yuncaypata

El nombre deriva de la localidad de Yuncaypata que se ubica a 5 km al norte de Cusco. Posteriormente, Carlotto et al., (1991) lo elevan al rango de grupo, aflora preponderantemente al norte y partes altas de la ciudad del Cusco, aflora en el distritos de Cusco y parte de San Sebastián, Este grupo se divide en 4 formaciones: Paucarbamba, Maras, Ayavacas y Puquín, desde el punto de vista mecánico las rocas de este grupo son inestables, especialmente los yesos.



2.3.2.1. ASPECTOS GENERALES DE LA GEOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE CUSCO
A. UNIDADES GEOLOGICAS

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	COLUMNA ESTRATIGRAFICA - PROVINCIA CUSCO		INTRUSIVOS	
				UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	UNIDAD		DESCRIPCION
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	CALABRIENSE	Depósitos Aluviales	Qh-wl	Gravas con clastos subangulosos a subredondeados con arenas	PN - di Intrusivo de Saqsaywaman
				Depósitos Fluviales	Qh-fl	Gravas con clastos subredondeados a redondeados, arenas, limos y arcillas	
		PLEISTOCENO	TARANTIENSE	Depósitos Coluviales	Qh-co	Fragmentos heterométricos angulosos con matriz de arena, arcilla y limo	
			IONIENSE	Depósitos Fluvio-glacial	Qpl-flg	Arenas y gravas en matriz de limo y arcilla, con clastos y bloques	
	NEOGENO	PLIOCENO	Depósitos Morrenicos	Qpl-mo	Gravas y Bloques subangulosos a redondeados en matriz arena, arcilla y limo		
			Formación San Sebastian	Qpl-sa	Arenas y Arcillas con diatomitas y niveles de turba		
	PALEOGENO	OLIGOCENO	Formación Rumiocolca	Qpl-ru	Andesitas Shoshoniticas		
			Formación Chincheros	Np-chi	Conglomerado en matriz arcillo-arenosa con clastos de caliza, yeso, lutita		
		EOCENO	Grupo Tacaza	PN-Ta-zs	Agglomerados volcanicos con clastos de dioritas, granodioritas areniscas, cuarzitas y calizas		
			Formación Punacancha	Nom-pull	Areniscas fluviales y conglomerados en la base. Clastos volcanicos.		
		PALEOCEENO	MONTIANO	Formación Soncco Miembro I	Po-sj-so-I	Lutitas con intercalación de areniscas	
				Formación Soncco Miembro II	Po-sj-so-II	Areniscas con conglomerados	
	MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Formación Kayra	Peo-ky	Areniscas, lutitas, conglomerados con bancos arenosos	
				Formación Quilque	Pp-qc	Lutitas, areniscas y microconglomerados	
PALEOZOICO	DEVONICO	SUPERIOR	Formación Ausangate	Ksp-au	Limo arenisca y limo arcillas		
			Formación Vilquechico	Ks-pl-vi	Lutitas rojas y moradas, con Areniscas cuarzosas con limo arcillas y lodolitas con calizas		
	TRIASICO	SUPERIOR	Formación Ayavacas, Arcuruquina	Kis-ay-ar	Calizas con limolitas, lutitas y calizas, compactas recristalizadas y marmolizadas		
			Formación Maras	Kis-ma	Limolitas, lutitas, arcillitas, yeso, areniscas y caliza.		
	JURACICO	INFERIOR	Formación Paucarbamba	K-pb	Calizas, margas y lutitas		
			Formación Huancane	K-hn	Areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas o limolitas rojas.		
	PERMIANO	SUPERIOR	Formación Pachatusan	Ji-mi/pa	Brechas, aglomerados con coladas volcanicas de basaltos y riolitas		
			Formación Pisac	Ts-mi/pi	conglomerados con areniscas, limolitas y andesita		
	DEVONICO	SUPERIOR	Grupo Cabanillas, Ccatca Paucartambo.	D-ca	Areniscas y lutitas micaceas de color gris a negro		

FUENTE: GOBIERNO REGIONAL CUSCO-PROYECTO FORTALECIMIENTO EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2012



2.3.2. SUB COMPONENTE GESTIÓN DE RIESGOS

Como es conocido, en la sierra peruana se produce constantemente eventos geodinámicos externos e internos, y son la causa frecuente de pérdidas humanas, materiales y económicas cuantiosas de las poblaciones vulnerables dentro del contexto geográfico difícil en la que se encuentra, donde los agentes modeladores de la tierra son muy activos y permite un cambio permanente en las condiciones morfológicas, estructurales y de resistencia de los suelos en base a la actividad de los agentes antes mencionados, en la cual se encuentra incluido la Provincia de Cusco y sus 08 distritos.

