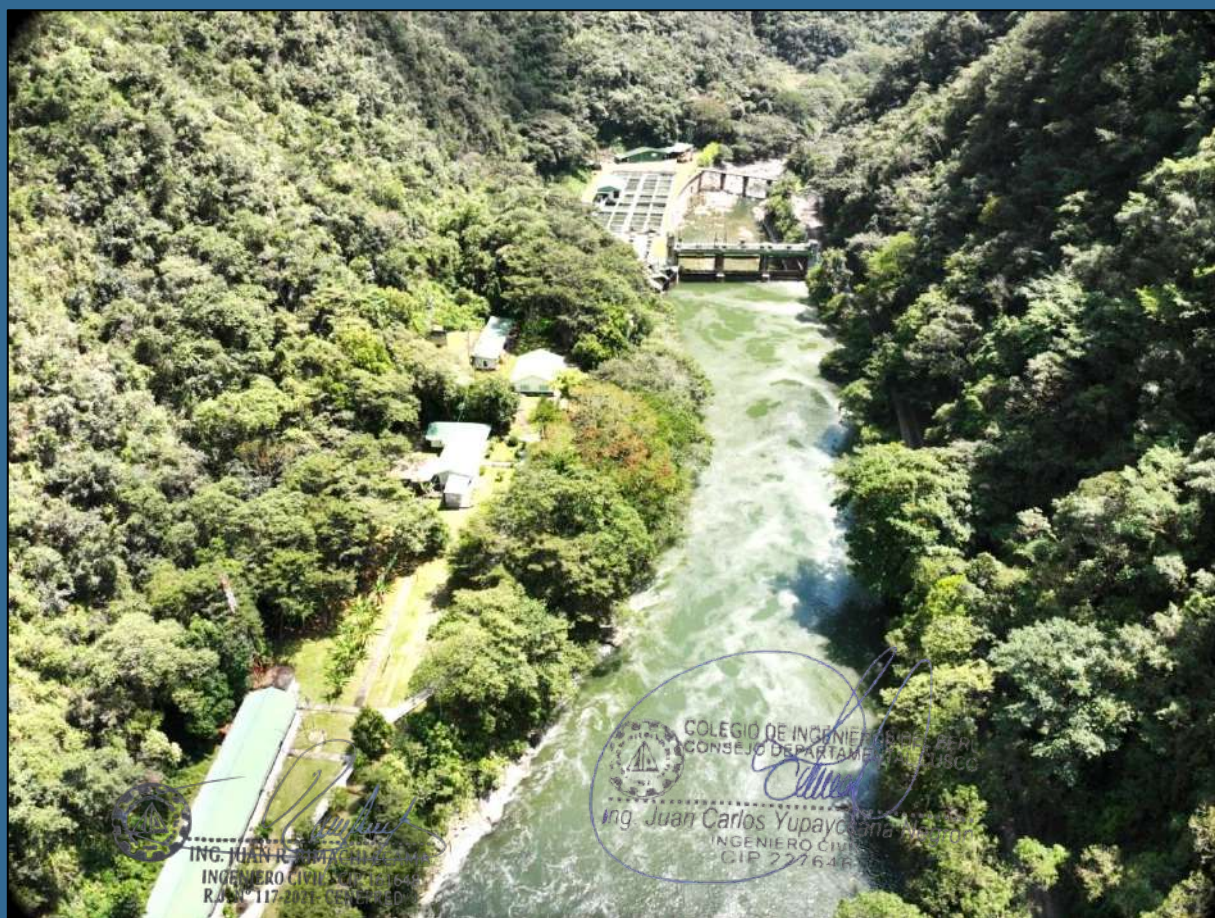




**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR INUNDACIÓN
FLUVIAL EN LAS INSTALACIONES DE LA REPRESA (Km 107) DE LA
EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MACHUPICHU S.A. – EGEMSA**



CLIENTE : EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA MACHUPICCHU SA.

UBICACIÓN : KM 107 – REPRESA – MACHUPICCHU

FECHA : SETIEMBRE 2025

ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO

EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA MACHUPICCHU SA
EGEMSA SA

ELABORACION DEL INFORME TECNICO

MEYU CONTRATISTAS GENERALES SAC
INGENIERIA, DISEÑO Y CONSTRUCCION

EQUIPO TECNICO MULTIDISCIPLINARIO


Evaluador de Riesgo:

ING. JUAN RAMON RIMACHI CCAMA
Especialista en Gestión de Riesgos y Desastres

Equipo Técnico:

ING. JUAN CARLOS YUPAYCCANA NEGRON
Ing. Civil – Especialista en Hidrología


ING. ROSSMERY MERCEDES QUISPE ESQUIVEL
Ing. Civil – Especialista en Geotecnia

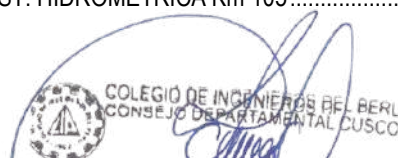

ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646



INDICE

PRESENTACION.....	12
INTRODUCCION	13
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	14
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.2. FINALIDAD.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4. ANTECEDENTES.....	15
1.5. MARCO NORMATIVO.....	18
1.5.1. EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (GRD).....	18
1.5.2. NORMATIVA SECTORIAL Y TÉCNICA COMPLEMENTARIA.....	18
1.5.3. NORMATIVA INSTITUCIONAL VIGENTE DE LA ENTIDAD.....	19
1.6. UBICACIÓN.....	20
1.6.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM).....	20
1.6.2. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA.....	20
1.7. VÍAS DE ACCESO.....	21
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	22
2.1 CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....	22
2.1.1 POBLACIÓN.....	22
2.2 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS.....	22
2.3 INFRAESTRUCTURAS COMPRENDIDAS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	22
2.3.1 ESTRUCTURAS DE LA REPRESA Km107 DE EGEMSA.....	22
2.3.2 MÓDULOS DE VIGILANCIA DE MINISTERIO DE CULTURA.....	23
2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	23
2.4.1 SÍNTESIS DE LA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	23
2.4.2 GEOLOGÍA LOCAL.....	26
2.4.3 GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	28
2.4.4 PENDIENTE.....	30
2.5 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	32
2.5.1 PRECIPITACIÓN.....	32
2.5.2 TEMPERATURA.....	33
2.5.3 HUMEDAD.....	34
2.6 ASPECTOS HIDROLÓGICOS.....	36
2.6.1 REGISTRO DE CAUDALES DIARIOS DE LA EST. HIDROMÉTRICA Km 105.....	36


ING. JUAN R. RÍOS CHILA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646


2.6.2	DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE RETORNO	36
2.6.3	DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDAS	39
2.7	SIMULACIÓN HIDRÁULICA – Modelo HEC-RAS	45
2.8	ASPECTOS AMBIENTALES	49
CAPITULO III: DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD		50
3.1	METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE PELIGROSIDAD	50
3.1.1	METODOLOGIA	50
3.1.2	RECOPILACION Y ANALISIS DE INFORMACION	51
3.2	IDENTIFICACION DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR	52
3.3	IDENTIFICACIÓN DEL ÁMBITO DE INFLUENCIA DEL PELIGRO	54
3.4	ANÁLISIS JERARQUICO DE SAATY	56
3.5	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL FENOMENO	56
3.5.1	P1: TVELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	58
3.5.2	P2: TIRANTE (m)	60
3.6	SUCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	62
3.6.1	Análisis de los factores condicionantes	62
3.6.2	Análisis de los factores desencadenantes	67
3.6.3	Resumen de la matriz de la susceptibilidad	69
3.7	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	70
3.7.1	POBLACIÓN EXPUESTA	70
3.7.2	EDIFICACIONES (BLOQUES) DEL CAMPAMENTO	70
3.7.3	PREDIOS AGRICOLAS EXPUESTOS	71
3.7.4	UNIDADES PRODUCTORAS EXPUESTAS	71
3.1	Definición de escenarios	74
3.2	Estratificación del peligro	74
3.3	MAPA DE PELIGROS ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL	75
CAPITULO IV: ANALISIS DE VULNERABILIDAD		77
4.1	METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	77
4.1.1	ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES PARA LA VULNERABILIDAD	79
4.1.2	Exposición	79
4.1.3	Fragilidad	79
4.1.4	Resiliencia	80
4.2	ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES PARA LA VULNERABILIDAD	80
4.3	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	81
4.3.1	FACTOR DE EXPOSICIÓN SOCIAL	82



ING. JUAN R. RIMAICHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.3.2	FACTOR DE FRAGILIDAD SOCIAL.....	84
4.3.3	FACTOR DE LA RESILIENCIA SOCIAL.....	88
4.4	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	91
4.4.1	FACTOR DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA.....	92
4.4.2	FACTOR DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA	93
4.4.3	FACTOR DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA.....	95
4.5	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	96
4.5.1	FACTOR DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL	97
4.5.2	FACTOR DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL	98
4.5.3	FACTOR DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL	100
4.6	NIVELES DE VULNERABILIDAD	102
4.7	MAPA DE VULNERABILIDAD	103
CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO		105
5.1	METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DE RIESGO	106
5.2	DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RIESGO.....	108
5.3	ESTRATIFICACION DEL NIVEL DEL RIESGO	109
5.4	MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIONES.....	110
5.5	MATRIZ DE RIESGO.....	112
5.6	EFECTOS PROBABLES	112
CAPITULO VI CONTROL DE RIESGO.....		113
6.1	ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO	113
6.1.1	Valoración de las consecuencias.....	114
6.1.2	Valoración de la Frecuencia de Recurrencia	114
6.1.3	Nivel De Consecuencia y Daño (Matriz):	115
6.1.4	Medidas cualitativas de consecuencias y daños	115
6.1.5	Aceptabilidad y tolerancia	116
6.1.6	Prioridad de la intervención.....	116
6.2	MEDIDAS ESTRUCTURALES	117
6.2.1	UBICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	117
6.2.2	ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN O CONTROL DE INUNDACIONES	118
6.3	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.....	121
6.3.1	MEDIDAS DE MONITOREO Y CONTROL.....	121
6.3.2	MEDIDAS DE OPERACIÓN	122
6.3.3	TRANSFERENCIA DE RIESGO	122
6.3.4	DE CARÁCTER REACTIVO	123


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646


CONCLUSIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	126
PANEL FOTOGRAFICO	127
ANEXOS	135
Anexo 01. REGISTRO DE CAUDALES	135

INDICE DE MAPAS

Mapa 1: Susceptibilidad de peligro ante inundaciones	17
Mapa 2: Susceptibilidad de peligro ante Movimientos en masa	18
Mapa 3: Mapa de Ubicación	20
Mapa 4: Mapa Geológico – Represa Machupicchu KM 107	23
Mapa 5: Mapa Geomorfológico – Represa Machupicchu KM 107	24
Mapa 6: Mapa Geológico local – Represa Machupicchu – KM 107	26
Mapa 7 Geomorfológico Local – Represa Machupicchu KM 107	28
Mapa 8: Mapa de pendientes de la zona de estudio	30
Mapa 9: Mapa del Área de Estudio	54
Mapa 10: Tirante de flujo (m)	58
Mapa 11 Velocidad de Flujo (m/s)	60
Mapa 12 Elementos expuestos	72
Mapa 13 De peligros ante inundaciones fluviales	74
Mapa 14 Vulnerabilidad	104
Mapa 15 Riesgo ante inundaciones	111
Mapa 16: Medidas estructurales, Distribución de Gaviones a implementar:	118
Mapa 17: Mapa de ubicación del sistema de contención	119

INDICE DE TABLAS


Tabla 1: Cuadro de antecedentes	15
Tabla 2: Información histórica de episodios.	16
Tabla 3: Vías de Acceso	20
Tabla 4: Clasificación de las pendientes	29
Tabla 5: Precipitación – Estación Machupicchu	31
Tabla 6: Temperatura – Estación Machupicchu	32
Tabla 7: Humedad – Estación Machupicchu	34
Tabla 8: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje	37



ING. JUAN R. RIMACHILACAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646


<i>Tabla 9 Caudales de diseños</i>	42
<i>Tabla 10 Eventos extremos altos (> P90 = 667.46 m³/s):</i>	43
<i>Tabla 11: Escalas para el análisis jerárquico de SAATY</i>	55
<i>Tabla 12: Análisis de los Parámetros de Evaluación</i>	55
<i>Tabla 13: Rango de factores para el cálculo de la peligrosidad</i>	56
<i>Tabla 14: Descriptores de velocidad de flujo</i>	57
<i>Tabla 15: Matriz de Comparación de Pares – velocidad de flujo</i>	57
<i>Tabla 16: Matriz de normalización de Pares – velocidad de flujo</i>	57
<i>Tabla 17: Índice y relación de consistencia – velocidad de flujo</i>	57
<i>Tabla 18: Descriptores del parámetro</i>	59
<i>Tabla 19: Matriz de Comparación de Pares – Tirante</i>	59
<i>Tabla 20: Matriz de Normalización de Pares – Tirante</i>	59
<i>Tabla 21: Índice y relación de consistencia – Tirante</i>	59
<i>Tabla 22: Factores condicionantes para la evaluación de la susceptibilidad.</i>	61
<i>Tabla 23: Ponderación del factor - geología.</i>	62
<i>Tabla 24: Matriz de comparación de pares del factor geología.</i>	62
<i>Tabla 25: Matriz de normalización de pares del factor geología.</i>	63
<i>Tabla 26: Índice y relación de consistencia del factor geología.</i>	63
<i>Tabla 27: Ponderación del factor – Unidades geomorfológicas</i>	63
<i>Tabla 28: Matriz de comparación de pares - Unidades geomorfológicas</i>	64
<i>Tabla 29: Matriz de normalización de pares - Unidades geomorfológicas</i>	64
<i>Tabla 30: Índice y relación de consistencia del factor geomorfología.</i>	64
<i>Tabla 31: Ponderación del factor - pendiente.</i>	64
<i>Tabla 32: Matriz de comparación de pares del factor pendiente.</i>	65
<i>Tabla 33: Matriz de normalización de pares del factor pendiente.</i>	65
<i>Tabla 34: Índice y relación de consistencia del factor pendiente.</i>	65
<i>Tabla 35: Resumen de factores condicionantes</i>	66
<i>Tabla 36: Clasificación de precipitaciones máximas en 24h (PPmax 24h) para periodos de retorno</i>	66
<i>Tabla 37: Matriz de Comparación de Pares – PPmax 24h para periodos de retorno</i>	67
<i>Tabla 38: Matriz de Normalización de Pares – PPmax 24h para periodos de retorno</i>	67
<i>Tabla 39: Índice y relación de consistencia – PPmax 24h para periodos de retorno</i>	67
<i>Tabla 40: Resumen factores condicionantes y factores desencadenantes.</i>	68
<i>Tabla 41: Población expuesta</i>	69
<i>Tabla 42: Cantidad de predios urbanos por distrito, según estado situacional</i>	69
<i>Tabla 43: Cantidad de predios urbanos por distrito, según estado situacional</i>	70

<i>Tabla 44: Tipos de unidades productoras de transporte</i>	71
<i>Tabla 45: Tipo de unidades productoras de protección</i>	71
<i>Tabla 46: Niveles de peligro por inundación fluvial</i>	73
<i>Tabla 47: Estratificación del nivel de peligro</i>	73
<i>Tabla 48: Metodología de la Vulnerabilidad</i>	76
<i>Tabla 49: Matriz de comparación</i>	77
<i>Tabla 50: Análisis de las dimensiones para la vulnerabilidad</i>	78
<i>Tabla 51: Matriz de comparación de pares de las dimensiones para la vulnerabilidad.</i>	79
<i>Tabla 52: Matriz de normalización de las dimensiones para la vulnerabilidad</i>	79
<i>Tabla 53: Índice y relación de consistencia de los parámetros de vulnerabilidad.</i>	79
<i>Tabla 54: Factores de la vulnerabilidad física.</i>	80
<i>Tabla 55: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión social</i>	80
<i>Tabla 56: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión social.</i>	80
<i>Tabla 57: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión social</i>	80
<i>Tabla 58: Parámetro de exposición social</i>	81
<i>Tabla 59: Descriptores del parámetro número de habitantes</i>	81
<i>Tabla 60: Matriz de comparación de pares del parámetro: Número de habitantes</i>	81
<i>Tabla 61: Matriz de normalización de pares del parámetro: Número de habitantes</i>	82
<i>Tabla 62: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Número de habitantes</i>	82
<i>Tabla 63: Parámetros de fragilidad social</i>	83
<i>Tabla 64: Descriptores del parámetro grupo etario</i>	83
<i>Tabla 65: Matriz de comparación de pares del parámetro: grupo etario</i>	84
<i>Tabla 66: Matriz de normalización de pares del parámetro: grupo etario</i>	84
<i>Tabla 67: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: grupo etario</i>	84
<i>Tabla 68: Descriptores del parámetro acceso a servicios básicos</i>	85
<i>Tabla 69: Matriz de comparación de pares del parámetro: acceso a servicios básicos</i>	85
<i>Tabla 70: Matriz de normalización de pares del parámetro: acceso a servicios básicos</i>	86
<i>Tabla 71: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: acceso a servicios básicos</i>	86
<i>Tabla 72: Parámetros de resiliencia social</i>	87
<i>Tabla 73: Descriptores del parámetro conocimiento de temas de GRD</i>	87
<i>Tabla 74: Matriz de comparación de pares del parámetro: conocimiento de temas de GRD</i>	88
<i>Tabla 75: Matriz de normalización de pares del parámetro: conocimiento de temas de GRD</i>	88
<i>Tabla 76: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Conocimiento de temas de GRD</i>	88


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

<i>Tabla 77: Descriptores del parámetro grupo etario</i>	89
<i>Tabla 78: Matriz de comparación de pares del parámetro: organización social</i>	89
<i>Tabla 79: Matriz de normalización de pares del parámetro: organización social</i>	89
<i>Tabla 80: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: organización social</i>	89
<i>Tabla 81: Factores de la vulnerabilidad económica</i>	90
<i>Tabla 82: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión económica</i>	90
<i>Tabla 83: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión económica</i>	90
<i>Tabla 84: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión económica</i>	90
<i>Tabla 85: Descriptores del parámetro de localización de la edificación</i>	91
<i>Tabla 86: Matriz de comparación de pares del parámetro: localización de la edificación</i>	91
<i>Tabla 87: Matriz de normalización de pares del parámetro: localización de la edificación</i>	91
<i>Tabla 88: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: localización de la edificación</i>	92
<i>Tabla 89: Matriz de comparación de pares - material de construcción.</i>	92
<i>Tabla 90: Matriz de normalización de pares – material de construcción.</i>	92
<i>Tabla 91: Índice y relación de consistencia - material de construcción.</i>	92
<i>Tabla 92: Matriz de comparación de pares – estado de conservación de la edificación.</i>	93
<i>Tabla 93: Matriz de normalización de pares - estado de conservación de la edificación.</i>	93
<i>Tabla 94: Índice y relación de consistencia – estado de conservación de la edificación.</i>	93
<i>Tabla 95: Matriz de comparación de pares - Ingreso familiar promedio mensual (mes).</i>	94
<i>Tabla 96: Matriz de normalización de pares - Ingreso familiar promedio mensual (mes).</i>	94
<i>Tabla 97: Índice y relación de consistencia – Ingreso familiar promedio mensual (mes).</i>	94
<i>Tabla 98: Parámetros en la evaluación de la Dimensión Ambiental</i>	96
<i>Tabla 99: Matriz de comparación de pares de los factores de la vulnerabilidad ambiental.</i>	96
<i>Tabla 100: Matriz de normalización de pares de los factores de la vulnerabilidad ambiental.</i>	96
<i>Tabla 101: Índice y relación de consistencia de los factores de la vulnerabilidad ambiental.</i>	96
<i>Tabla 102: Matriz de comparación de pares - cercanía de residuos sólidos.</i>	97
<i>Tabla 103: Matriz de normalización de pares – cercanía de residuos sólidos.</i>	97
<i>Tabla 104: Índice y relación de consistencia - cercanía de residuos sólidos</i>	97
<i>Tabla 105: Matriz de comparación de pares - disposición de residuos sólidos.</i>	98
<i>Tabla 106: Matriz de normalización de pares - disposición de residuos sólidos.</i>	98
<i>Tabla 107: Índice y relación de consistencia - disposición de residuos sólidos.</i>	98
<i>Tabla 108: Matriz de comparación de pares - Tipo de disposición de excretas.</i>	99


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1




COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 109: Matriz de normalización de pares - Tipo de disposición de excretas.	99
Tabla 110: Índice y relación de consistencia - Tipo de disposición de excretas	99
Tabla 111: Matriz de comparación de pares - Conocimientos en temas ambientales	100
Tabla 112: Matriz de normalización de pares - Conocimientos en temas ambientales	100
Tabla 113: Índice y relación de consistencia - Conocimientos en temas ambientales	100
Tabla 114: Matriz de comparación de pares - Manejo de residuos sólidos	101
Tabla 115: Matriz de normalización de pares – Manejo de residuos sólidos	101
Tabla 116: Índice y relación de consistencia - Manejo de residuos sólidos	101
Tabla 117: Peso de Vulnerabilidad	102
Tabla 118: Niveles de vulnerabilidad	102
Tabla 119: Matriz de vulnerabilidad.	103
Tabla 120: Calculo del riesgo por Inundación `Erosión	108
Tabla 121: Niveles de riesgo	108
Tabla 122: Matriz de riesgo	109
Tabla 123: Valoración De Consecuencias	114
Tabla 124: Valoración de la Frecuencia de Recurrencia	114
Tabla 125: Nivel de consecuencia y daños.	115
Tabla 126: Nivel de consecuencia y daño	115
Tabla 127: Aceptabilidad y tolerancia.	116
Tabla 128: Matriz de Aceptabilidad y tolerancia del riesgo	116
Tabla 129: Nivel de priorización	116
Tabla 130: Registro de caudales máximos del año 1958 al 2024	120
Tabla 131: Detalle de la ubicación de las estructuras de protección	121
Tabla 132: Registro de caudales – Año 2019	135
Tabla 133: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2019	138
Tabla 134: Registro de Caudales – Año 2020	139
Tabla 135: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2020	143
Tabla 136: Registro de Caudales – año 2021	145
Tabla 137: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2021	148
Tabla 138: Registro de Caudales – año 2022	149
Tabla 139: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2022	152
Tabla 140; Registro de Caudales – Año 2023	153
Tabla 141: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2023	156
Tabla 142: Registro de Caudales – Año 2024	157
Tabla 143: Caudales Máximos, mínimos y promedio – Año 2024	160

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Grafico de promedio de precipitación – Estación Machupicchu	32
Gráfico 2: Grafico de promedio de Humedad – Estación Machupicchu	33
Gráfico 3: Grafico de promedio de Humedad – Estación Machupicchu	34
Gráfico 4: Registro de caudales diarios de la estación hidrométrica km 105 (1958- 2024)	35
Gráfico 5: Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil	36
Gráfico 6: Boxplot	38
Gráfico 7: Q-Q Plot	39
Gráfico 8: distribución de probabilidad (1964 – 2024)	40
Gráfico 9: Funciones de distribución acumulada	41
Gráfico 10: Curvas de Frecuencias	42
Gráfico 11: Dominio y malla 2D: discretizar dominio en celdas	45
Gráfico 12: Entrada aguas arriba: hidrograma (Q(t))	46
Gráfico 13: Resultado de la simulación hidráulica	47
Gráfico 14: Metodología general para determinar la peligrosidad	49
Gráfico 15: Flujograma general del proceso de análisis de información	50
Gráfico 16: Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales	53
Gráfico 17: Factor de Gravedad para el cálculo de la peligrosidad.	56
Gráfico 18: Determinación de la susceptibilidad.	61
Gráfico 19: grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2019	138
Gráfico 20: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2019	138
Gráfico 21: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2020	143
Gráfico 22: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2020	143
Gráfico 23: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2021	148
Gráfico 24: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2021	148
Gráfico 25: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2022	152
Gráfico 26: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2022	152
Gráfico 27: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2023	156
Gráfico 28: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2023	156
Gráfico 29: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2024	160
Gráfico 30: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos	160


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

PRESENTACION

La Empresa de Generación Eléctrica Machupicchu S.A. (EGEMSA) ha elaborado el informe de Estudio de Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad (EVAR) ante inundaciones y procesos de erosión en las instalaciones de la represa (Km 107), en concordancia con lo establecido por la Ley N.º 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), y su reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 048-2011-PCM.

Este estudio aplica la metodología oficial del CENEPRED para la identificación, análisis y estimación de riesgos, desarrollando un enfoque integral que incluye:

La determinación de la peligrosidad, a partir del análisis de series hidrológicas, intensidades de precipitación y caudales máximos del río Vilcanota.

La evaluación de la vulnerabilidad en sus dimensiones física, económica, social y ambiental, considerando factores de exposición, fragilidad y resiliencia.

La estimación y zonificación del riesgo, con base en la combinación de los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad identificados en el área de influencia directa de la represa.


La infraestructura ubicada en el Km 107 de la vía Cusco – C.H. Machupicchu se encuentra en un sector expuesto a incrementos extraordinarios de caudal y procesos de erosión fluvial, especialmente durante la temporada de lluvias (noviembre–marzo). Dichas condiciones representan una amenaza directa para los campamentos operativos, márgenes ribereñas y estructuras auxiliares de la represa.

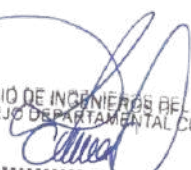
En función de los resultados, el informe plantea la implementación de medidas de prevención, mitigación y control del riesgo, que incluyen:

Medidas estructurales, tales como obras de encauzamiento, defensas ribereñas, drenes y muros de contención.

Medidas no estructurales, entre ellas la optimización de sistemas de alerta temprana, la gestión de emergencias, la capacitación comunitaria y la actualización de planes de contingencia.

El objetivo central es proteger la infraestructura estratégica de EGEMSA, reducir la vulnerabilidad del entorno inmediato y garantizar la continuidad operativa de la Central Hidroeléctrica Machupicchu, asegurando así la confiabilidad del sistema energético en la región Cusco y en el sur del país.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646


INTRODUCCION


El Perú se caracteriza por su compleja configuración geográfica y climática, que lo hace altamente susceptible a peligros de origen natural. En particular, la región andina se encuentra expuesta a precipitaciones intensas, inundaciones, desbordes de ríos, huaycos, movimientos en masa y procesos de erosión fluvial, fenómenos que se ven potenciados por la topografía abrupta de la Cordillera de los Andes. Estas condiciones generan impactos significativos sobre la infraestructura y aumentan los niveles de vulnerabilidad en zonas estratégicas de desarrollo energético, de transporte y de servicios básicos.

En este marco, la represa ubicada en el Km 107 de la vía Cusco – C.H. Machupicchu, operada por la Empresa de Generación Eléctrica Machupicchu S.A. (EGEMSA), presenta condiciones de vulnerabilidad asociadas a la dinámica fluvial del río Vilcanota y a la variabilidad climática regional. Los procesos de erosión de márgenes y el incremento del caudal en temporada de lluvias representan amenazas que comprometen la estabilidad de los taludes, la seguridad de los campamentos y la confiabilidad de las estructuras vinculadas a la operación hidroeléctrica. En este contexto, el presente estudio titulado “Estudio de Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad (EVAR) ante inundaciones y erosiones en las instalaciones de la represa (Km 107) de EGEMSA” se plantea como un instrumento técnico de gestión, orientado a la identificación, análisis y cuantificación de peligros, vulnerabilidades y niveles de riesgo, a fin de establecer medidas de prevención, mitigación y control.

El desarrollo del informe EVAR se realiza en concordancia con el marco normativo nacional vigente, establecido por la Ley N.º 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), y de manera específica con la Resolución Jefatural N.º 112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales” (segunda versión).

De este modo, se garantiza que las medidas de control estructurales y no estructurales propuestas contribuyan de manera efectiva a la reducción del riesgo, a la protección de la infraestructura crítica de EGEMSA y a la continuidad operativa del servicio de generación eléctrica que abastece a la región.


ING. JUAN R. RIMACHI ZUCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/J


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el informe de evaluación del riesgo de desastres por inundación fluvial en las instalaciones de la represa (Km 107) de EGEMSA enmarcada en la normativa del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres (CENEPRED).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y determinar los niveles de peligro y elaborar el mapa de peligro por inundación fluvial del área de estudio del proyecto del área de influencia directa e indirecta de la represa ubicada en el Km 107 de la vía Cusco – C.H. Machupicchu.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad y elaborar el mapa de vulnerabilidad por inundación fluvial del área de estudio del proyecto del área de influencia directa e indirecta de la represa ubicada en el Km 107 de la vía Cusco – C.H. Machupicchu.
- Establecer los niveles de riesgo y elaborar el mapa de riesgo por inundación fluvial, evaluando la aceptabilidad y tolerancia del riesgo del área de influencia directa e indirecta de la represa ubicada en el Km 107 de la vía Cusco – C.H. Machupicchu.
- Proponer medidas de prevención y/o reducción del riesgo de carácter estructural y no estructural.



ING. JUAN CARLOS YUPA YUCANA NEGRON
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

1.2. FINALIDAD.

contribuir a la gestión integral del riesgo en la represa del Km 107 de EGEMSA, proporcionando información técnica y lineamientos de acción que permitan minimizar los impactos de eventos hídricos, meteorológicos y geodinámicos sobre la infraestructura, las actividades operativas y el entorno ambiental y social de la zona de influencia.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

La represa ubicada en el Km 107 de la vía Cusco – C.H. Machupicchu, perteneciente a la Empresa de Generación Eléctrica Machupicchu S.A. – EGEMSA, constituye una infraestructura estratégica para la generación y el suministro de energía eléctrica en la región sur del país. No obstante, debido a las condiciones hidrometeorológicas de la cuenca y a la dinámica fluvial del río Vilcanota, las instalaciones se encuentran expuestas a peligros recurrentes de inundaciones y erosiones, que pueden ocasionar daños estructurales, interrupciones en la operación, pérdidas económicas y riesgos para la seguridad del personal y de los bienes asociados a la central hidroeléctrica.

La elaboración de la Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad (EVAR) ante inundaciones y erosiones en las instalaciones de la represa (Km 107) de EGEMSA resulta necesaria, ya que permite:



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupa Yucana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

- Identificar y caracterizar de manera objetiva los niveles de peligrosidad en la zona de influencia.
- Determinar la vulnerabilidad física, económica y ambiental de la infraestructura frente a dichos fenómenos.
- Establecer los niveles de riesgo mediante un análisis integral que combine peligrosidad y vulnerabilidad.
- Proponer medidas de prevención, mitigación y control que aseguren la continuidad operativa, protejan al personal y salvaguarden la infraestructura estratégica de EGEMSA.

En este sentido, el estudio se justifica porque constituye un insumo técnico fundamental para la gestión del riesgo de desastres en el sector eléctrico, en concordancia con los lineamientos establecidos por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), contribuyendo a la seguridad energética regional y a la sostenibilidad de las operaciones de la Central Hidroeléctrica Machupicchu.

1.4. ANTECEDENTES

En la siguiente tabla se muestra el registro de antecedentes

Tabla 1: Cuadro de antecedentes

FECHA	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIAS
Febrero de 1946	Derrumbe e inundación en la cuenca del río aguas calientes.	Deslizamiento por efecto del represamiento del río, ocasionando destrucción de puentes y viviendas a lo largo de la línea férrea.
1961	derrumbe e inundación en la cuenca del río Aguas Calientes y Vilcanota.	Destrucción de viviendas en las riberas de los ríos.
Marzo 05 de 1995	Derrumbe e inundación de los ríos Alcamayo y aguas calientes.	Aluvión que destruyó el muro de contención y edificaciones de los baños termales, sin muertes, pero con daños materiales.
Abril 10 de 2004	Deslizamiento e inundación del río Alcamayo.	El represamiento del río produjo un deslizamiento el agua ingreso por la Av. Imperio de los incas ocasionando la muerte de 11 personas, viviendas destruidas, 300 metros de línea férrea destruida, el corte de servicio de agua y electricidad, en la zona.
Abril 26 de 2007	Deslizamiento e inundación del río aguas calientes.	Aluvión que destruyó filtros de sistema de agua potable que se ubica más arriba de los baños termales.
Marzo 28 de 2010	Inundación y crecida del río Vilcanota por efecto de lluvias intensas.	Varios tramos de la vía férrea y viviendas fueron destruidos por acción de las inundaciones y crecida del río Vilcanota. Como consecuencia de estos eventos el centro poblado de Machupicchu quedo aislado, además no hubo acceso a la ciudadela inca de Machupicchu por 2 meses.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Información histórica de episodios.

FECHA	INFORMACIÓN HISTÓRICA (EVENTO)	DAÑOS REPORTADOS	FUENTE / OBSERVACIONES
11 de abril de 2024	Huaico en el distrito de Machu Picchu causado por lluvias intensas	Colapso de estructura de puente temporal, arrastre de instalaciones peatonales, interrupción del tránsito peatonal en la ruta Hidroeléctrica – Machu Picchu Pueblo	Reporte preliminar INDECI: “Huaico en el distrito de Machupicchu-Cusco” portal.indeci.gob.pe; también reportes periodísticos. infobae
Febrero de 2024	Deslizamiento / huaico en sector Mandor debido al desbordamiento del río Vilcanota luego de fuertes lluvias	2 personas desaparecidas, 14 heridas, daño a la vía férrea (enterrada por rocas y lodo), colapso parcial de una torre del templo antiguo	Informe Técnico Geología Ambiental: Zonas críticas por peligros geológicos en la Cuenca del Vilcanota - INGEMMET
26 de febrero de 2024	Lluvias intensas que provocaron alud / huaico	Suspensión del servicio de trenes Hidroeléctrica–Machu Picchu por dos días, daños a vía férrea, caída de rocas y lodo	Compendio de Emergencias) -2024-INDECI.
06-ene-20	Vía férrea a Machu Picchu declarada en alerta roja por lluvias intensas	Medidas de emergencia; restricción de trenes; posible desborde del río Vilcanota amenazaba integridad de infraestructura ferroviaria.	SERNANP / Ministerio de Cultura / GORE Cusco. Gobierno del Perú
18-feb-19	Pico extremo durante temporada de lluvias (evento puntual de crecida).	Reportes locales de crecidas; posible afectación de caminos y riesgo de deslizamientos en cuencas afluentes.	SENAMHI / ANA.
20-mar-19	Crecida importante en temporada alta de lluvias (marzo).	Alta probabilidad de erosión en márgenes y problemas en accesos; daños puntuales en infraestructura menor.	SENAMHI / ANA.
31-ene-19	Crecida registrada a fines de enero.	Incremento en transporte de sedimentos; riesgo de ensanchamiento del cauce en tramos estrechos.	SENAMHI / ANA.
25-dic-19	Episodio de crecida en diciembre (época de lluvias en inicio de temporada).	Afectación temporal a infraestructuras locales y aumento notable de caudal.	SENAMHI / ANA.
11-nov-19	Evento de noviembre con picos de caudal.	Posibles interrupciones del tránsito y saturación de taludes en sectores agrícolas y carreteros.	SENAMHI / ANA.
13-feb-18	Aumento de caudal del río Vilcanota debido a lluvias intensas	Valle de Machu Picchu Pueblo entra en alerta; caudal reportado de 231 m ³ /s, un ~66 % por encima del promedio histórico.	SENAMHI / ANA.
Marzo (general) 2016	Episodio extremo de precipitación reportado en la zona.	Inundaciones locales y riesgo en senderos y estructuras arqueológicas cercanas (requiere confirmar daños específicos).	SENAMHI (registro pluviométrico histórico) — investigar informe puntual.

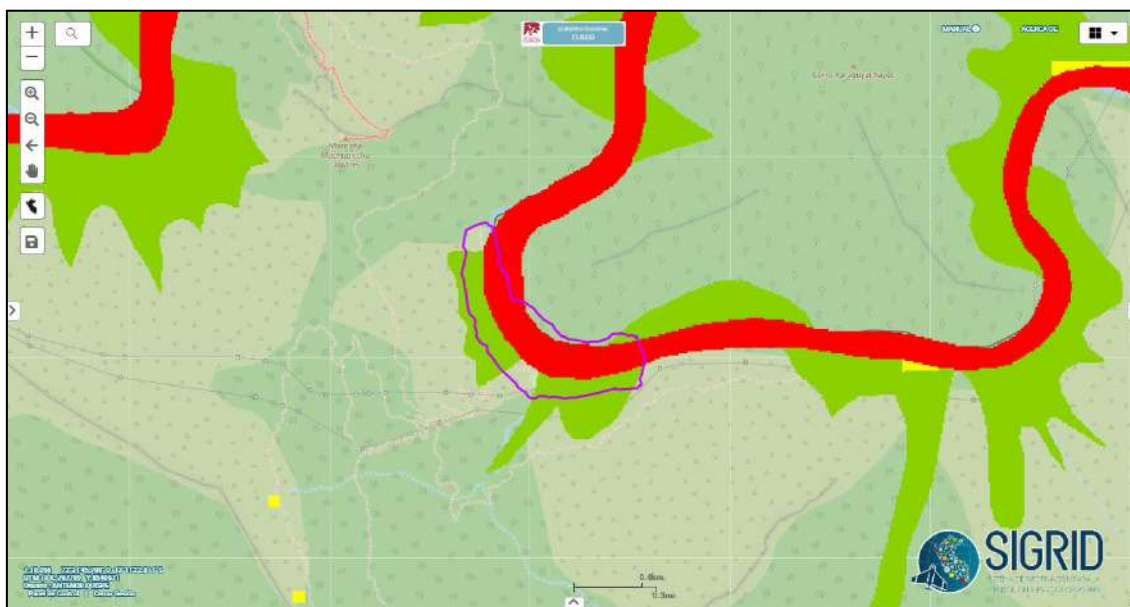
Fuente: Varios

En el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) se cargó el ámbito de evaluación.


- Según el mapa de susceptibilidad ante inundaciones, predomina un nivel de susceptibilidad muy alto, principalmente en zonas que coinciden con el cauce del río.
- Según el mapa de susceptibilidad ante movimientos en masa, hacia la margen izquierda del río, en la ladera, se identifica un nivel de peligro alto, mientras que en la margen derecha predomina un nivel de peligro medio.


A continuación, se presentan los mapas extraídos del SIGRID que sustentan esta caracterización.

Mapa 1: Susceptibilidad de peligro ante inundaciones

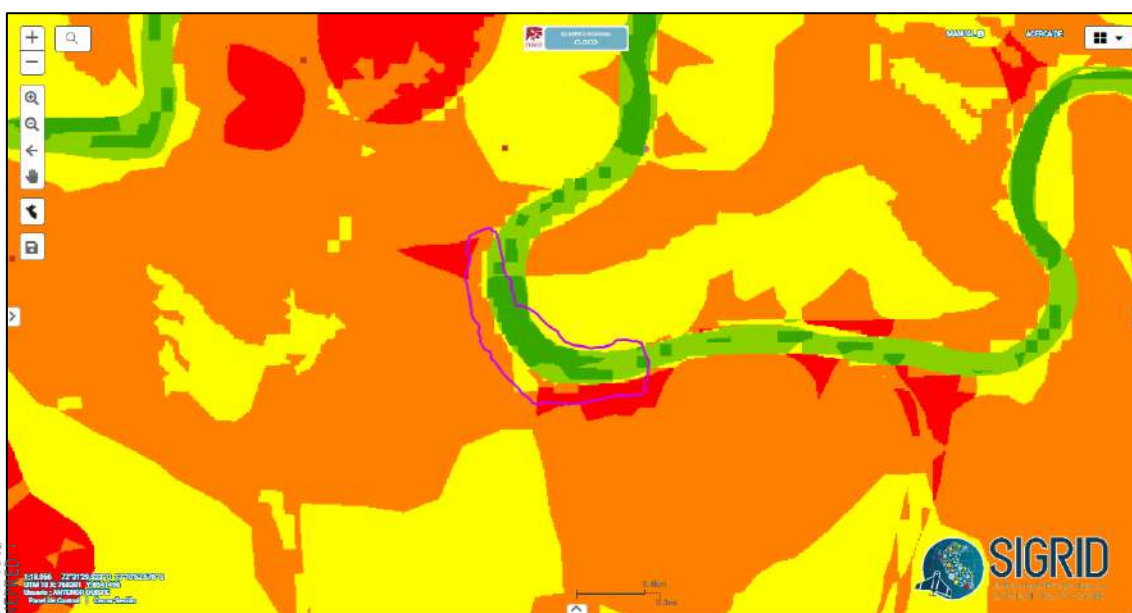


Fuente: SIGRID-CENEPRED.


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 2: Susceptibilidad de peligro ante Movimientos en masa



Fuente: SIGRID-CENEPRED.

1.5. MARCO NORMATIVO.

1.5.1. EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (GRD).

- Acuerdo Nacional – Política 32: Gestión del Riesgo de Desastres (2011).
- Ley N.º 29664 – Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Decreto Supremo N.º 048-2011-PCM – Reglamento de la Ley SINAGERD.
- Decreto Supremo N.º 060-2024-PCM, que modifica el Reglamento de la Ley N.º 29664 del SINAGERD, y establece que los gobiernos regionales revisan y validan las evaluaciones de riesgo realizadas por los gobiernos locales de su jurisdicción.
- Decreto Supremo N.º 115-2022-PCM – Aprueba el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2022-2030
- Decreto Supremo N.º 038-2021-PCM – Aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050 (Actualización).
- Resolución Ministerial N.º 290-2025-PCM – Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres (Actualización).
- Resolución Ministerial N.º 222-2013-PCM – Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N.º 220-2013-PCM – Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N.º 112-2014-CENEPRED/J – “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales” (2.ª versión).

1.5.2. NORMATIVA SECTORIAL Y TÉCNICA COMPLEMENTARIA.

Recursos Hídricos y Presas.

- Ley N.º 29338 – Ley de Recursos Hídricos.

ING. JUAN CARLOS YUPAYCACANA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N.º 117-2021-CR

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupaycacana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 277646

- Decreto Supremo N.º 001-2010-AG – Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos.
- Resolución Jefatural N.º 015-2011-ANA – Lineamientos de Seguridad de Presas y Embalses.
- Resolución Jefatural N.º 332-2016-ANA, Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales aprobado mediante.
- Normas OSINERGMIN – Regulación sobre seguridad de presas e infraestructura energética crítica.

Energía y Electricidad.

- Decreto Ley N.º 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas.
- Normas técnicas OSINERGMIN aplicables a la infraestructura hidroeléctrica.

Infraestructura y Construcción

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en especial:
- Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente.
- Norma Técnica E.050 – Suelos y Cimentaciones.
- Norma Técnica G.050 – Seguridad en Presas (referida por OSINERGMIN).

Gestión Ambiental y Territorial.

- Política Nacional del Ambiente (DS N.º 012-2009-MINAM).
- Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N.º 27972) y Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (Ley N.º 27867), que establecen competencias en GRD y ordenamiento territorial.

1.5.3. NORMATIVA INSTITUCIONAL VIGENTE DE LA ENTIDAD

- Decreto Legislativo N° 1693 Decreto Legislativo que ordena, sistematiza y optimiza la eficiencia de la actividad empresarial del Estado y fortalece la estructura y gestión del FONAFE.
- Decreto Supremo N° 292-2024-EF, Decreto Supremo que aprueba el reglamento del Decreto Legislativo N° 1693, Decreto Legislativo que ordena, sistematiza y optimiza la eficiencia de la actividad empresarial del Estado y fortalece la estructura y gestión.
- Decreto Legislativo N° 1440, Decreto Legislativo del Sistema Nacional de Presupuesto Público, aplicable a FONAFE y las Empresas bajo su ámbito solo y exclusivamente cuando así se señale expresamente.
- Nueva Directiva Corporativa de Gestión Empresarial, Aprobada mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2025/007-FONAFE de fecha 26/11/2025. Vigencia: A partir del 26/03/2026.
- Decreto Legislativo N° 295, Promulgan el Código Civil aprobado por la Comisión Revisora creada por la Ley N° 23403.


ING. JUAN R. MACHUPICHU
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021 - CENEPREDI


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

- Ley N° 27170, Ley del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado, su Reglamento y modificatorias.
- Decreto Legislativo N° 1031, Ley que promueve la eficiencia de la actividad empresarial del Estado, su Reglamento y modificatorias.
- Decreto Supremo N° 242-2018-EF, Aprueban Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N° 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, su Reglamento y Directivas.
- Directiva Corporativa de Gestión Empresarial del FONAFE, aprobada mediante Acuerdo de Directorio N° 003-2018/006-FONAFE y sus modificatorias.

1.6. UBICACIÓN


El área de estudio se localiza en la zona suoriental del Perú, en la región Cusco, provincia de Urubamba, distrito de Machupicchu. La represa de la Central Hidroeléctrica Machupicchu, operada por EGEMSA, se encuentra en el Km 107 de la vía Cusco – C.H. Machupicchu, dentro del valle del río Vilcanota (Urubamba), en un sector ubicado aguas arriba del Santuario Histórico de Machupicchu, reconocido como patrimonio cultural y natural de la humanidad.

1.6.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)

- Norte : 8540867.32 m.
- Este : 767666.46 m.
- Altura : 2175 msnm.
- Zona : 18S
- Datum : WGS84

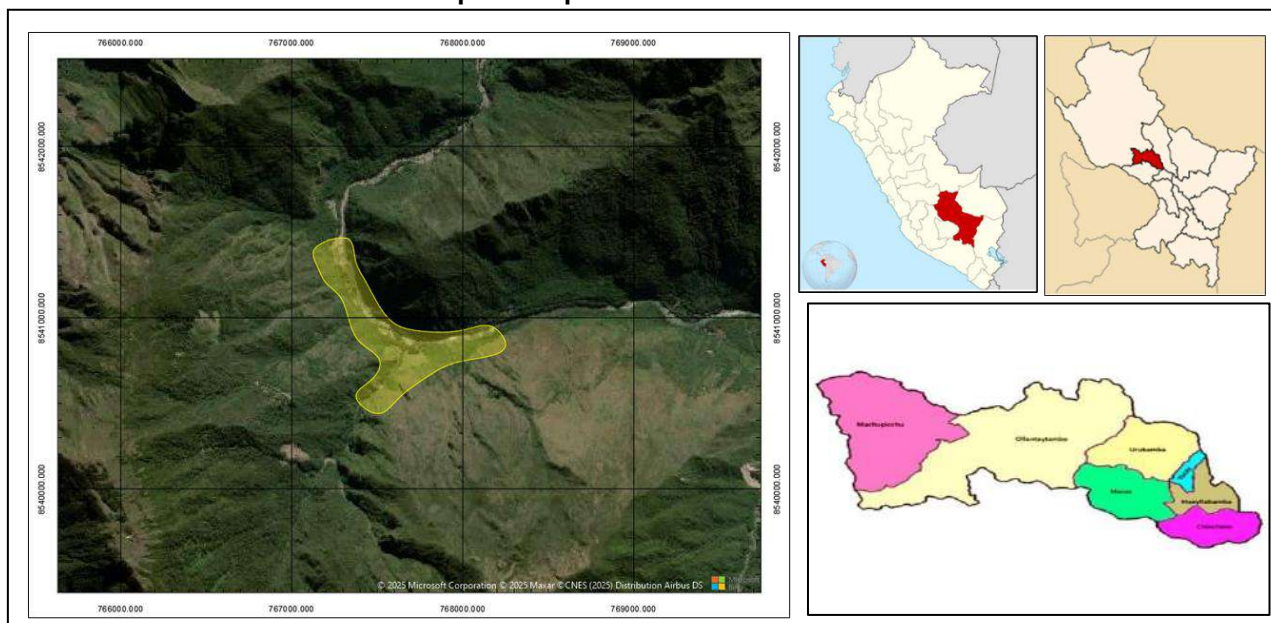
1.6.2. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA

- Región : Cusco
- Provincia : Urubamba
- Distrito : Machupicchu
- Zona : Km. 107 represa EGEMSA.


ING. JUAN R. RIMAQUI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 3: Mapa de Ubicación




Fuente: propia

1.7. VÍAS DE ACCESO

Tabla 3: Vías de Acceso

Tramo	Tipo de vía	Distancia	Tiempo
Plaza de Armas Cusco – Ollantaytambo	Asfalto	67.7 Km.	2.1 h.
Ollantaytambo – KM 107 Represa C.H. Machupicchu.	Férrea	39.5 Km.	1.5 h.
CUSCO – Km 107.		107.2 Km.	3.6 h.

Fuente: Google Maps.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.1 CARACTERÍSTICAS SOCIALES

2.1.1 POBLACIÓN.

El campamento ubicado en la represa del km 107 pertenece a EGEMSA y cuenta con un personal laboral de aproximadamente 15 personas, cuya presencia es de carácter rotativo según las necesidades operativas del campamento. Hacia el este del campamento se encuentra un puesto de control del Ministerio de Cultura, donde laboran 2 personas encargadas de supervisar y proteger el patrimonio cultural de la zona.

El grupo etario de la población esta comprendida entre 35 años a 50 años predominantemente.

2.2 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS


El distrito de Machu Picchu presenta una economía fuertemente sustentada en la actividad turística, la cual moviliza servicios de hospedaje, transporte, guías especializados, restaurantes y comercio artesanal, constituyendo su principal fuente de ingresos. A ello se suma la agricultura de valle estrecho con cultivos como maíz, papa, hortalizas, café y coca que aún sostiene a las comunidades rurales, aunque en menor proporción frente al turismo. Un componente adicional de importancia económica en el distrito es la represa del Km 105, infraestructura hidroeléctrica operada por EGEMSA, que regula el caudal del río Vilcanota para la generación de energía en la Central Hidroeléctrica Machupicchu. Esta operación contribuye al abastecimiento eléctrico regional y nacional, generando empleo local, canon y recursos complementarios para el distrito, lo que diversifica parcialmente su estructura económica frente a la alta dependencia del turismo.

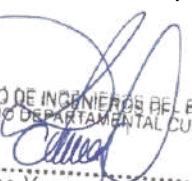
2.3 INFRAESTRUCTURAS COMPRENDIDAS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

2.3.1 ESTRUCTURAS DE LA REPRESA Km107 DE EGEMSA.

Dentro del campamento de la Represa Km107 – EGEMSA se encuentran un total de 13 estructuras construidas con material noble, destinadas a diversas funciones operativas y de soporte para el personal. Estas estructuras incluyen áreas de alojamiento, comedores, oficinas, talleres y almacenes, todos diseñados para brindar un espacio seguro y funcional para las labores diarias del campamento.

Adicionalmente, en el campamento se ubica la bocatoma de agua que abastece a la central hidroeléctrica, la cual cuenta con desarenadores y filtros que garantizan la adecuada captación y tratamiento inicial del agua para su posterior uso en la generación de energía. La disposición de estas estructuras permite un funcionamiento eficiente de la represa, asegurando tanto la operación de la central como la seguridad del personal.


ING. JUAN R. RIVAUCHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

2.3.2 MÓDULOS DE VIGILANCIA DE MINISTERIO DE CULTURA.

se encuentran 2 módulos de vigilancia contruidos en concreto, destinados a las labores de supervisión y control del patrimonio cultural de la zona. Estos módulos permiten al personal del Ministerio de Cultura desarrollar sus funciones de manera segura y eficiente, asegurando la protección de los bienes culturales y arqueológicos presentes en el área.


2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.4.1 SÍNTESIS DE LA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

El marco geológico regional del distrito de Machupicchu, basado en la información del INGEMMET, se caracteriza por una compleja interacción de unidades cuaternarias y un basamento rocoso metamórfico e ígneo. En los valles, se desarrolla una cuenca fluvial activa con depósitos aluviales (Q-al) de gravas, arenas y limos bien seleccionados y estratificados. En las laderas adyacentes, se identifican depósitos proluviales (Q-pl), formados por materiales heterométricos poco consolidados provenientes de abanicos aluviales y arrastres rápidos.

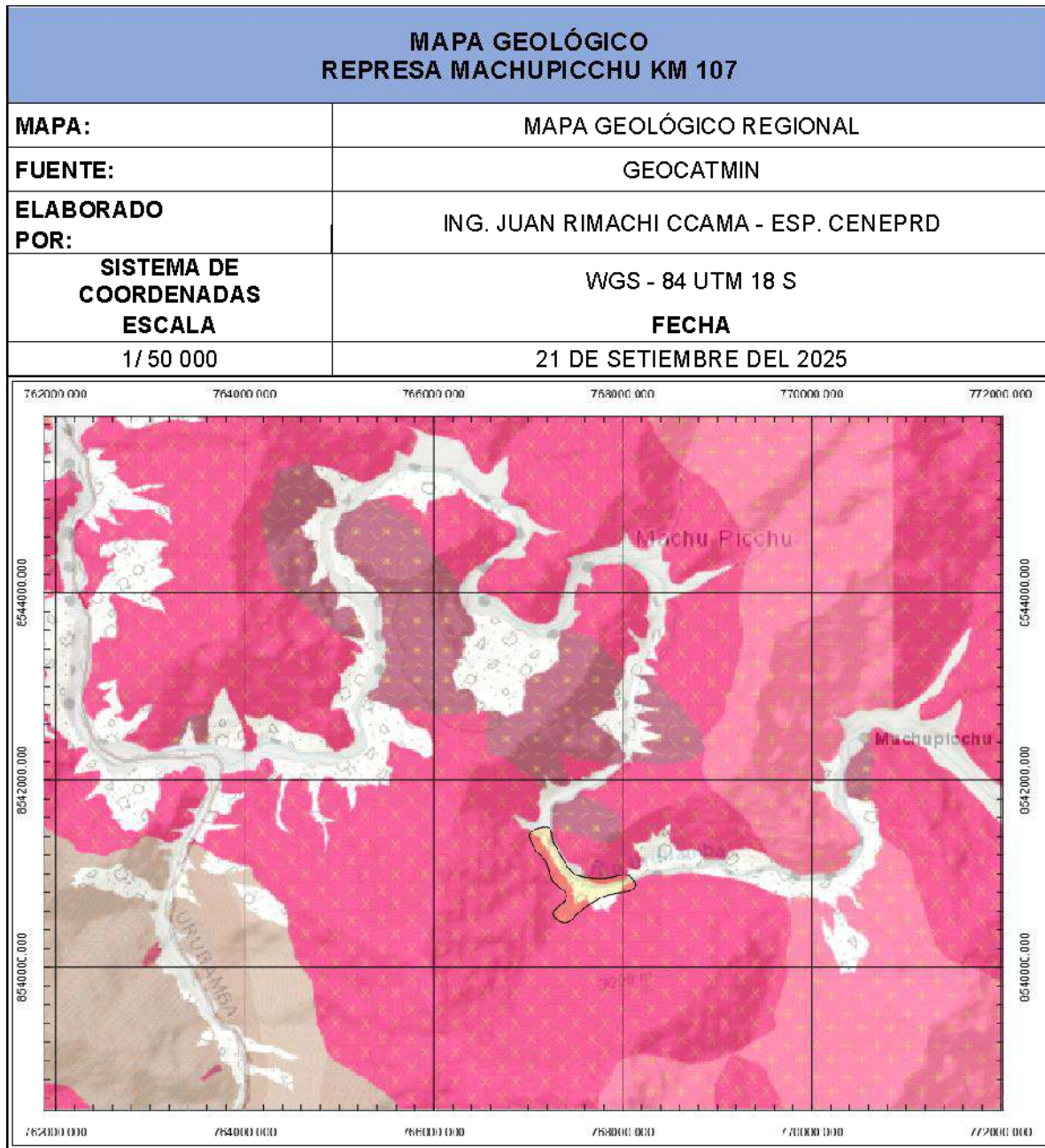
El basamento rocoso está dominado por el granito de la Unidad Machupicchu (PET-mach-gr), de edad Paleozoico–Triásico, el cual aflora extensamente en el área del santuario histórico. Sobre este macizo intruyen las rocas metamórficas del Grupo Ollantaytambo (CAOi-esq-cct,mvl), compuestas por esquistos, cuarcitas y metavolcánicos dispuestos en bandas y lentes. En la base estructural, se reconoce el Complejo Iscaybamba (NP-ci-mesq,cct), formado por mica-esquistos y cuarcitas de probable edad Proterozoica. En conjunto, estas unidades evidencian una prolongada evolución geológica, desde complejos metamórficos antiguos hasta los procesos cuaternarios que modelan la topografía actual.

Por su parte, la geomorfología regional presenta un relieve montañoso escarpado, controlado por la litología y la tectónica andina. El río Vilcanota ha labrado un valle profundo con terrazas aluviales activas. En las laderas, se desarrollan vertientes coluvio-deluviales (V-cd) y aluvio-torrenciales (P-at), asociadas a la acumulación de detritos y flujos súbitos. El relieve mayor está dominado por montañas de roca intrusiva (RM-ri) y metamórfica (RM-rm), con laderas estructuralmente controladas. Asimismo, se identifican vertientes con depósitos de deslizamiento (V-dd) y remanentes de valles glaciares (VII-gl) en forma de "U", como en la cabecera del río Aobamba. Estas geoformas reflejan la interacción de procesos tectónicos, fluviales y glaciares que modelan el paisaje abrupto y dinámico de Machupicchu.



ING. JUAN R. RIQUELME CERNA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 4: Mapa Geológico – Represa Machupicchu KM 107

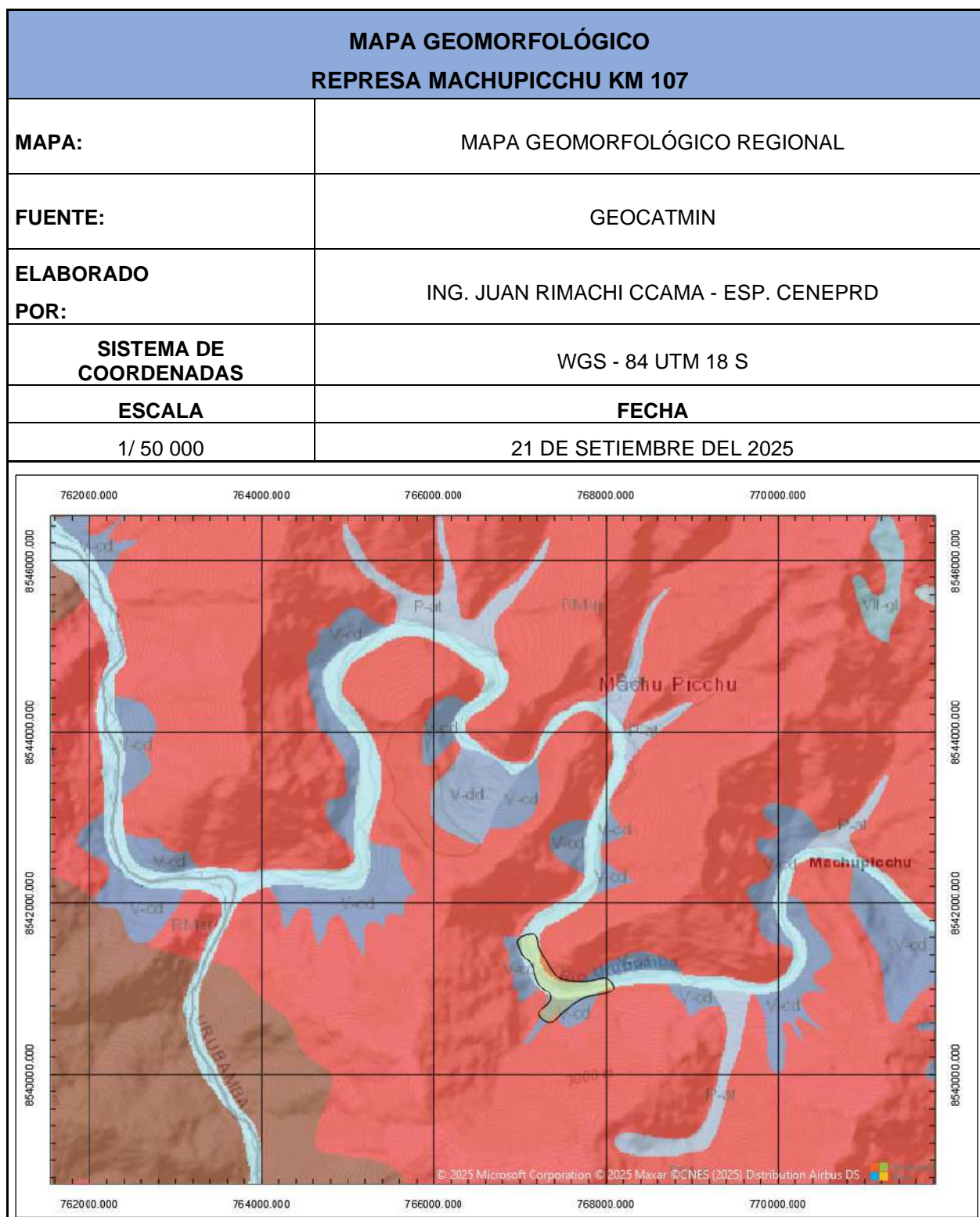


Fuente: Geocatmin


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRD/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 5: Mapa Geomorfológico – Represa Machupicchu KM 107



Fuente: Geocatmin



ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
 INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
 R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 227646

2.4.2 GEOLOGÍA LOCAL.

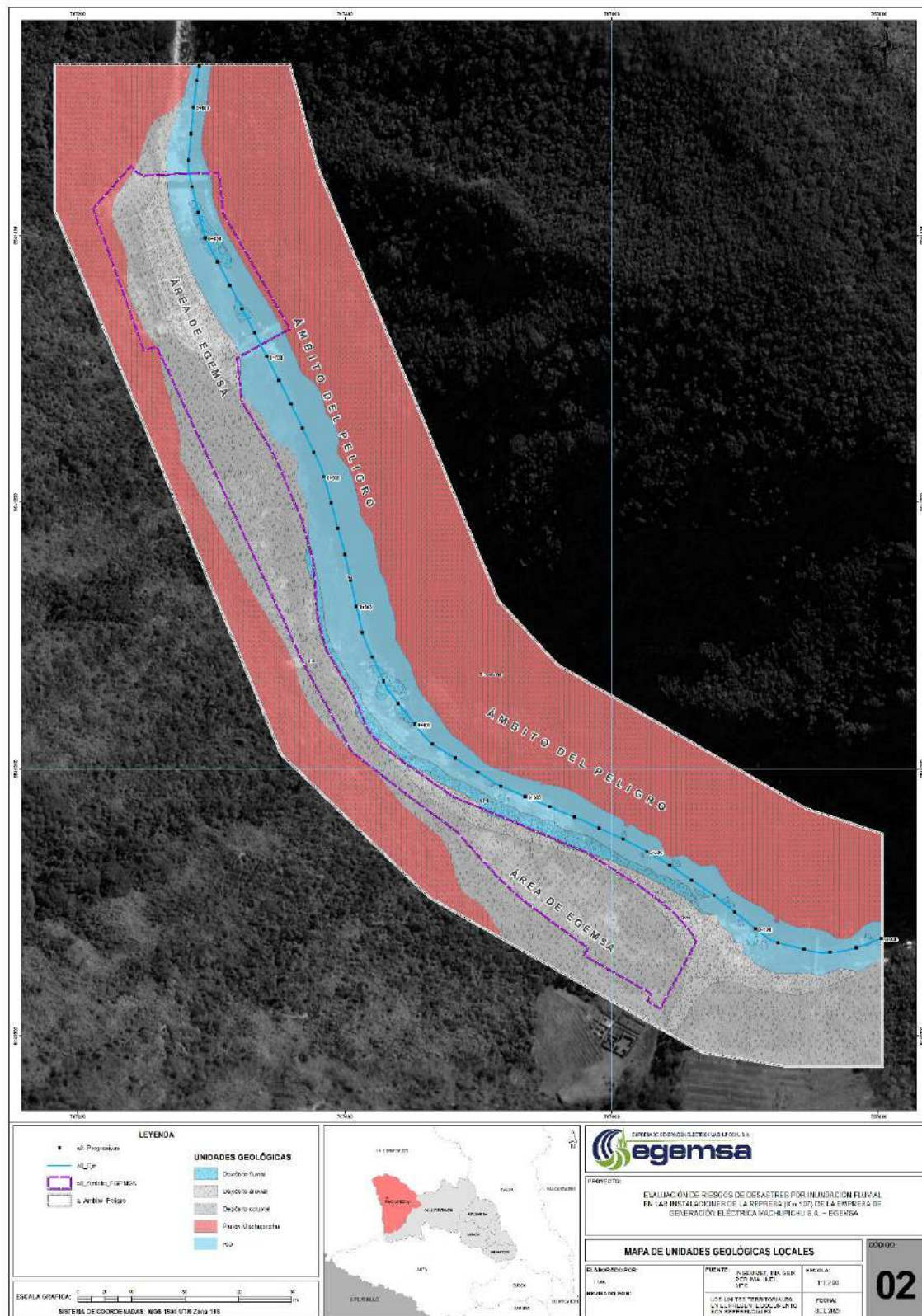
La geología local del área de la represa en el km 107 está dominada por el granito fracturado de la Unidad Machupicchu (PET-mach-gr), el cual controla el relieve y la estabilidad de laderas. Hacia el suroeste, en la cuenca del Aobamba, afloran las rocas metamórficas del Grupo Ollantaytambo y, en cotas más altas, el Complejo Iscaybamba. Los valles y quebradas presentan depósitos cuaternarios recientes, entre los que destacan:

- **Depósitos fluviales (Qh-fl):** El material fluvial proviene del río Vilcanota, compuesto por gravas, cantos rodados, arenas y limos de origen granítico y metamórfico, transportados y depositados durante crecidas estacionales. Se presentan en terrazas bajas y barras de canal, con clastos bien redondeados y moderadamente seleccionados, reflejando la alta energía y el régimen torrencial del río. Su presencia es clave para evaluar procesos de erosión, inundación y estabilidad de márgenes en el entorno de la represa.
- **Depósito aluvial (Qh-al):** Corresponde a sedimentos cuaternarios recientes del río Vilcanota, formados por gravas, arenas y limos moderadamente seleccionados. Estos materiales se acumulan en terrazas bajas y planicies de inundación generadas por crecidas estacionales y migración del cauce. El campamento de la represa se asienta sobre este depósito, por lo que debe considerarse su capacidad portante, susceptibilidad a socavación e inundación.
- **Depósito proluvial (Q-pl):** Se localiza al este del campamento, en la base de la quebrada que desciende desde Wiñay Wayna. Está constituido por abanicos de detritos con bloques angulosos, gravas, arenas y limos, originados por flujos de detritos y avenidas de alta pendiente. Estos sedimentos, de baja compactación y permeabilidad variable, son altamente susceptibles a erosión y reactivación durante lluvias intensas, representando un factor crítico para la estabilidad de taludes y obras cercanas.
- **Depósito aluvial-coluvial (Q-ac):** Se compone de una mezcla de sedimentos fluviales y de ladera acumulados en zonas de contacto entre el cauce y las vertientes. Incluye gravas, arenas y bloques angulosos, producto de la combinación de procesos aluviales y coluviales. Estos depósitos, de baja a media compactación y permeabilidad variable, presentan alta susceptibilidad a erosión, socavación y movimientos en masa.
- **Afloramiento rocoso (Unidad Machupicchu PET-mach-gr):** Se ubica en las partes superiores del campamento, conformando laderas y crestas montañosas. Está constituido por granito gris claro a blanquecino, de textura equigranular, compuesto por cuarzo, feldespato y biotita. Geomorfológicamente forma paredes escarpadas y bloques fracturados, con diaclasas bien desarrolladas que controlan el drenaje y la estabilidad de taludes. Su alta resistencia explica el relieve abrupto de las montañas circundantes.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP. 227648

Mapa 6: Mapa Geológico local – Represa Machupicchu – KM 107



Fuente: Geocatmin


ING. JUAN R. RIMACHILCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227648

2.4.3 GEOMORFOLOGIA LOCAL

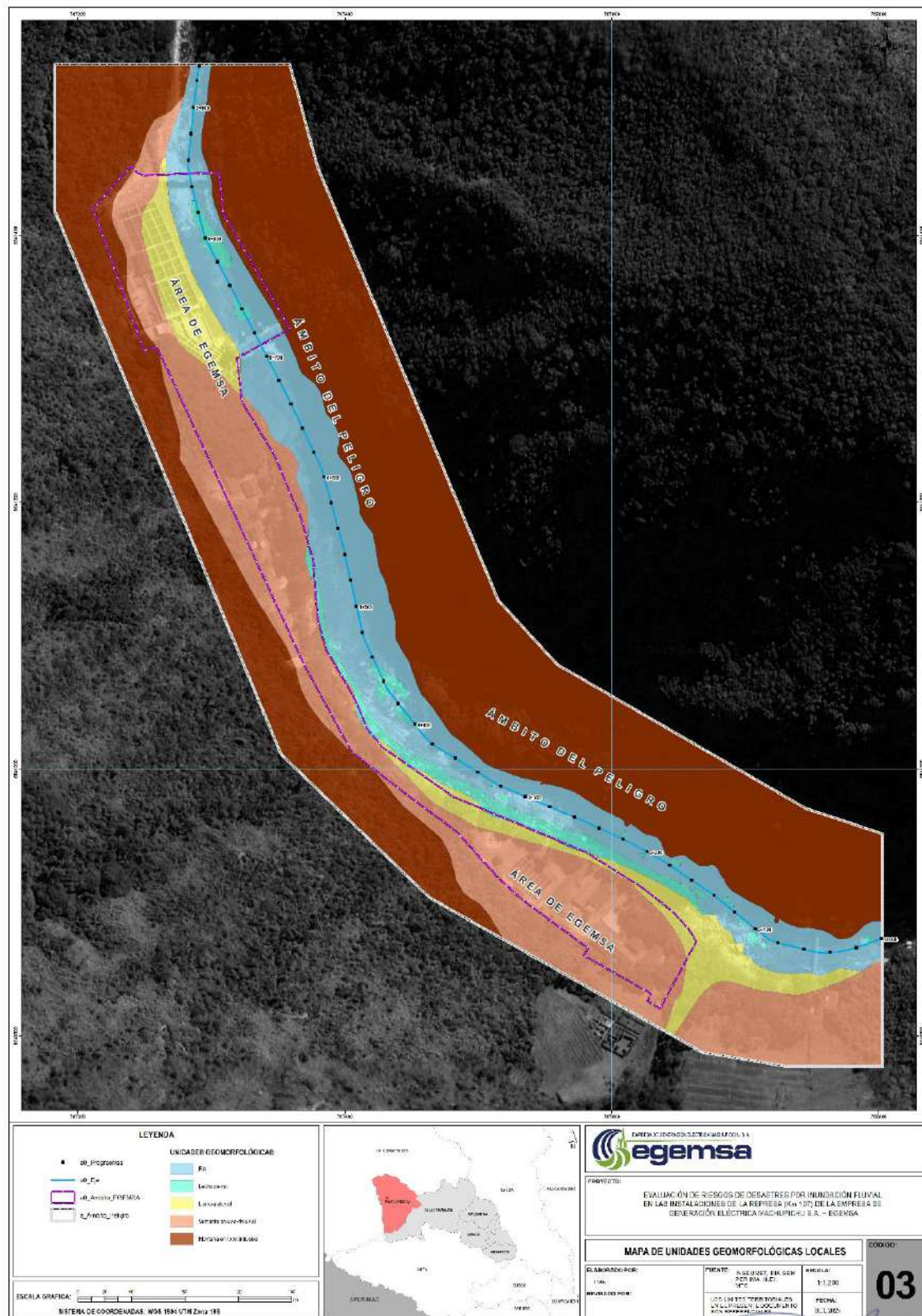
La geomorfología local en la represa del km 107 está dominada por el río Vilcanota y su afluente, que conforman un cauce encañonado con llanura aluvial (Q-al) de terrazas bajas y depósitos recientes de gravas y arenas. En las laderas se desarrollan vertientes coluvio-deluviales (V-cd), constituidas por detritos de ladera y material arrastrado por escorrentías. El relieve abrupto está controlado por montañas en roca intrusiva (RM-ri) de granito masivo, con afloramientos fracturados. Asimismo, se identifica una vertiente aluvio-torrencial (P-at) en la quebrada de Wiñay Wayna, caracterizada por flujos de detritos de alta pendiente. Esta combinación de procesos fluviales, gravitacionales y torrenciales condiciona la estabilidad geotécnica y la dinámica hídrica del entorno.


- **Río afluente:** Corresponde a una quebrada tributaria que desemboca en el río Vilcanota, aportando caudales temporales de escorrentía y deshielo. Presenta un cauce de pendiente pronunciada con depósitos de gravas y bloques angulosos, propios de procesos torrenciales y de transporte de detritos.
- **Llanura aluvial:** Se ubica en la planicie adyacente al cauce del Vilcanota, donde se asienta el campamento. Está compuesta por gravas, arenas y limos fluviales poco consolidados y de alta permeabilidad. Constituye la zona de inundación activa, sujeta a erosión lateral y socavación, factores que deben considerarse en el diseño de las instalaciones.
- **Vertiente coluvio-deluvial:** Se desarrolla en las laderas cercanas al campamento, conformada por bloques angulosos, gravas y finos, producto de remoción en masa y escorrentías. Representa un abanico de pie de monte de pendientes medias a fuertes, donde los procesos gravitacionales y superficiales condicionan la estabilidad de taludes y el drenaje natural.
- **Montaña en roca intrusiva:** Rodea el entorno de la represa conformando laderas y cumbres graníticas. Su relieve escarpado y alta resistencia a la erosión controlan el patrón de drenaje y la estabilidad estructural del valle del río Vilcanota.
- **Vertiente aluvio-torrencial:** Ubicada en la quebrada de Wiñay Wayna, actúa como cuenca activa de transporte de detritos con pendientes pronunciadas y depósitos gruesos generados por flujos torrenciales. Estos procesos aportan sedimentos al río Vilcanota y representan un factor clave para la estabilidad de laderas y obras hidráulicas en el área de la represa.


ING. JUAN CARLOS YUPAYCCANA NEGRÓN
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 7 Geomorfológico Local – Represa Machupicchu KM 107




ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

Fuente: Equipo Técnico.


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646


2.4.4 PENDIENTE.

Las pendientes en el área de la Represa Km107 – EGEMSA presentan una variabilidad significativa. Se identifican zonas con pendientes de 0 %–5 % en terrazas y áreas planas cercanas al cauce, 5 %–12 % en piedemontes y sectores levemente inclinados, 12 %–20 % en vertientes coluvio-deluviales y abanicos aluvio-torrenciales, 20 %–50 % en laderas de montaña formadas por roca intrusiva y metamórfica, y mayores a 50 % en paredes casi verticales y quebradas profundas. La mayor parte del terreno presenta pendientes superiores al 20 %, lo que refleja un relieve abrupto que condiciona la construcción, operación y acceso dentro del campamento y sus alrededores.

Tabla 4: Clasificación de las pendientes

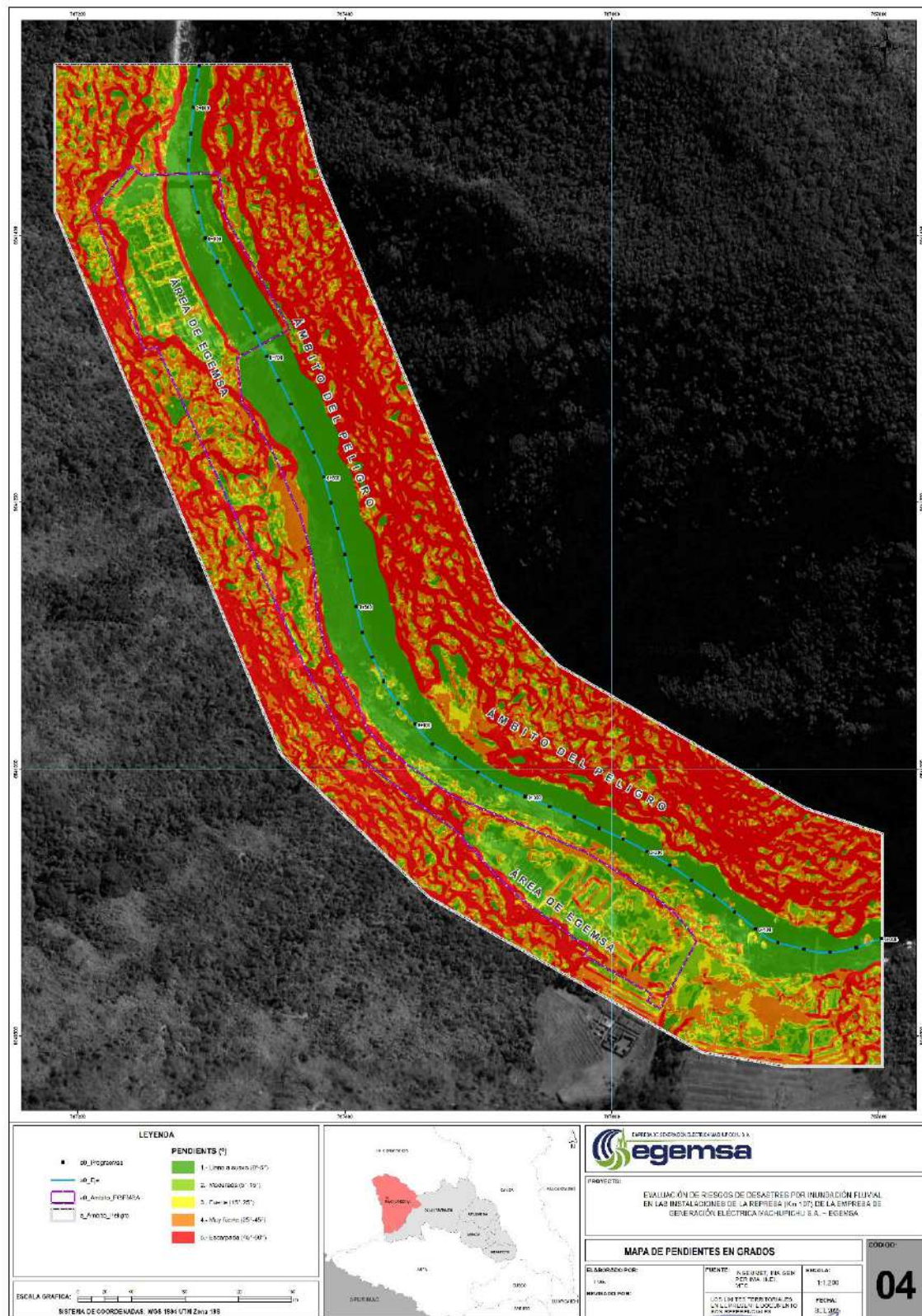
RANG O	PENDIENTE	DESCRIPCIÓN
0°-5°	Llano a suave	Estas pendientes comprenden terrenos casi planos con sectores ondulados o colinas bajas, algunas áreas presentan erosión fluvial e inundaciones fluviales.
5°-15°	Moderada	Estas pendientes comprenden terrenos de unidades de lomadas y colinas, generalmente presentan movimientos en masa.
15°- 25°	Fuerte	Estas pendientes comprenden terrenos de laderas de colinas y montañas.
25°- 45°	Muy fuerte	Estas pendientes comprenden terrenos de laderas de montañas y de quebradas, donde ocurren procesos de erosión en cárcava.
45°- 90°	Escarpada	Estas pendientes comprenden terrenos abruptos de laderas de montañas y en quebradas donde existe erosión en cárcavas.

Fuente: Adaptado del IMGEMMET


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 8: Mapa de pendientes de la zona de estudio



ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRD/1

Fuente: ArcGIS

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupaycagana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

2.5 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

2.5.1 PRECIPITACIÓN


La estación meteorológica Machupicchu, ubicada en el distrito de Machupicchu, provincia de Urubamba, departamento de Cusco, registra un régimen de precipitación con marcada estacionalidad.

Los datos históricos promedio (2020–2025) evidencian que los meses de enero a marzo presentan los máximos valores de precipitación, alcanzando entre 14.21 y 6.65 mm/día, correspondientes a la temporada de lluvias. Entre abril y septiembre, se observa un descenso significativo de la precipitación, con registros mínimos próximos a 0 mm/hora en junio y julio, caracterizando la estación seca. Hacia octubre a diciembre, la precipitación aumenta nuevamente, con valores promedio de 2.03 a 10.27 mm/hora, indicando el inicio de la transición hacia la temporada húmeda. Este comportamiento estacional constituye un factor clave en la disponibilidad hídrica de la Represa Km107 – EGEMSA, impactando directamente en la operación de la central hidroeléctrica y en la planificación de la gestión del recurso hídrico en la zona de influencia.

Tabla 5: Precipitación – Estación Machupicchu

ESTACIÓN: MACHUPICCHU						
DEPARTAMENTO :		CUSCO				
PROVINCIA :		URUBAMBA				
DISTRITO :		MACHUPICCHU				
PROMEDIO PRECIPITACIÓN (mm/día)						
MES/AÑO	2025	2024	2023	2022	2021	2020
ENERO	9.29	10.29	6.56	9.75	10.17	11.30
FEBRERO	11.49	12.23	6.38	12.29	12.54	12.87
MARZO	14.21	12.53	6.65	10.97	9.39	9.18
ABRIL	10.19	5.71	4.34	2.61	8.27	4.85
MAYO	4.29	2.78	3.52	2.20	2.05	2.22
JUNIO	1.43	1.77	0.15	1.22	2.57	1.39
JULIO	0.45	0.32	0.25	1.29	1.13	0.82
AGOSTO	1.87	0.85	1.15	2.74	1.56	1.89
SEPTIEMBRE	2.85	3.17	4.39	1.52	2.65	2.40
OCTUBRE	8.04	3.84	6.80	2.22	3.85	10.27
NOVIEMBRE	4.46	9.61	9.62	2.03	10.80	6.35
DICIEMBRE	6.92	7.86	6.02	6.24	7.33	3.25

Fuente: SENAMHI


ING. JUAN R. RIMAUCHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

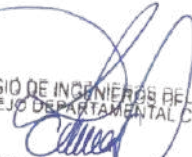
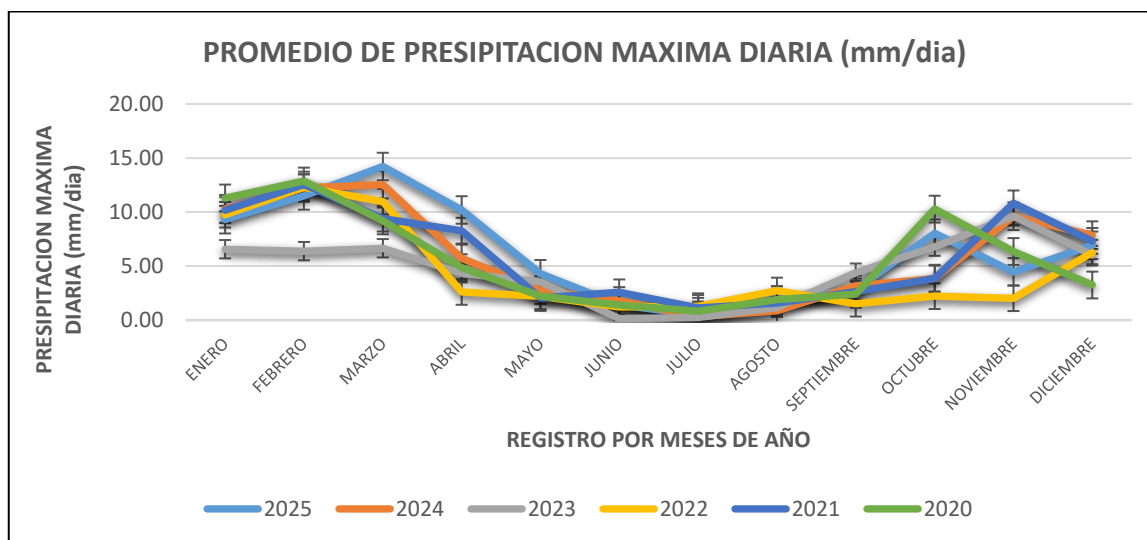

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227648

Gráfico 1: Grafico de promedio de precipitación – Estación Machupicchu



Fuente: propia

2.5.2 TEMPERATURA

Se registra temperaturas promedio anuales que muestran una variación estacional moderada, característica de la región andina. Durante los meses de verano y temporada de lluvias (enero a marzo), las temperaturas promedio oscilan entre 14,6 y 16,5 °C, mientras que en el período seco (junio a agosto) se registran valores mínimos cercanos a 14–15 °C, reflejando noches más frías y días templados. Hacia los meses de septiembre a diciembre, las temperaturas aumentan ligeramente, con máximos promedio que alcanzan hasta 17 °C, evidenciando la transición hacia la temporada húmeda. Este comportamiento térmico estacional influye directamente en la evapotranspiración, la dinámica hídrica del área y en las condiciones operativas del campamento y la central hidroeléctrica de la Represa Km107 – EGEMSA.

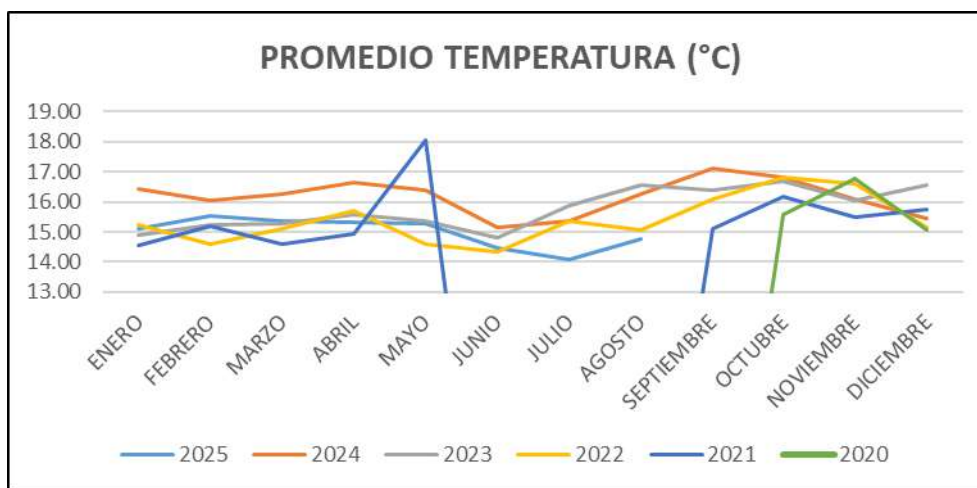
Tabla 6: Temperatura – Estación Machupicchu

ESTACIÓN: MACHUPICCHU						
DEPARTAMENTO :		CUSCO				
PROVINCIA :		URUBAMBA				
DISTRITO :		MACHUPICCHU				
PROMEDIO TEMPERATURA (°C)						
MES/AÑO	2025	2024	2023	2022	2021	2020
ENERO	15.1051	16.4097	14.8900	15.2462	14.5627	S/D
FEBRERO	15.5286	16.0380	15.2480	14.5957	15.2033	S/D
MARZO	15.3743	16.2605	15.2735	15.0859	14.6077	S/D
ABRIL	15.3324	16.6282	15.5704	15.7205	14.9509	S/D
MAYO	15.2760	16.4030	15.3444	14.5858	18.0691	S/D
JUNIO	14.4587	15.1619	14.8186	14.3371	S/D	S/D

JULIO	14.0676	15.3762	15.8593	15.3517	S/D	S/D
AGOSTO	14.7537	16.2788	16.5365	15.0466	S/D	S/D
SEPTIEMBRE		17.0986	16.3766	16.1039	15.1010	S/D
OCTUBRE		16.8253	16.6982	16.7984	16.1607	15.5755
NOVIEMBRE		16.0783	16.0337	16.5781	15.5031	16.7571
DICIEMBRE		15.4455	16.5581	15.1619	15.7450	15.0594

Fuente: SENAMHI

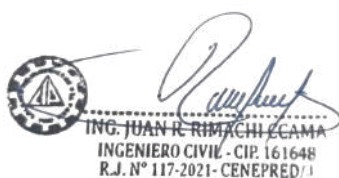
Gráfico 2: Grafico de promedio de Humedad – Estación Machupicchu



Fuente: propia

2.5.3 HUMEDAD

Los valores de humedad relativa promedio que reflejan la marcada estacionalidad climática de la región andina. Durante los meses de verano y temporada de lluvias (enero a marzo), la humedad relativa se mantiene elevada, con valores entre 88 % y 93 %, indicando condiciones muy húmedas. En la temporada seca (junio a agosto), la humedad disminuye significativamente, registrándose mínimos de aproximadamente 73 % a 84 %, especialmente en julio, reflejando un clima más seco. Hacia octubre a diciembre, la humedad vuelve a incrementarse, alcanzando nuevamente valores superiores al 90 %, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias. Este patrón de humedad tiene influencia directa sobre la evaporación, la disponibilidad hídrica en la Represa Km107 – EGEMSA y las condiciones ambientales del campamento y sus áreas circundantes.


ING. JUAN R. RIMACHI
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

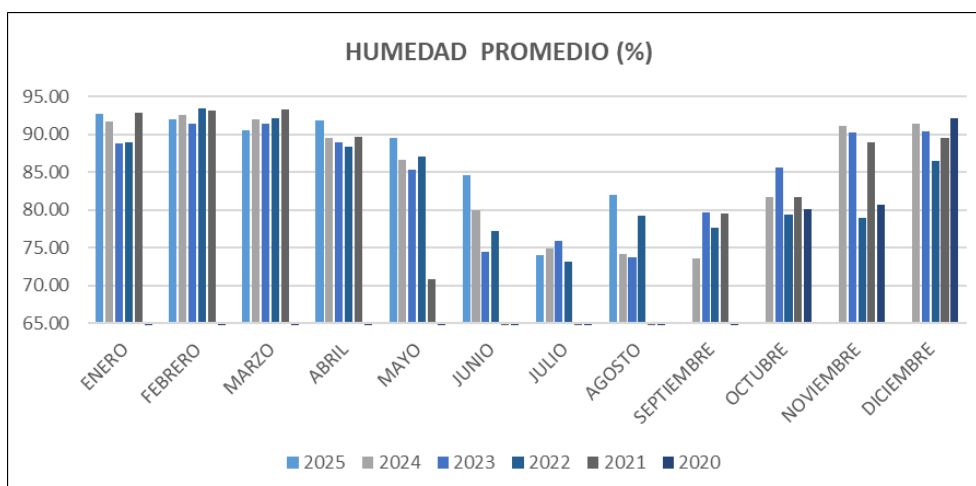

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 7: Humedad – Estación Machupicchu


ESTACIÓN: MACHUPICCHU						
DEPARTAMENTO :		CUSCO				
PROVINCIA :		URUBAMBA				
DISTRITO :		MACHUPICCHU				
PROMEDIO HUMEDAD (%)						
MES/AÑO	2025	2024	2023	2022	2021	2020
ENERO	92.7107	91.7031	88.7767	88.9161	92.8541	S/D
FEBRERO	92.0264	92.5549	91.4353	93.4969	93.1227	S/D
MARZO	90.6132	92.0450	91.4390	92.0799	93.3708	S/D
ABRIL	91.7834	89.5628	88.8925	88.3107	89.7265	S/D
MAYO	89.5416	86.7028	85.3324	87.0272	70.8722	S/D
JUNIO	84.5714	79.9719	74.4528	77.2408	S/D	S/D
JULIO	74.0422	74.8542	75.9716	73.1040	S/D	S/D
AGOSTO	82.0679	74.1298	73.7869	79.3042	S/D	S/D
SEPTIEMBRE		73.6456	79.6917	77.7282	79.5941	S/D
OCTUBRE		81.7561	85.6353	79.3764	81.7745	80.0568
NOVIEMBRE		91.1938	90.1942	78.9413	88.9080	80.6984
DICIEMBRE		91.4146	90.4614	86.4392	89.5110	92.1954

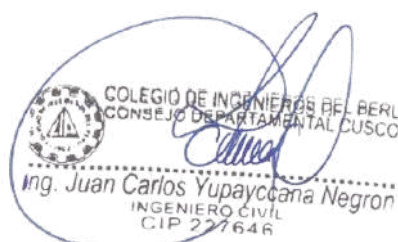
Fuente: SENAMHI

Gráfico 3: Grafico de promedio de Humedad – Estación Machupicchu



Fuente: propia.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

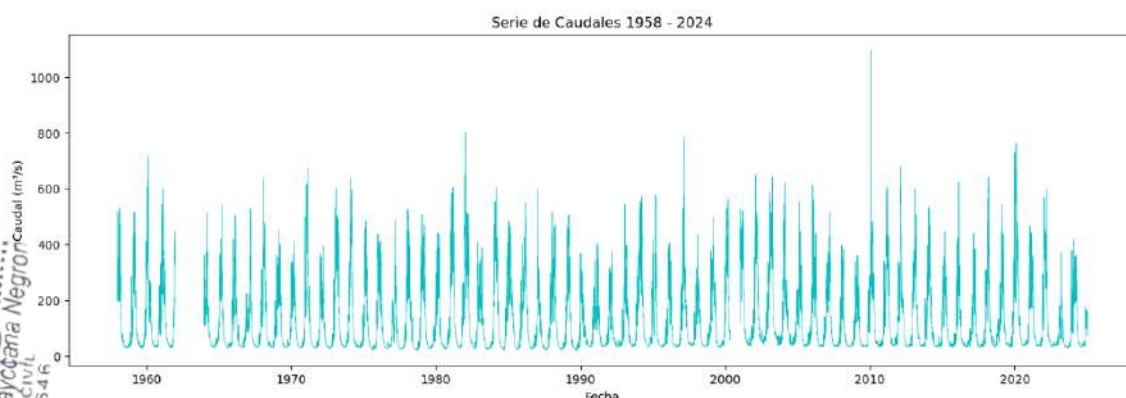

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

2.6 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

2.6.1 REGISTRO DE CAUDALES DIARIOS DE LA EST. HIDROMÉTRICA Km 105

Se utilizó como información base la serie de datos registrada en la estación hidrométrica Km 105, por su calidad, continuidad y proximidad a la zona de estudio. Esta estación cuenta con registros desde 1958; sin embargo, debido a la existencia de periodos con datos faltantes, se consideró para el presente análisis el intervalo comprendido entre 1964 y 2024, a fin de garantizar la consistencia temporal y representatividad hidrológica de la serie.

Gráfico 4: Registro de caudales diarios de la estación hidrométrica km 105 (1958- 2024)



Fuente: propia.

Los caudales históricos promedio mensuales del río Vilcanota en la estación Km 105 muestran una marcada variabilidad estacional e interanual. Los mayores valores se presentan entre los meses de enero y marzo, coincidentes con la temporada de lluvias, alcanzando un máximo de 465,80 m³/s en febrero de 2020. Posteriormente, entre abril y junio, los caudales descienden progresivamente, con promedios de 50 a 180 m³/s. Durante la época seca (julio a setiembre), los valores mínimos se sitúan entre 30 y 40 m³/s, reflejando el bajo aporte de escorrentía superficial. A partir de octubre, se observa un incremento gradual, con picos esporádicos en noviembre y diciembre, asociados a las primeras lluvias pre estacionales.

En conjunto, la información hidrométrica evidencia una fuerte estacionalidad del régimen fluvial, condicionada por la variabilidad pluviométrica local, aspecto fundamental para la operación hidráulica de la Represa Km 107 – EGEMSA y la planificación del manejo del recurso hídrico en el valle del río Vilcanota.

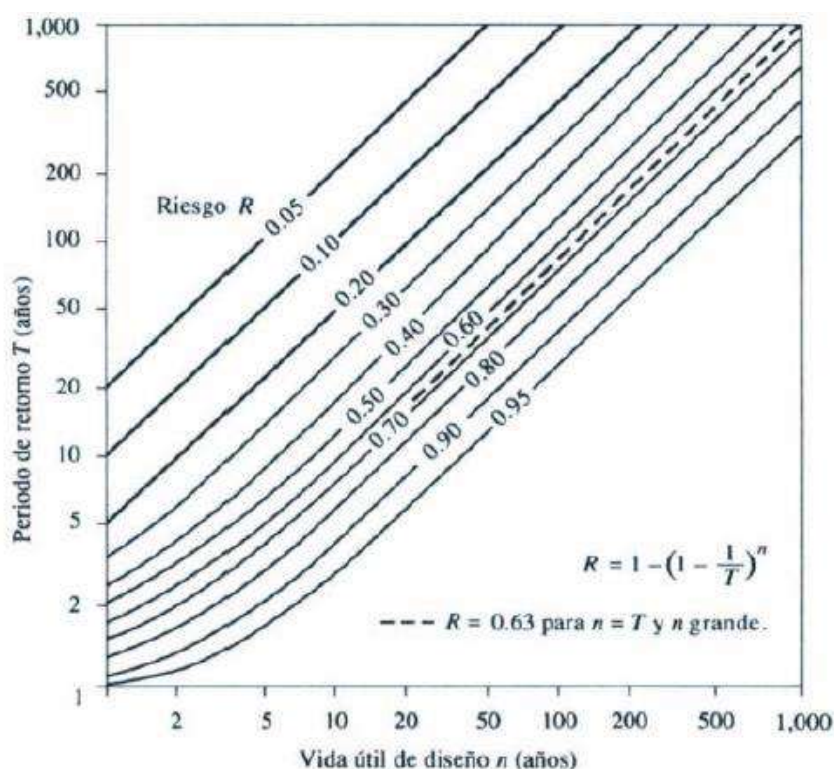
2.6.2 DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE RETORNO

Actualmente, en el Perú no existe un reglamento que establezca un método oficial para la determinación del período de retorno en el diseño de obras hidráulicas. Por ello, cada especialista define el procedimiento más adecuado en función de su experiencia y de la información hidrológica disponible.


En el presente informe se optó un enfoque estadístico, siguiendo las recomendaciones del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2008) y la bibliografía de Ven Te Chow (Hidrología Aplicada). El análisis considera dos variables fundamentales: el nivel de riesgo permisible (R) y la vida útil de la obra (n). La relación entre ambas permite estimar el período de retorno (T) mediante la siguiente expresión:

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

Gráfico 5: Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil



Fuente: Hidrología Aplicada Ven te Chow.


ING. JUAN R. RIMBACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

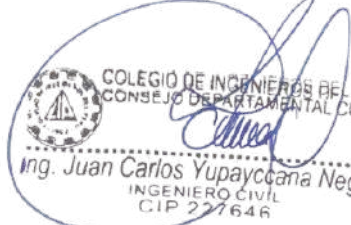

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 8: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - Vida Útil considerado (n)


- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
 - Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
 - Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
 - Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.
- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, 2008.

De acuerdo con las recomendaciones del MTC para obras de defensa ribereña, se adopta un riesgo admisible del 25 % y una vida útil de 40 años, obteniéndose un período de retorno de 100 años. Este valor se emplea para determinar las máximas avenidas de diseño.

Por su parte, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en concordancia con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Título XI, Artículo 263) y la Resolución Ministerial N.º 0115-2020-MINAGRI, es la entidad competente para definir los criterios generales y los caudales de diseño que deben emplearse en el dimensionamiento de obras de control de avenidas e inundaciones.

Finalmente, se concluye que el caudal máximo histórico registrado en el año 2010 supera el valor correspondiente a un evento con un período de retorno de 100 años.


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

2.6.3 DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDAS

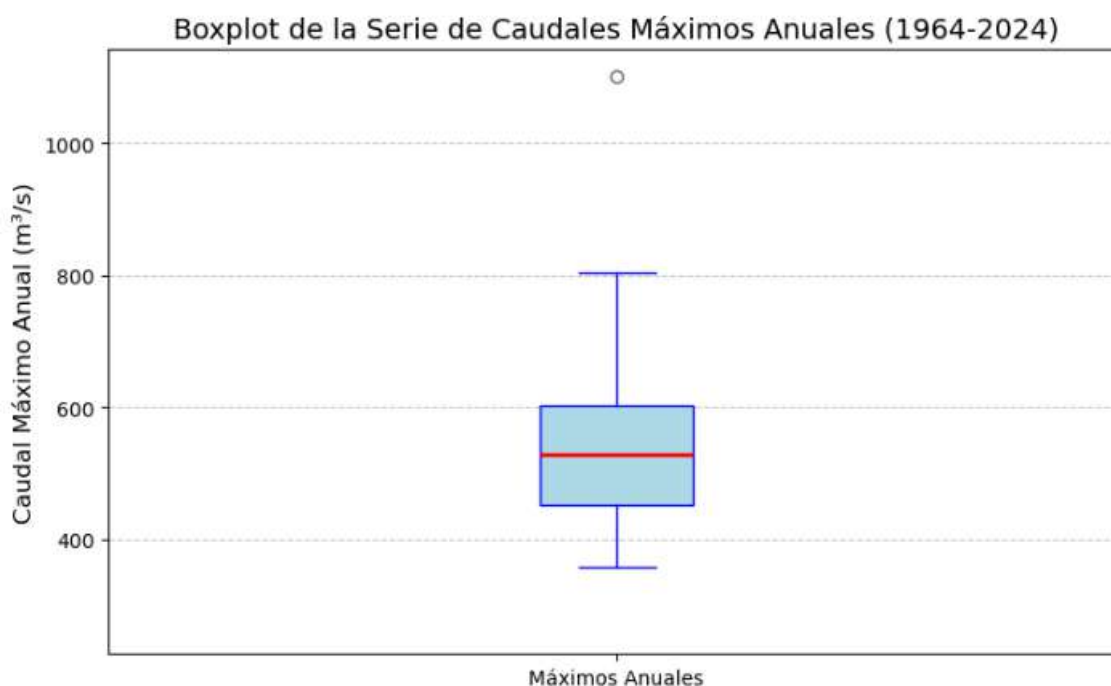
Se tomó como base la información de la estación hidrométrica Km 105 que comprende data desde 1958 hasta el 2024. En el siguiente gráfico se muestra la serie temporal de caudales diarios de la estación hidrométrica empleada en el presente estudio.

a. Análisis exploratorio


Se realizó el análisis exploratorio mediante los gráficos:

- Boxplot permite identificar visualmente valores atípicos de caudales extremos (picos anuales fuera del rango intercuartílico).
- Q-Q Plot es útil para verificar si los caudales máximos siguen una distribución normal o si existe asimetría (por ejemplo, colas pesadas hacia caudales muy altos), lo cual orienta la selección de distribuciones más adecuadas (Gumbel, Log-Pearson III, GEV, etc.) para análisis de frecuencia de crecidas.

Gráfico 6: Boxplot



Fuente: propia.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

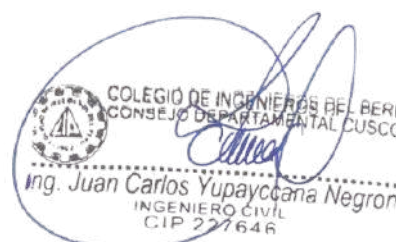
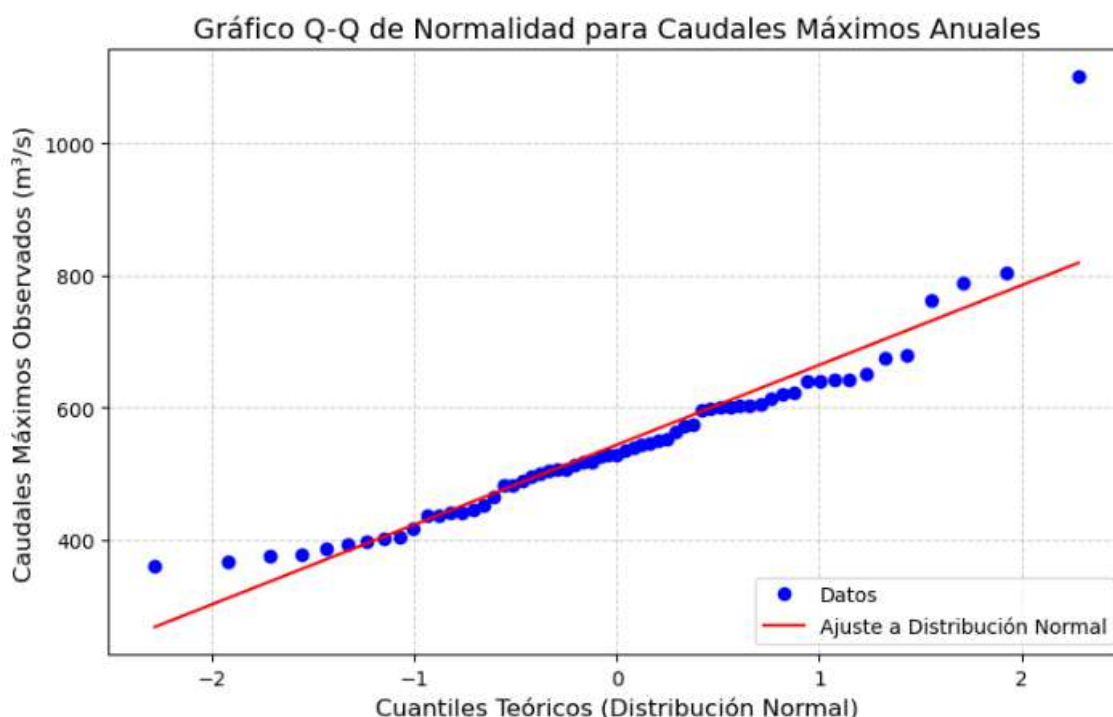

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Gráfico 7: Q-Q Plot



Fuente: propia.

Se detectó un valor extremo de 1100 m³/s en el año 2010 en la estación km 105, correspondiente a un evento extremo ocurrido en la región Cusco, por lo que se consideró un valor justificado.

a. Caudales instantáneos

Se corrigió la serie de caudales máximos medios diarios a caudales instantáneos, aplicando el Método de Fuller, el Método de Tucci (1991) y el factor propuesto en el Manual de Hidrología y Drenaje (MTC, 2015).

Según Fuller (ANA, 2009), el caudal instantáneo se obtiene mediante:

$$Q_{inst} = Q_{max} \left(1 + \frac{2.66}{A^{0.33}} \right)$$


Donde:


Q_{inst} = caudal máximo instantáneo (m³/s)

Q_{max} = caudal máximo medio diario (m³/s)

A = área de la cuenca de interés (km²)

De acuerdo con Tucci (1991), también se pueden aplicar las siguientes relaciones empíricas:


ING. JUAN R. RIMAQUI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

- Para cuencas menores de 3500 km²:

$$Q_{ma'x} = Q_{md}(1 + 2.66A^{-0.30})$$

- Para cuencas mayores de 3500 km²:

$$Q_{ma'x} = Q_{md}(1 + 1.2A^{-0.36})$$

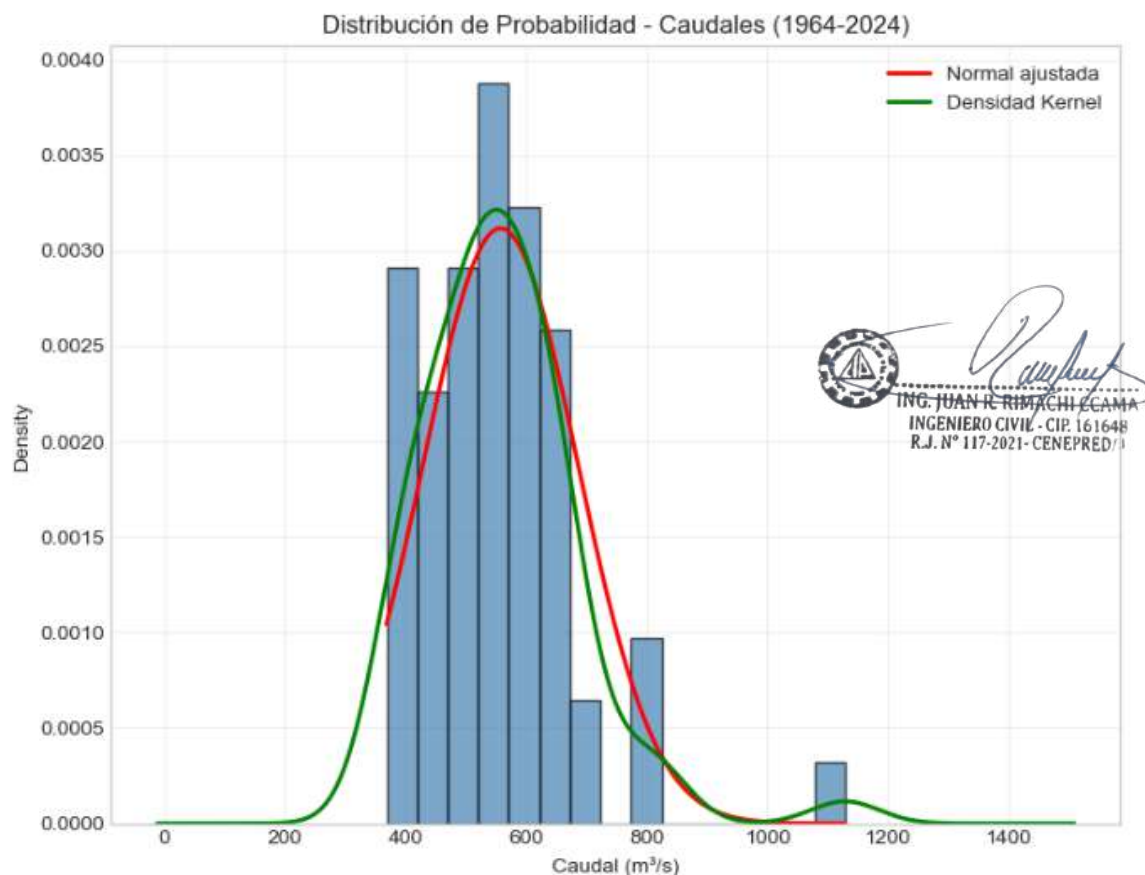
Los factores de conversión recomendados son:

- Superficie mayor a 3000 km²: **1.2**
- Superficie entre 1000 y 3000 km²: **1.3**

En base a la formulas antes descritas, se determino los caudales instantáneos para la estación Km 105 para el periodo de 1964 a 2024, los resultados se encuentran en los anexos

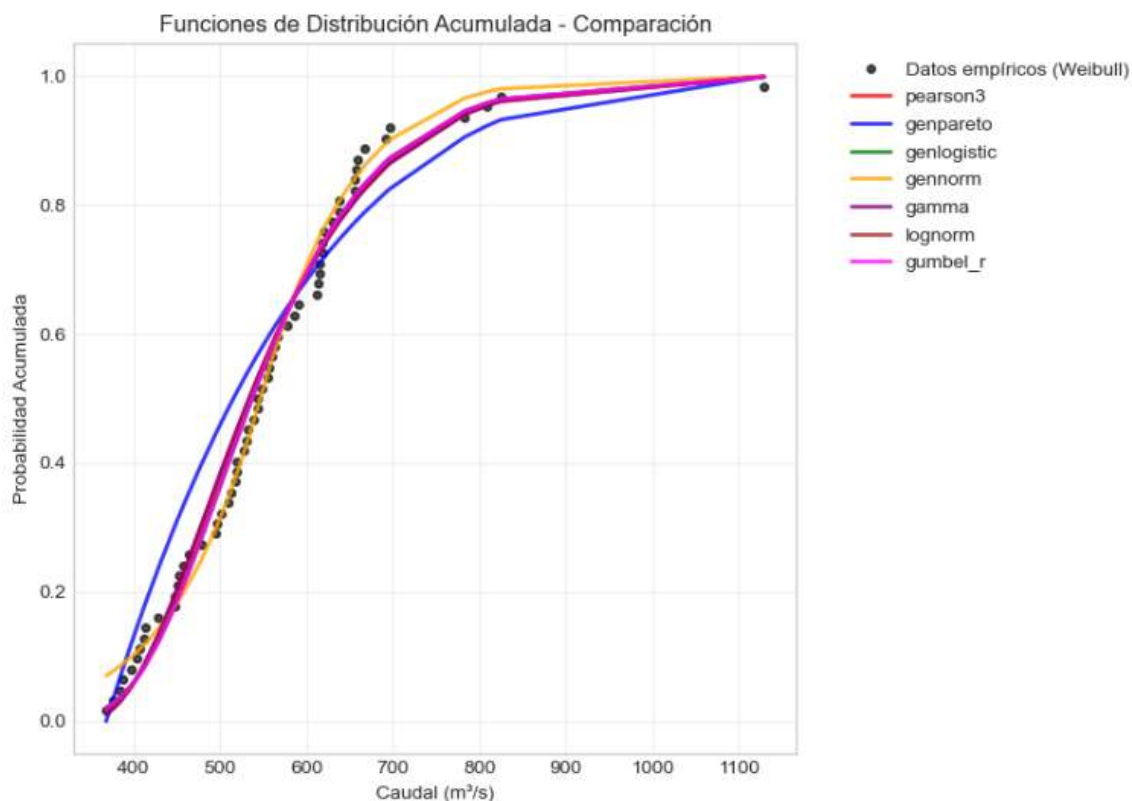
b. Distribución de probabilidad

Gráfico 8: distribución de probabilidad (1964 – 2024)




Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9: Funciones de distribución acumulada

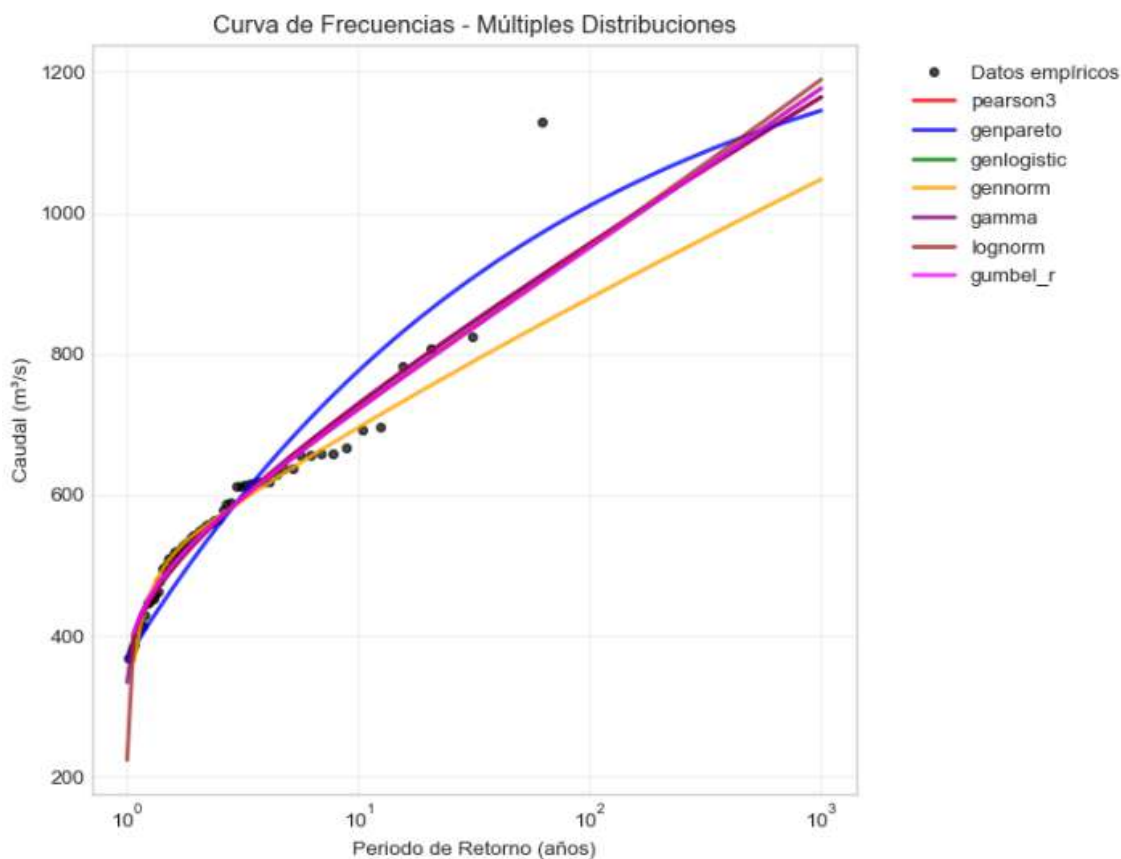


Fuente: Elaboración propia.


ING. JUAN R. RIMAICHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Gráfico 10: Curvas de Frecuencias



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las Guías de Estudios Hidrológicos de la ANA y normativa peruana, Para estudios de máximas avenidas se recomienda el uso de distribuciones:

- Log-Pearson Tipo III
- Gumbel
- Log-Normal 3 parámetros

Tabla 9 Caudales de diseños

Periodo de retorno (Tr)	Gumbel (m3/s)	Log-PEARSON Tipo III (m3/s)
Tr = 2	537.2	536.2
Tr = 5	648.1	647.7
Tr = 10	721.5	721.5
Tr = 25	814.2	815.3
Tr = 50	883.0	885.8
Tr = 100	951.3	957.1
Tr = 200	1019.4	1029.6

c. Análisis de valores extremos y sensibilidad


Tabla 10 Eventos extremos altos (> P90 = 667.46 m³/s):


Año	Caudal (m³/s)
2010	1129.1
1982	824.8
1997	808.3
2020	783.1
2012	696.8
1971	691.8

Fuente: propia.

El análisis hidrológico de la serie 1964–2024 de la estación hidrométrica Km 105 permitió caracterizar los caudales máximos anuales e identificar el evento extraordinario de 2010 (1 129.12 m³/s), el mayor registrado históricamente y cuya incorporación resultó determinante en los análisis de frecuencia. Se evaluaron las metodologías de la ANA y el MTC utilizando distribuciones Log-Pearson III, Gumbel, GEV, Normal Logarítmica y POT–GPD, verificando el ajuste mediante pruebas K-S, inspección gráfica y análisis cuantílico.

Se determinó que GEV y Log-Pearson III presentan alta sensibilidad al evento extremo, generando incrementos de 20–35 % en los caudales de diseño para $T \geq 100$ años al comparar la serie completa con la serie depurada. Dado que el evento 2010 es hidrológicamente válido y representa el potencial real de crecidas extraordinarias, se adoptó el caudal de diseño para $T = 100$ años obtenido con la serie completa, en concordancia con la ANA para escenarios con infraestructura y población expuesta. Las defensas ribereñas deben ser dimensionadas con estos valores, asegurando la capacidad hidráulica suficiente y niveles de protección coherentes con la normativa. Para el diseño en el Km 107, el caudal del Km 105 fue extrapolado considerando que el tramo intermedio corresponde a un cauce confinado, sin tributarios activos ni ampliación significativa del área de drenaje; por lo tanto, el caudal máximo anual no presenta variación apreciable. En consecuencia, se adopta el mismo caudal de diseño para $T = 100$ años, garantizando consistencia hidrológica y adecuada seguridad hidráulica en todo el sector evaluado.


ING. JUAN R. RIMAQUI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

2.7 SIMULACIÓN HIDRÁULICA – Modelo HEC-RAS

A continuación, se describe el procedimiento para la simulación hidráulica

1) Preparación de datos

- Topografía / batimetría: DEM.
- Secciones y geometría: definición del dominio 2D. Incluir corte transversal detallado del cauce.
- Cobertura y rugosidad: mapeo de coberturas asignando valores de Manning n
- Obras hidráulicas: ubicar y caracterizar puentes, vertederos, diques, muros, pasos, alcantarillas (geometría, pérdidas locales).
- Series hidrológicas: hidrogramas de caudal en entrada

2) Construcción del modelo HEC-RAS 2D


- Dominio y malla 2D: discretizar dominio en celdas.
- Importación de DEM y definición de elevaciones por celda.
- Asignación de parámetros: Manning por celda y criterios de transición.
- Condiciones de frontera:
 - Entrada aguas arriba: hidrograma ($Q(t)$) o curva de descarga.
 - Salida aguas abajo: condición de nivel ($H(t)$) o descarga (Q) o condición abierta.
- Condición inicial: profundidad inicial (p. ej. flujo estacionario o campo seco con pequeña profundidad residual).
- Configuración numérica: selecciona paso temporal Δt compatible con CFL; tolerancias de convergencia; método de remoción/interpolación de celda seca

3) Escenarios de análisis

- Escenario base: Hidrograma de diseño para $T = 100$ años (obtenido de análisis de frecuencia) y escenarios adicionales: $T = 10, 25, 50$ años.
- Calibración y validación:
 - Si existen observaciones históricas (niveles, tiempos de llegada, campo de inundación de 2010), calibrar n , pérdidas locales y parámetros de estructuras.
 - Métricas: RMSE de nivel de agua, NSE (Nash-Sutcliffe), error porcentual en máximos, comparación de inundación observada vs simulada

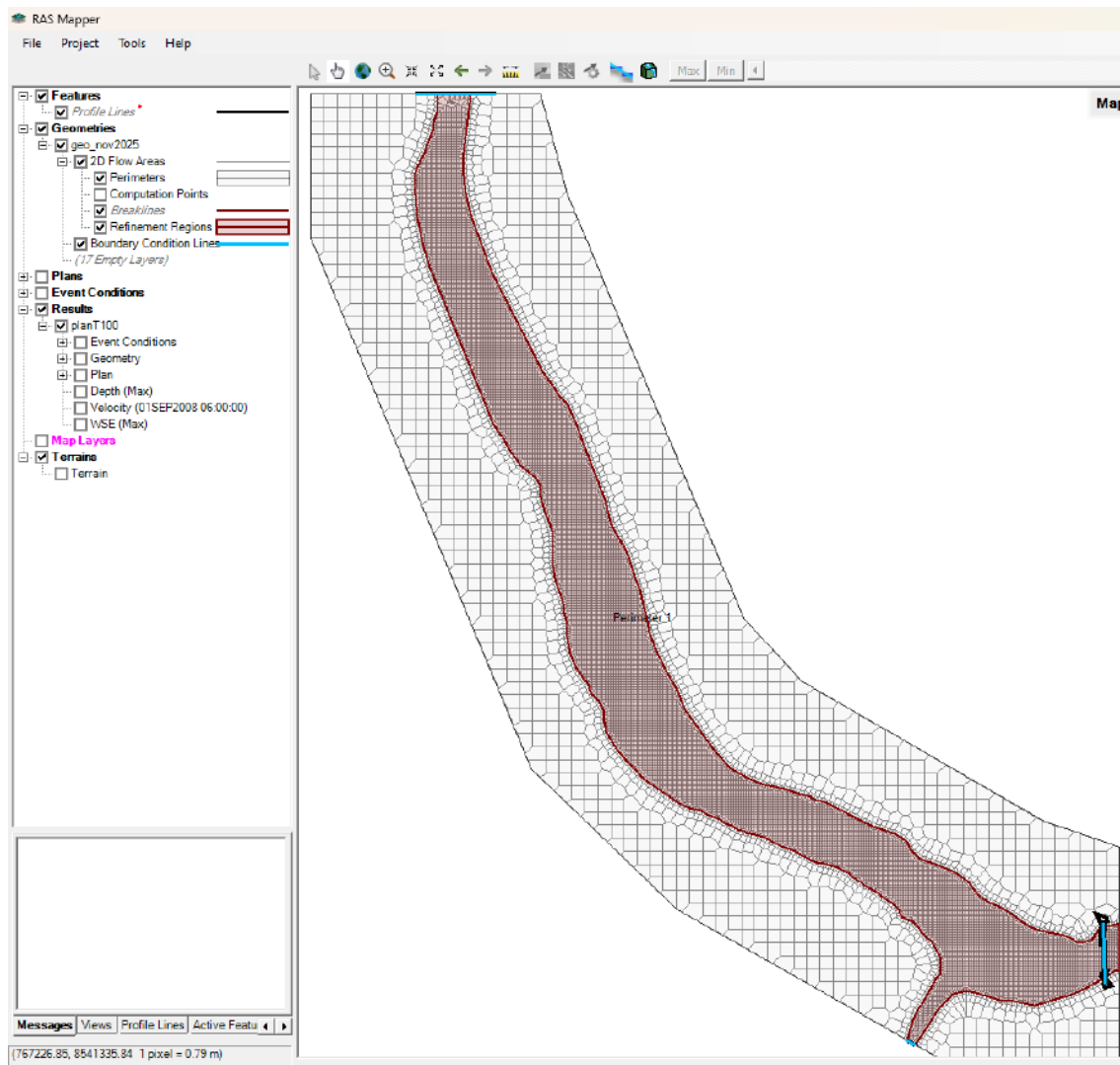
4) Post-procesado y entrega de resultados

- Mapas de inundación: mapas de profundidad máxima, nivel máximo, velocidad máxima, tiempo de inundación y duración.
- Secciones analíticas: hidrogramas en puntos críticos, tirantes en secciones transversales y curvas de capacidad.
- Tablas: comparativos de Q entrada vs Q salida, volúmenes de inundación y áreas afectadas por categoría de exposición.
- Informe técnico: metodología, supuestos, calibración, resultados y recomendaciones de mitigación.



ING. JUAN CARLOS RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Gráfico 11: Dominio y malla 2D: discretizar dominio en celdas

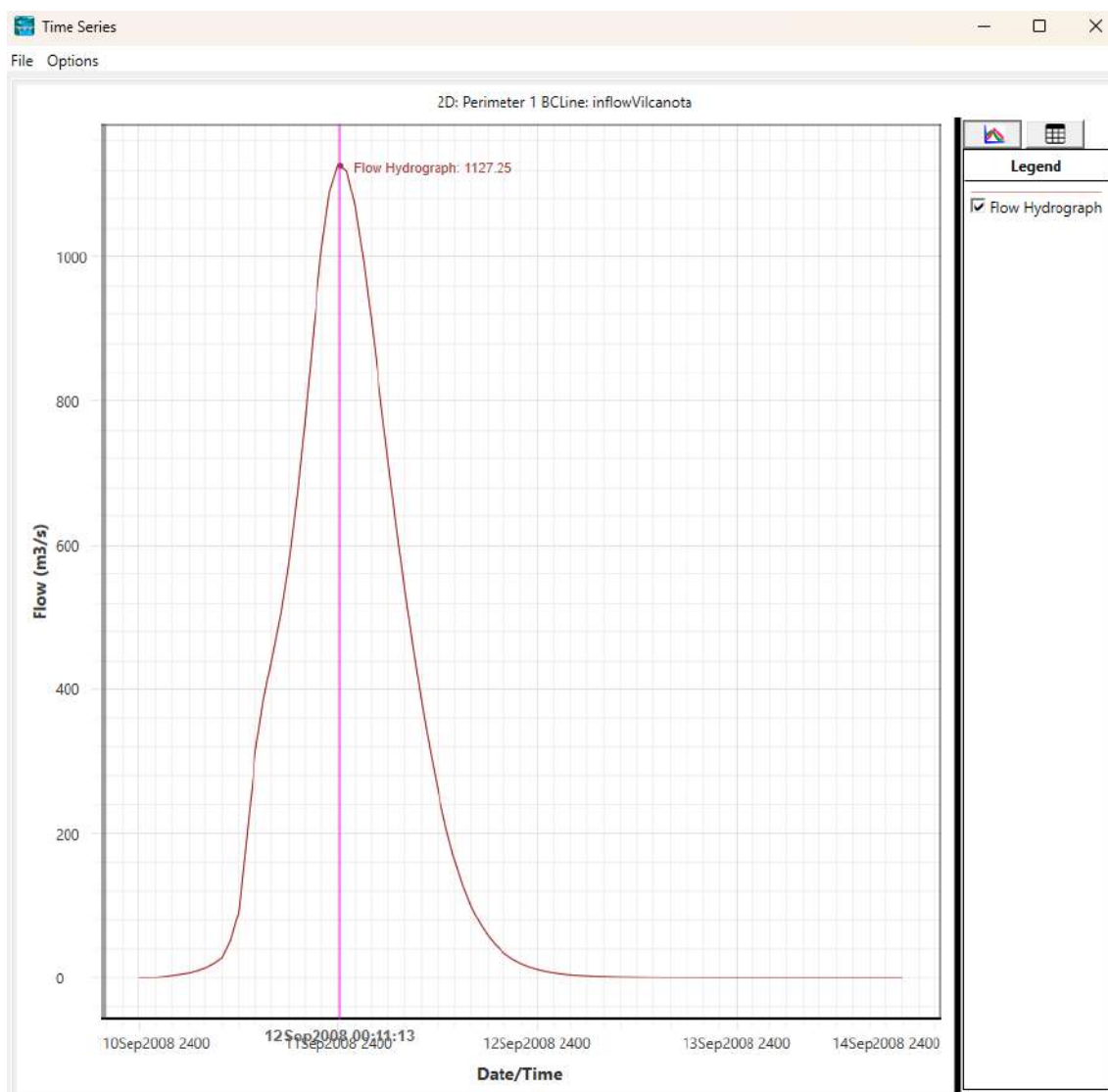


Fuente: Software HEC-RAS 2.



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Gráfico 12: Entrada aguas arriba: hidrograma (Q(t))

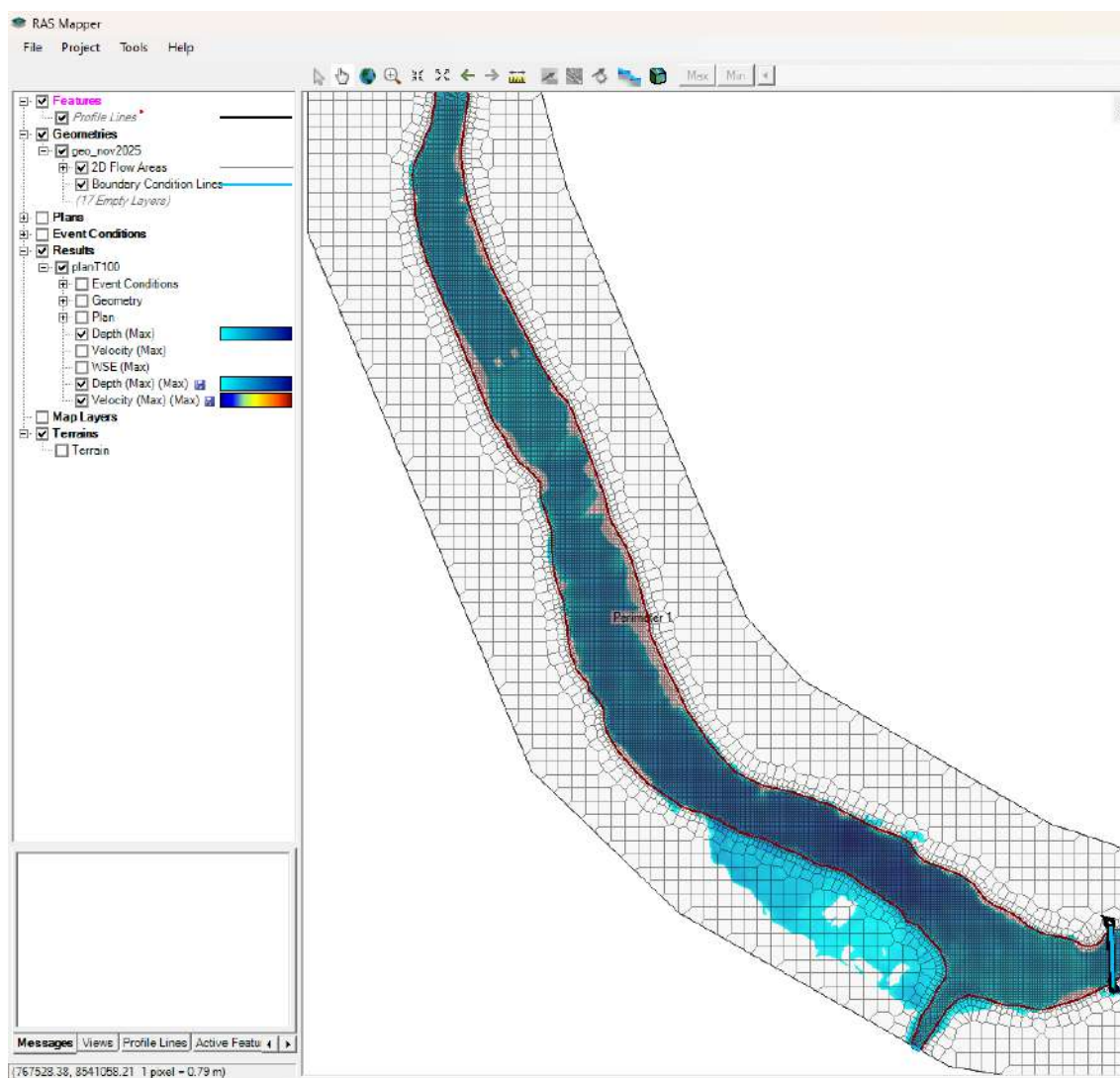


Fuente: Software HEC-RAS 2.



ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Gráfico 13: Resultado de la simulación hidráulica



Fuente: Software HEC-RAS 2.



ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

2.8 ASPECTOS AMBIENTALES

El Santuario Histórico de Machu Picchu se caracteriza por encontrarse en una zona de transición biogeográfica entre la Cordillera Oriental de los Andes y la ceja de selva amazónica, generando un entorno de alta heterogeneidad climática, ecológica y geomorfológica. Su rango altitudinal entre 1900 y 3050 msnm favorece la presencia de pisos ecológicos que incluyen bosque montano húmedo, bosque de neblina y sectores de pastizales altoandinos. El clima es predominantemente húmedo-subtropical, con temperaturas promedio anuales de 12 a 20 °C y registros pluviométricos que pueden superar los 2000 mm anuales, influenciados por la humedad proveniente de la cuenca amazónica. Este régimen hídrico permite el desarrollo de una vegetación diversa donde destacan más de 400 especies de orquídeas, bromelias, helechos arborescentes, bambúes andinos (*Chusquea* sp.), así como bosques relictos de *Polylepis*, *Podocarpus* y *Cedrela*.

En términos de fauna, el área alberga una elevada diversidad debido a la conectividad ecológica entre los pisos altitudinales. Se han registrado más de 580 especies, incluyendo mamíferos como el oso andino (*Tremarctos ornatus*), venado gris, vizcachas, además de una notable avifauna representada por especies emblemáticas como el gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), tucanes y colibríes especializados en polinización de orquídeas. La geomorfología del entorno, dominada por laderas escarpadas, relieves profundamente disectados y la dinámica del río Urubamba, configura microclimas locales que contribuyen a la variabilidad de hábitats. Este mosaico ambiental, junto con la fragilidad ecológica propia de los bosques montanos, sustenta el estatus de Machu Picchu como un área prioritaria para la conservación y el manejo sostenible.


ING. JUAN R. RIMACHI ZÚÑIGA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

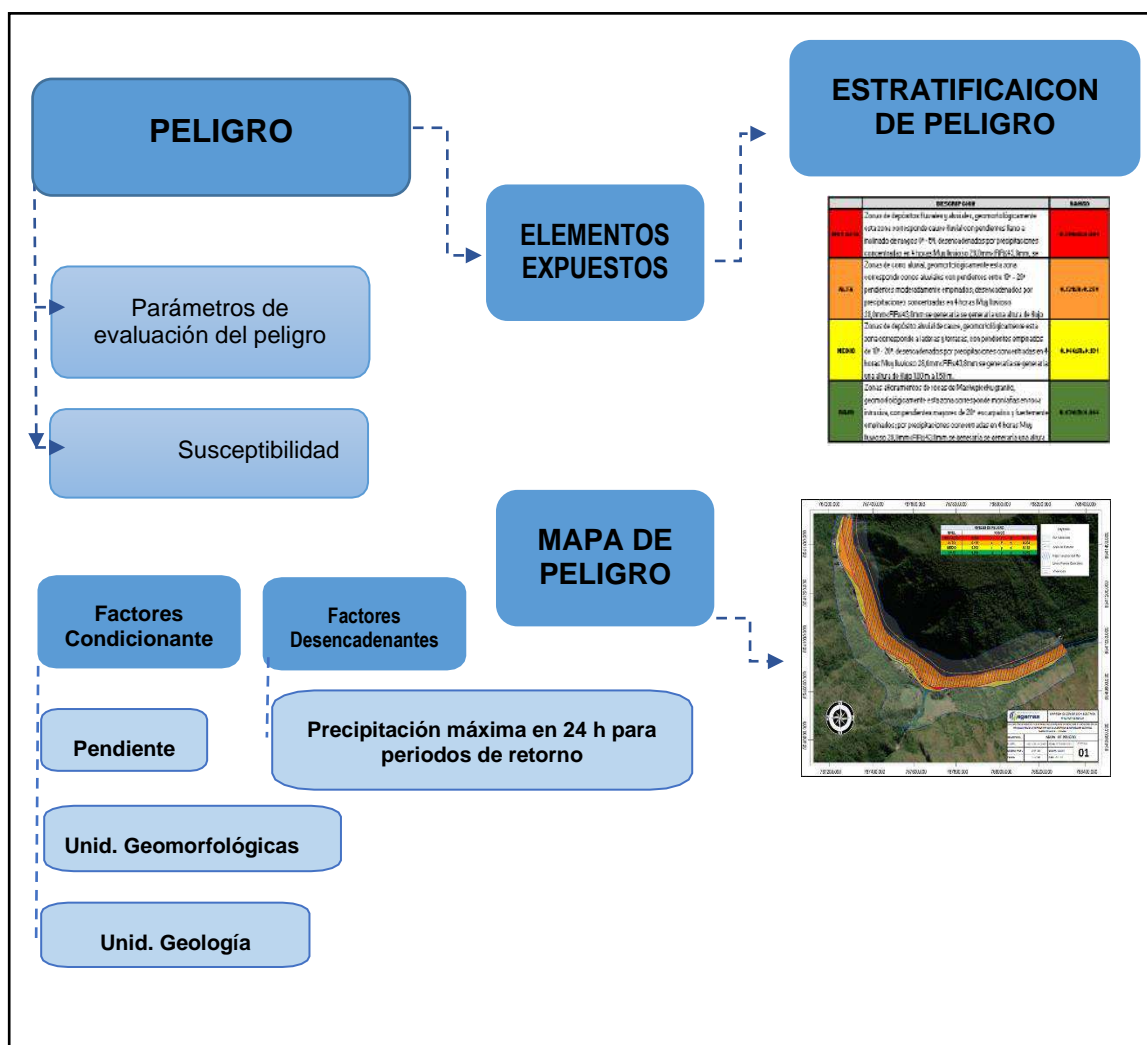
CAPITULO III: DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1 METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1.1 METODOLOGIA

Se utilizó la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR del 2014 en su versión 2, para ello, se consideraron los parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y como factor desencadenante. En el siguiente gráfico se muestra la metodología utilizada para determinar el peligro.

Gráfico 14: Metodología general para determinar la peligrosidad



Fuente: Elaboración propia.

ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227648

3.1.2 RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION

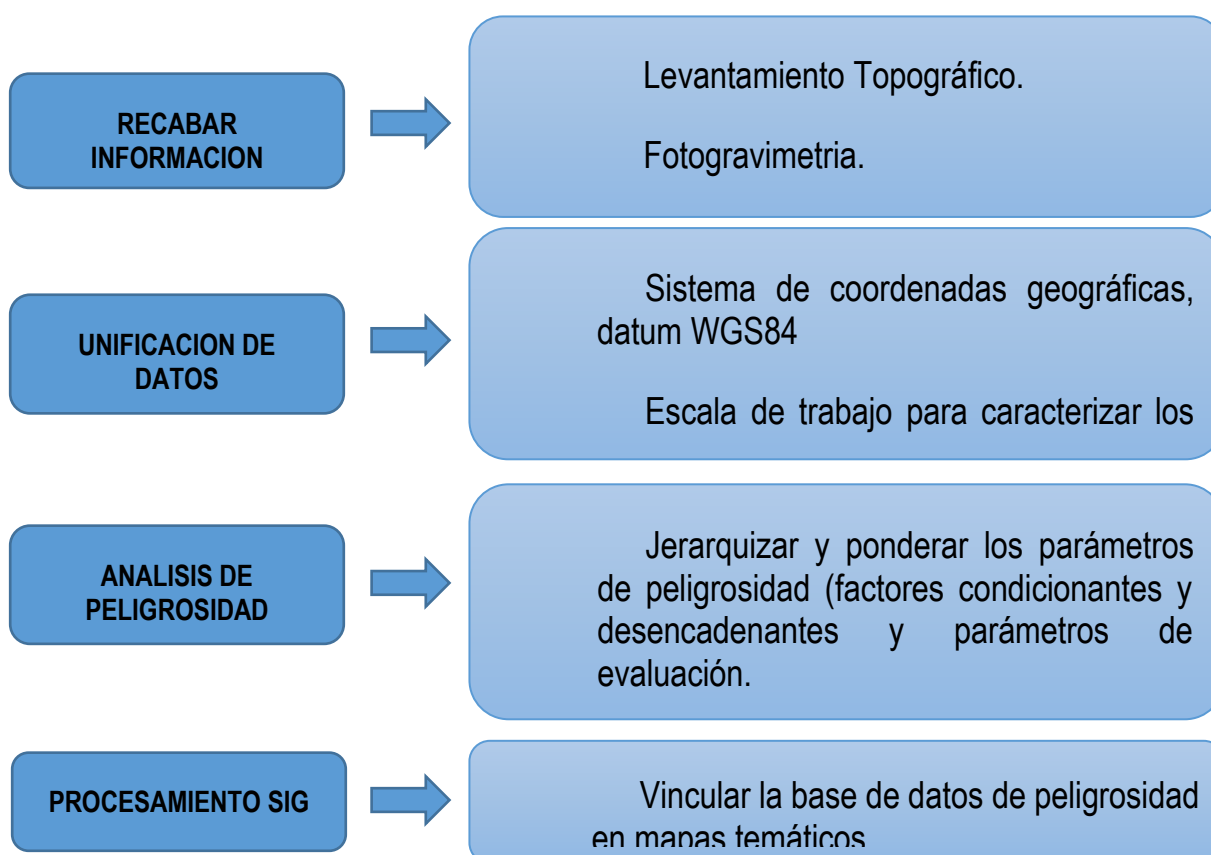
Se efectuó la recopilación y análisis de información secundaria proveniente de fuentes oficiales y entidades técnico-científicas competentes, tales como el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), que dispone de estudios de peligros geológicos, topografía y geología correspondientes al distrito de Machupicchu.

Asimismo, se incorporaron series históricas de precipitaciones máximas anuales y de 24 horas, proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), correspondientes a la estación de Machupicchu, además de los umbrales de precipitación definidos para la estación Urubamba.

Se utilizaron también cartografías oficiales, tales como el Mapa Geológico a escala 1:50,000, correspondiente a los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu (Hojas 26-q y 27-q), publicadas en el Boletín A-127 del INGEMMET, junto con imágenes satelitales de alta resolución disponibles en la plataforma Google Earth.

De igual manera, se consultó la información contenida en el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), administrado por el CENEPRED, con el fin de complementar la base de datos utilizada en el presente estudio.

Gráfico 15: Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: CENEPRED, equipo técnico.


3.2 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR

Para la identificación del tipo de peligro se revisó la información histórica asociada a los fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en la zona, cuyo detalle se presenta en el cuadro precedente. Estos antecedentes fueron corroborados mediante trabajos de campo, aplicación de encuestas y análisis en gabinete, complementados con el estudio hidrológico y los modelamientos hidráulicos del río Vilcanota.

En el área de estudio correspondiente a las instalaciones de la represa ubicada en el km 107 de EGEMSA se identifican como principales peligros aquellos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, específicamente:

- Inundación fluvial: generada por crecidas del río Vilcanota producto de precipitaciones intensas y persistentes, que incrementan el caudal y pueden provocar desbordes en el tramo de influencia directa.
- Erosión fluvial: proceso de socavación y desgaste de márgenes y taludes, ocasionado por la dinámica hidráulica y el transporte de sedimentos, que puede comprometer la estabilidad de obras de protección e infraestructura cercana.

En consecuencia, el peligro predominante en el área corresponde a los fenómenos hidrometeorológicos, destacando la inundación fluvial y la erosión lateral del cauce, siendo la inundación fluvial el fenómeno con mayor potencial de generar daños en los elementos expuestos.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Fotografía N° 1: Vista panorámica donde se observa el campamento ubicado en la margen izquierda del río Vilcanota, con edificaciones próximas al cauce. Se aprecia que esta zona se encuentra en una cota baja respecto al nivel del río, por lo que presenta alta probabilidad de inundación durante eventos de crecida.

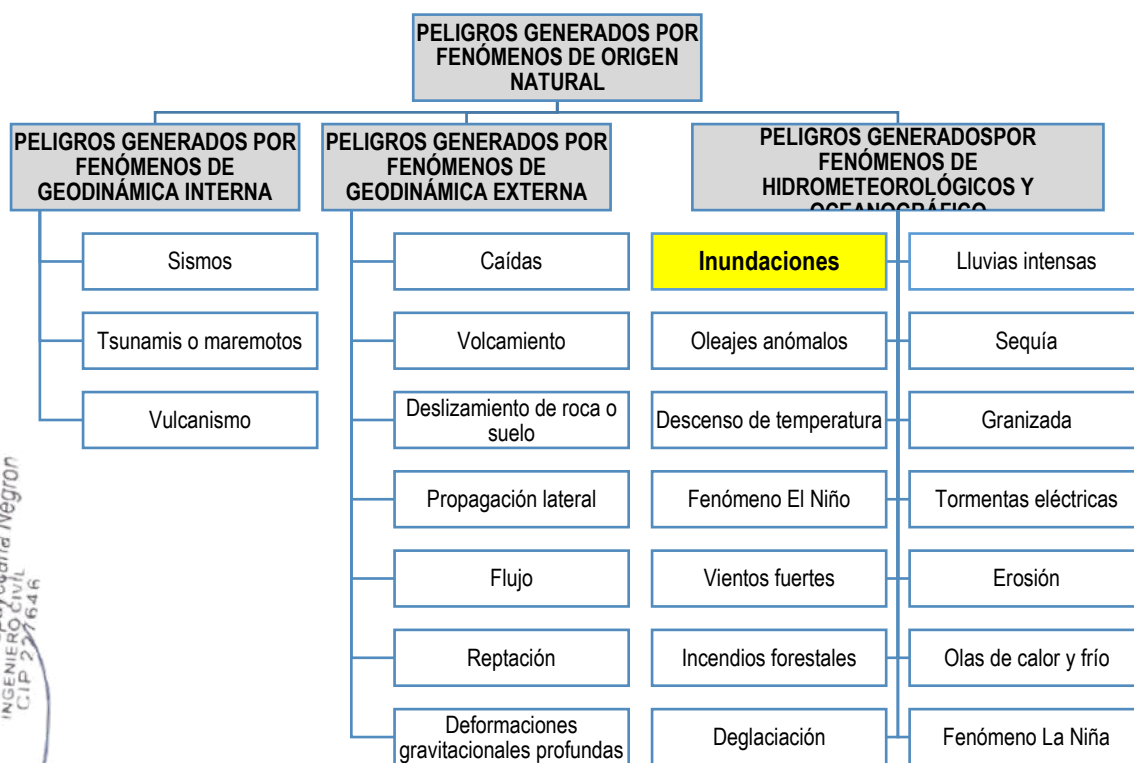


Fuente: Elaboración propia.


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Gráfico 16: Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales



Fuente: Manual EVAR del CENEPRED Versión II (2015).

Según los antecedentes mencionados, el ámbito de estudio será evaluado por:

- **Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos – Inundación fluvial**

El fenómeno mencionado tiene como factor desencadenante a las precipitaciones máximas en 24 h, así como también factores condicionantes como: unidades geológicas, unidades geomorfológicas y pendientes en grados.

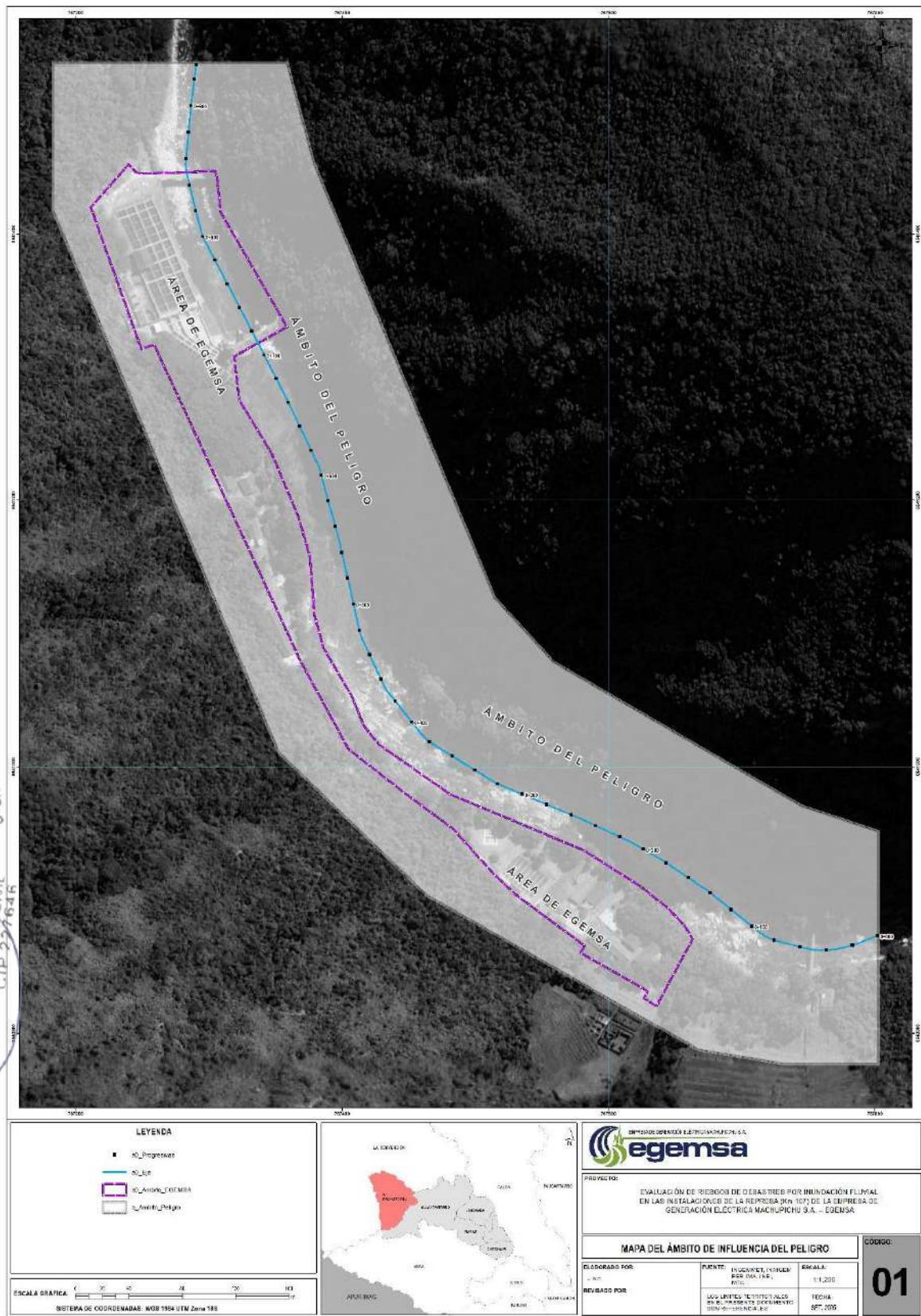
3.3 IDENTIFICACIÓN DEL ÁMBITO DE INFLUENCIA DEL PELIGRO

Se ha considerado un ámbito de influencia con base en el dominio geomorfológico fluvial del río Vilcanota, el cual incluye el cauce del río, la llanura aluvial, entre otras características. Este ámbito varía aproximadamente entre 60 y 80 metros desde cada margen del río. Dentro de este dominio geomorfológico se identifican fenómenos recurrentes de inundación y erosión fluvial.

El modelamiento hidráulico realizado (T=100) indica que el flujo no excede los límites establecidos del dominio geomorfológico fluvial, incluso para periodos de retorno superiores. Esto concuerda con la evidencia histórica, que muestra que las inundaciones ocurridas con periodos de retorno mayores a 100 años se dieron dentro del ámbito definido.

El ámbito de influencia del peligro abarca un área de 34,51 hectáreas, según se muestra en el plano adjunto. La delimitación considera el ángulo de incidencia del flujo fluvial del río Vilcanota en el tramo de influencia, a fin de evaluar de manera precisa las condiciones hidráulicas y geomorfológicas que inciden en el área de estudio.

Mapa 9: Mapa del Área de Estudio



Fuente: Elaboración Propia

3.4 ANALISIS JERARQUICO DE SAATY

En este informe para determinar el nivel de peligrosidad y riesgo en las instalaciones de la represa ubicada en el km 107 de la Empresa de Generación Eléctrica Machupicchu S.A. – EGEMSA, se aplicó la metodología del Análisis Jerárquico de Saaty, este enfoque permite la ponderación relativa de los factores condicionantes y desencadenantes asociados a los fenómenos de inundación y erosión fluvial, integrando criterios objetivos y subjetivos en un modelo jerárquico de decisión.

Luego de haber calculado los índices de valoración en las capas temáticas, se le asigna un peso de acuerdo a la influencia de cada capa temática en la susceptibilidad del área evaluada.

Tabla 11: Escalas para el análisis jerárquico de SAATY

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente. CENEPRED


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

3.5 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL FENOMENO

La metodología utilizada para la evaluación del peligro es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. En el ámbito de estudio se identificó los parámetros que permiten caracterizar el fenómeno de inundación fluvial como: recurrencia y tiempo de retorno.

Tabla 12: Análisis de los Parámetros de Evaluación

PARAMETROS DE EVALUACION			
P1: VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	0.5	P2: ALTURA DE FLUJO (m)	0.5

Fuente: Elaboración Propia.

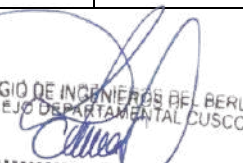
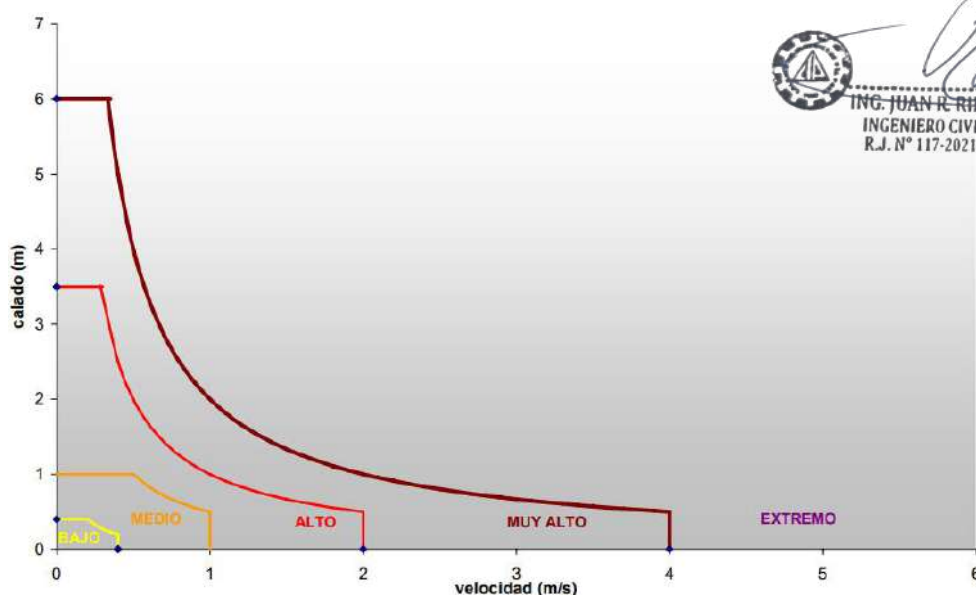

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 13: Rango de factores para el cálculo de la peligrosidad

Gravedad	Descripción	Rango	Factor de Gravedad
Extrema	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado superior a 4 metros, una velocidad mayor que 6 m/s o el producto de ambas superior a 2 m ² /s	$c > 4m$ $v > 6 \text{ m/s}$ $c \cdot v > 2m^2/s$	6.0
Muy alta	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado entre 2 y 4 metros, una velocidad entre 3,5 y 6 m/s o el producto de ambas superior a 1 m ² /s	$2 < c < 4m$ $3,5 < v < 6 \text{ m/s}$ $1 < c \cdot v < 2m^2/s$	4.0
Alta	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado entre 1 y 2 metros, una velocidad entre 1 y 3,5 m/s o el producto de ambas superior a 0,5 m ² /s	$1 < c < 2m$ $1 < v < 3,5 \text{ m/s}$ $0,5 < c \cdot v < 1m^2/s$	2.0
Moderada	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado superior a 0,4 metros, una velocidad mayor a 0,4 m/s y el producto de ambas superior a 0,08 m ² /s	$0,4 < c < 1m$ $0,4 < v < 1 \text{ m/s}$ $0,08 < c \cdot v < 0,5m^2/s$	1.0
Baja	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado inferior a 0,4 metros, una velocidad menor a 0,4 m/s y el producto de ambas menor que 0,08 m ² /s	$c \leq 0,4m$ $v \leq 0,4 \text{ m/s}$ $c \cdot v \leq 0,08m^2/s$	0.5

Fuente: Riesgos y cuantificación de pérdidas
(<https://www.researchgate.net/publication/351094738>).

Gráfico 17: Factor de Gravedad para el cálculo de la peligrosidad.



Fuente: Riesgos y cuantificación de pérdidas
(<https://www.researchgate.net/publication/351094738>)

Una vez identificados los parámetros de evaluación se definieron cinco (05) descriptores ajustados a los criterios establecidos en la bibliografía consultada, con modificaciones específicas para garantizar su aplicación en la metodología de asignación de ponderaciones según Satty.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

3.5.1 P1: TVELOCIDAD DE FLUJO (m/s)

Tabla 14: Descriptores de velocidad de flujo

PARAMETRO	DESCRIPTO R	DESCRPTORES
VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	D1	Mayor a 6.0m/s
	D2	3.5m/s a 6.0m/s
	D3	1.0m/s a 3.5m/s
	D4	0.4m/s a 1.0m/s
	D5	Menor a 0.4m/s

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Matriz de Comparación de Pares – velocidad de flujo

DESCRIPTOR	Mayor a 6.0m/s	3.5m/s a 6.0m/s	1.0m/s a 3.5m/s	0.4m/s a 1.0m/s	Menor a 0.4m/s
Mayor a 6.0m/s	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
3.5m/s a 6.0m/s	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
1.0m/s a 3.5m/s	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.4m/s a 1.0m/s	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 0.4m/s	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: Elaboración Propia

Tabla 16: Matriz de normalización de Pares – velocidad de flujo

DESCRIPTOR	Mayor a 6.0m/s	3.5m/s a 6.0m/s	1.0m/s a 3.5m/s	0.4m/s a 1.0m/s	Menor a 0.4m/s	Vector de Priorización
Mayor a 6.0m/s	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
3.5m/s a 6.0m/s	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
1.0m/s a 3.5m/s	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
0.4m/s a 1.0m/s	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 0.4m/s	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

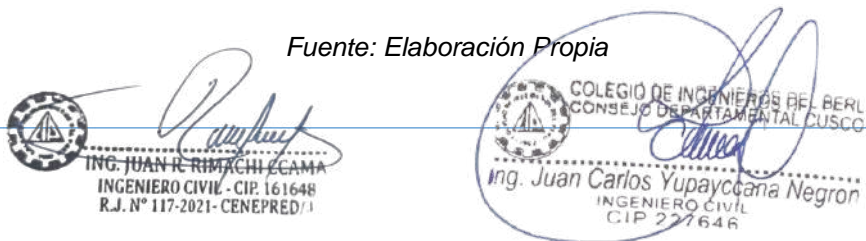
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Índice y relación de consistencia – velocidad de flujo

INDICE DE CONSISTENCIA	0.0607
RELACION DE CONSISTENCIA	0.0544

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente: Elaboración Propia



3.5.2 P2: TIRANTE (m)

Tabla 18: Descriptores del parámetro

PARAMETRO	DESCRIPTO R	DESCRPTORES
Tirante	D1	Mayor a 4.0 m
	D2	2.0m a 4.0m
	D3	1.0m a 2.0m
	D4	0.4m a 1.0m
	D5	Menor a 0.4m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Matriz de Comparación de Pares – Tirante

DESCRIPTOR	Mayor a 4.0 m	2.0m a 4.0m	1.0m a 2.0m	0.4m a 1.0m	Menor a 0.4m
Mayor a 4.0 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
2.0m a 4.0m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
1.0m a 2.0m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.4m a 1.0m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 0.4m	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: Elaboración Propia

Tabla 20: Matriz de Normalización de Pares – Tirante

DESCRIPTOR	Mayor a 4.0 m	2.0m a 4.0m	1.0m a 2.0m	0.4m a 1.0m	Menor a 0.4m	Vector de Priorización
Mayor a 4.0 m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
2.0m a 4.0m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
1.0m a 2.0m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
0.4m a 1.0m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 0.4m	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: Elaboración Propia

Tabla 21: Índice y relación de consistencia – Tirante

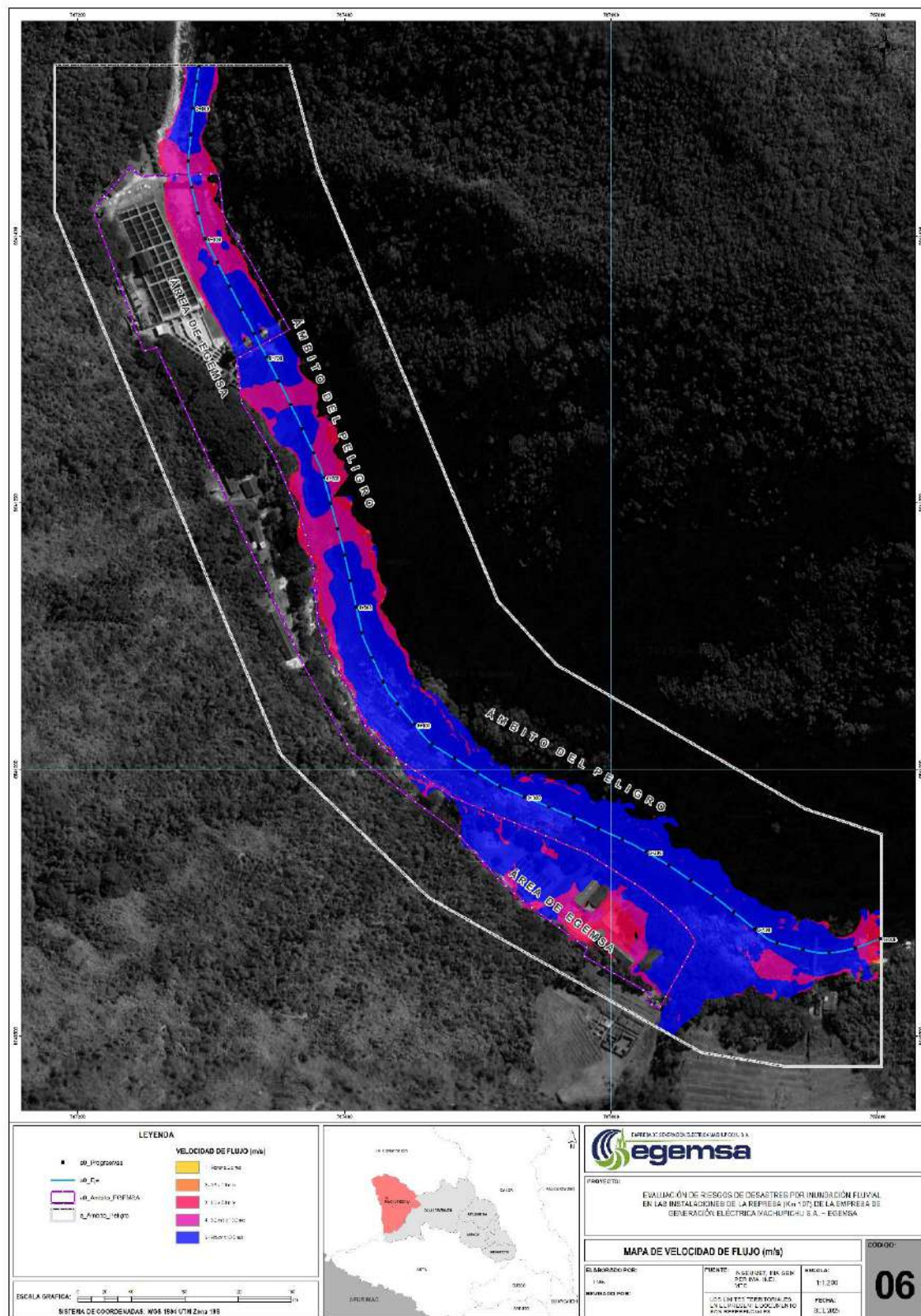
INDICE DE CONSISTENCIA	0.0607
RELACION DE CONSISTENCIA	0.0544

Fuente: Elaboración Propia


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

Mapa 11 Velocidad de Flujo (m/s)



Fuente: Elaboración Propia



ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/J

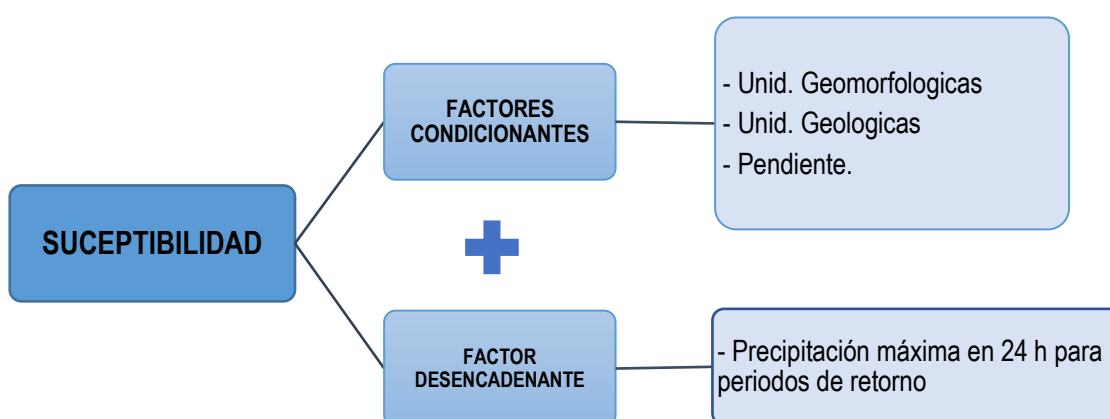


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

3.6 SUCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad suele entenderse también como la “fragilidad natural” del espacio en análisis respecto al fenómeno de referencia, también está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico el cual depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno en su respectivo ámbito geográfico, en la susceptibilidad deben evaluarse los aspectos de la geología, geomorfología, inclinación del terreno, etc., que definirán el comportamiento del espacio con respecto al proceso en cuestión.

Gráfico 18: Determinación de la susceptibilidad.



Fuente: CENEPRED

La metodología utilizada tanto para determinar la susceptibilidad del territorio, es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión.

3.6.1 Análisis de los factores condicionantes

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial.

Tabla 22: Factores condicionantes para la evaluación de la susceptibilidad.

PARAMETROS	P	N° DE PARAMETROS
UNID. GEOMORFOLÓGICAS	P1	3
UNID. GEOLÓGICAS	P2	
PENDIENTE	P3	

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Equipo Técnico.

ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
ING. JUAN CARLOS YUPAYCCANA NEGRON
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Cuadro N° 1: Matriz de Comparación de Pares – Factores condicionantes

PARÁMETRO	UNID. GEOLOGICA	PENDIENTE (°)	UNID. GEOMORFOLOGICAS
UNID. GEOLOGICA	1.00	2.00	4.00
PENDIENTE (°)	0.50	1.00	3.00
UNID. GEOMORFOLOGICAS	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 2: Matriz de Normalización de Pares – Factores condicionantes

PARÁMETRO	UNID. GEOLOGICA	PENDIENTE (°)	UNID. GEOMORFOLOGICAS	VECTOR PRIORIZACIÓN
UNID. GEOLOGICA	0.571	0.600	0.500	0.557
PENDIENTE (°)	0.286	0.300	0.375	0.320
UNID. GEOMORFOLOGICAS	0.143	0.100	0.125	0.123
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 3: Índice y relación de consistencia – Factores condicionantes

Índice de consistencia (IC)	0.009
Relación de consistencia (RC)	0.017


Fuente: Elaboración Propia

PARAMETRO N° 01: UNIDADES GEOLOGICAS

Tabla 23: Ponderación del factor - geología.

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
UNIDADES GEOLOGICAS	D1	5	Rio
	D2		Depósito fluvial
	D3		Depósito aluvial
	D4		Depósito coluvial
	D5		Plutón Machupicchu

Fuente: Elaboración Propia


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 24: Matriz de comparación de pares del factor geología.

DESCRIPTORES	Rio	Depósito fluvial	Depósito aluvial	Depósito coluvial	Plutón Machupicchu
Rio	1.00	2.00	3.00	6.00	9.00
Depósito fluvial	0.50	1.00	3.00	5.00	9.00
Depósito aluvial	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Depósito coluvial	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Plutón Machupicchu	0.11	0.11	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.11	3.64	7.53	15.33	27.00
1/SUMA	0.47	0.27	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Matriz de normalización de pares del factor geología.

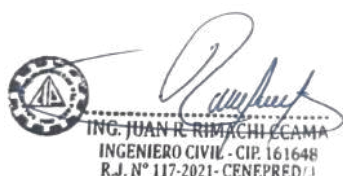
DESCRIPTORES	Rio	Depósito fluvial	Depósito aluvial	Depósito coluvial	Plutón Machupicchu	Vector Priorización
Rio	0.474	0.549	0.398	0.391	0.333	0.429
Depósito fluvial	0.237	0.274	0.398	0.326	0.333	0.314
Depósito aluvial	0.158	0.091	0.133	0.196	0.185	0.153
Depósito coluvial	0.079	0.055	0.044	0.065	0.111	0.071
Plutón Machupicchu	0.053	0.030	0.027	0.022	0.037	0.034
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Índice y relación de consistencia del factor geología.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.034
RELACION DE CONSISTENCIA	0.031

Fuente: Elaboración Propia


ING. JUAN R. RIMAICHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

PARAMETRO N° 02: UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Tabla 27: Ponderación del factor – Unidades geomorfológicas

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	D1	5	Rio Afluente
	D2		Llanura aluvial
	D3		Vertiente o Piedemonte Coluvio Deluvial
	D4		Montaña en roca intrusiva
	D5		Vertiente aluvio torrencial

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Matriz de comparación de pares - Unidades geomorfológicas

DESCRIPTORES	Rio	Lecho de rio	Llanura aluvial	Vertiente coluvio-deluvial	Montaña en roca intrusiva
Rio	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Lecho de rio	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Llanura aluvial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Vert. coluvio-deluvial	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Montaña en roca intr.	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: Elaboración Propia

Tabla 29: Matriz de normalización de pares - Unidades geomorfológicas


DESCRIPTORES	Rio	Lecho de rio	Llanura aluvial	Vertiente col.- deluvial	Montaña en roca intrusiva	Vector Priorización
Rio	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Lecho de rio	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Llanura aluvial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Vert. coluvio-deluvial	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Montaña en roca intr.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

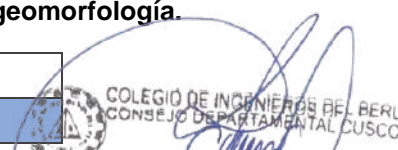
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30: Índice y relación de consistencia del factor geomorfología.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA	0.054

Fuente: Elaboración Propia


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

PARAMETRO Nº 03: PENDIENTE

Tabla 31: Ponderación del factor - pendiente.

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES (°)
PENDIENTES	D1	5	Llano a suave (0°-5°)
	D2		Moderada (5°-15°)
	D3		Fuerte (15°-25°)
	D4		Muy fuerte (25°-45°)
	D5		Escarpada (45°-90°)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Matriz de comparación de pares del factor pendiente.

DESCRIPTOR	Llano a suave (0°-5°)	Moderada (5°-15°)	Fuerte (15°-25°)	Muy fuerte (25°-45°)	Escarpada (45°-90°)
Llano a suave (0°-5°)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Moderada (5°-15°)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Fuerte (15°-25°)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Muy fuerte (25°-45°)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Escarpada (45°-90°)	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: Elaboración Propia

Tabla 33: Matriz de normalización de pares del factor pendiente.

DESCRIPTOR	Llano a suave (0°-5°)	Moderada (5°-15°)	Fuerte (15°-25°)	Muy fuerte (25°-45°)	Escarpada (45°-90°)	Vector Priorizacion
Llano a suave (0°-5°)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Moderada (5°-15°)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Fuerte (15°-25°)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Muy fuerte (25°-45°)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Escarpada (45°-90°)	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: Elaboración Propia

Tabla 34: Índice y relación de consistencia del factor pendiente.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.052
RELACION DE CONSISTENCIA	0.046

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Resumen de factores condicionantes

FACTORES CONDICIONANTES (FC)										
UNID. GEOLOGICAS			PENDIENTES			UNID. GEOMORFOLOGICAS			VALOR	PESO
Descriptores	D_geol	P_geol	Descriptores	D_pend	P_pend	Descriptores	D_gmf	P_gmf		
Rio	0.429	0.557	Llano a suave (0°-5°)	0.503	0.320	Rio	0.503	0.123	0.462	0.700
Depósito fluvial	0.314	0.557	Moderada (5°-15°)	0.260	0.320	Lecho de rio	0.260	0.123	0.290	0.700
Depósito aluvial	0.153	0.557	Fuerte (15°-25°)	0.134	0.320	Llanura aluvial	0.134	0.123	0.145	0.700
Depósito coluvial	0.071	0.557	Muy fuerte (25°-45°)	0.068	0.320	Vertiente coluvio-deluvial	0.068	0.123	0.070	0.700
Plutón Machupicchu	0.034	0.557	Escarpada (45°-90°)	0.035	0.320	Montaña en roca intrusiva	0.035	0.123	0.034	0.700
	1.000			1.000			1.000		1.000	

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2 Análisis de los factores desencadenantes

Los factores desencadenantes son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico.

PARAMETRO Nº 01: PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24H (PPmax 24h) PARA PERIODOS DE RETORNO.


Las precipitaciones máximas en 24 horas corresponden a los mayores valores de precipitación acumulada registrados en un intervalo continuo de 24 horas (PPmax 24 h).

PROMEDIO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24H (mm/día) - POR AÑO						
AÑO	2025	2024	2023	2022	2021	2020
PP max 24 H	14.21	12.53	9.62	12.29	12.54	12.87

Con base en esta serie, se realiza el análisis de frecuencia para la estimación de precipitaciones asociadas a diferentes períodos de retorno, conforme a los lineamientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de riesgos por fenómenos hidrometeorológicos.

La precipitación máxima en 24 horas se encuentra directamente asociada a la generación de caudales extremos en el río Vilcanota, los cuales son registrados y evaluados en el sector del kilómetro 105.

Para el presente informe, se consideró la precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 100 años, ha sido considerada como el principal factor desencadenante para la evaluación de los peligros.


ING. JUAN R. RIMAICHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. Nº 117-2021- CENEPRED/1

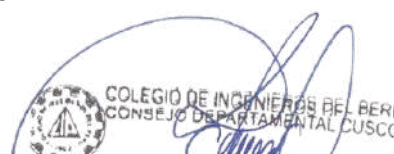

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 36: Clasificación de p. máximas en 24h (PPmax 24h) para periodos de retorno

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24H (PPmax 24h) PARA PERIODOS DE RETORNO (T)	Ppmax 24h, T = 200 años	Corresponde a la precipitación máxima acumulada en un intervalo continuo de 24 horas, asociada a un período de retorno de 200 años
	Ppmax 24h, T = 100 años	Corresponde a la precipitación máxima acumulada en un intervalo continuo de 24 horas, asociada a un período de retorno de 100 años
	Ppmax 24h, T = 75 años	Corresponde a la precipitación máxima acumulada en un intervalo continuo de 24 horas, asociada a un período de retorno de 75 años
	Ppmax 24h, T = 50 años	Corresponde a la precipitación máxima acumulada en un intervalo continuo de 24 horas, asociada a un período de retorno de 50 años
	Ppmax 24h, T = 25 años	Corresponde a la precipitación máxima acumulada en un intervalo continuo de 24 horas, asociada a un período de retorno de 25 años

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37: Matriz de Comparación de Pares – PPmax 24h para periodos de retorno

DESCRIPTORES	Ppmax 24h T 200 años	Ppmax 24h T 100 años	Ppmax 24h, T 75 años	Ppmax 24h, T 50 años	Ppmax 24h, T 25 años
Ppmax 24h, T = 200 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Ppmax 24h, T = 100 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ppmax 24h, T = 75 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Ppmax 24h, T = 50 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ppmax 24h, T = 25 años	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: Elaboración Propia

Tabla 38: Matriz de Normalización de Pares – PPmax 24h para periodos de retorno

DESCRIPTOR	Ppmax 24h T 200 años	Ppmax 24h T 100 años	Ppmax 24h T 75 años	Ppmax 24h T 50 años	Ppmax 24h T 25 años	Vector Priorización
T = 200 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
T = 100 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
T = 75 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
T = 50 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
T = 25 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39: Índice y relación de consistencia – PPmax 24h para periodos de retorno

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración Propia



ING. JUAN R. RIVERO
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

3.6.3 Resumen de la matriz de la susceptibilidad

Tabla 40: Resumen factores condicionantes y factores desencadenantes.

FACTORES CONDICIONANTES (FC)										
UNID. GEOLOGICAS			PENDIENTES			UNID. GEOMORFOLOGICAS			VALOR	PESO
Descriptores	D_geo I	P_geo	Descriptores	D_pend	P_pend	Descriptores	D_gmf	P_gmf		
Rio	0.429	0.557	Llano a suave (0°-5°)	0.503	0.320	Rio	0.503	0.123	0.462	0.700
Depósito fluvial	0.314	0.557	Moderada (5°-15°)	0.260	0.320	Lecho de rio	0.260	0.123	0.290	0.700
Depósito aluvial	0.153	0.557	Fuerte (15°-25°)	0.134	0.320	Llanura aluvial	0.134	0.123	0.145	0.700
Depósito coluvial	0.071	0.557	Muy fuerte (25°-45°)	0.068	0.320	Vertiente coluvio-deluvial	0.068	0.123	0.070	0.700
Plutón Machupicchu	0.034	0.557	Escarpada (45°-90°)	0.035	0.320	Montaña en roca intrusiva	0.035	0.123	0.034	0.700

FACTOR DESENCADENANTE (FD)			SUSCEPTIBILIDAD (S)	
PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24H (PPmax 24h) PARA PERIODOS DE RETORNO			VALOR	PESO
Descriptores	Pdesc	PESO	(VALOR FC*PESO FC)+(VALOR	
Ppmax 24h, T = 200 años	0.503	0.300	0.474	0.40
Ppmax 24h, T = 100 años	0.260	0.300	0.281	0.40
Ppmax 24h, T = 75 años	0.134	0.300	0.141	0.40
Ppmax 24h, T = 50 años	0.068	0.300	0.069	0.40
Ppmax 24h, T = 25 años	0.035	0.300	0.034	0.40
	1.000		1.000	

Fuente: Elaboración Propia

3.7 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

En a la delimitación del ámbito de influencia del peligro por inundación fluvial, se analizaron los elementos expuestos, tales como población, predios rurales, predios agrícolas y unidades productoras. Ante la ocurrencia del peligro, es probable que estos elementos sean directamente afectados, dependiendo del nivel de peligrosidad identificado.

3.7.1 POBLACIÓN EXPUESTA

Tabla 41: Población expuesta

Entidad	CANTIDAD DE HABITANTES
EGEMSA	15
Ministerio de Cultura	2
TOTAL	17

Fuente: Elaboración Propia