La zonificación de peligros naturales y por acción humana se realizó en el ÁREA URBANA de la Provincia de Cusco para posteriormente aplicarla en la Planificación Territorial, se caracterizó por una investigación interdisciplinaria, interactiva y proactiva, que toca aspectos de la ciencias de la tierra tomando como variables e indicadores, con niveles de detalle y semi detalle, teniendo bases cartográficas a escalas 1/15,000 1/10,000, 1/5,000, contando también con recopilación de estudios anteriores, teniendo como objetivo contar con un documento que permita disponer una zonificación de Peligros geológicos que se desarrolló en el presente estudio denominado **"Identificación y zonificación de Peligros Geológicos en la Provincia de Cusco"**

Es en este sentido, considerando los elementos de campo y los antecedentes del estudio nos permitirán definir las condiciones de peligro por geodinámica externa por eventos de remoción en masa, tomando como referencia lo ocurrido el año 2010.

De acuerdo al Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (PLANN-GRD) 2012-2023, se formula en el marco de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de desastres (SINAGERD). El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2012-2021, en adelante PLANNGRD es un instrumento del SINAGERD, que integra los procesos de Estimación, Prevención, Reducción del Riesgo de Desastres, Preparación, Respuesta, Rehabilitación y Reconstrucción, establece las líneas estratégicas, los objetivos, las acciones, procesos y protocolos de carácter plurianual necesarios para concretar lo establecido en la Ley del SINAGERD.

Es por esto que se debe integrar el análisis y la reducción del riesgo a la planificación del desarrollo y del territorio, de esta forma los nuevos programas y proyectos del desarrollo necesitarán revisar su potencial para reducir las condiciones de vulnerabilidad y de amenaza o peligro. En este sentido, el ejercicio de la planificación en todos los niveles de gobierno deberá incorporar de manera implícita la noción de aprovechar las potencialidades del entorno para lograr el desarrollo social y económico y de asumir responsablemente las restricciones presentes y potenciales que ponen en peligro dicho desarrollo.

Enfatizar que la gestión del riesgo de desastres constituye la guía de acción básica a seguir. Este moderno enfoque, tiene que ser claramente entendido por toda la población y principalmente por las autoridades del país, en los tres niveles de gobierno, quienes al tomar decisiones de gobierno, deben dar prioridad a las obras o acciones en GRD, que coadyuven al desarrollo sostenible en sus respectivas jurisdicciones.

CUADRO N° 116
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.

VARIABLES	INDICADORES	UNIDAD	RECURSOS
LITOLOGÍA	Aforamiento rocoso	Área Km ² Rumbo y buzamiento	Información espacial FOT GRC Imágenes satelitales y SIG Contrastación de mapas
	Composición mineralógica Escarpas y estrias de falla		
GEOMORFOLOGÍA	Geoformas	Sub paisajes	Información espacial FOT GRC
	Pendientes	Inclinación en porcentaje y grados	
FISIOGRAFÍA	Falla tectónica	Rumbo y buzamiento	Información espacial FOT GRC Imágenes satelitales y SIG Contrastación de mapas
	Plegamientos		
ESTRUCTURAL	Grado de funcionamiento Escarpas y estrias de falla	Ubicación espacial (área) nivel de peligrosidad y/o amenaza	Imágenes satelitales y SIG Información bibliográfica (PLAN MULTIANDINO) Trabajos anteriores (ONGs INGEMET, INDECI, y otros)
	Deslizamientos de rocas y suelos		
GEODINÁMICA EXTERNA	Caja de rocas y suelos Flujo de detritos	Eventos sísmicos	Información secundaria (INDECI – SIMPAD)
	Reptación de suelos Progradación lateral Erosión Inundaciones		
GEODINÁMICA INTERNA	Eventos sísmicos	Frecuencia Ocurrencia	

FUENTE: EQUIPO TÉCNICO DE LA SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL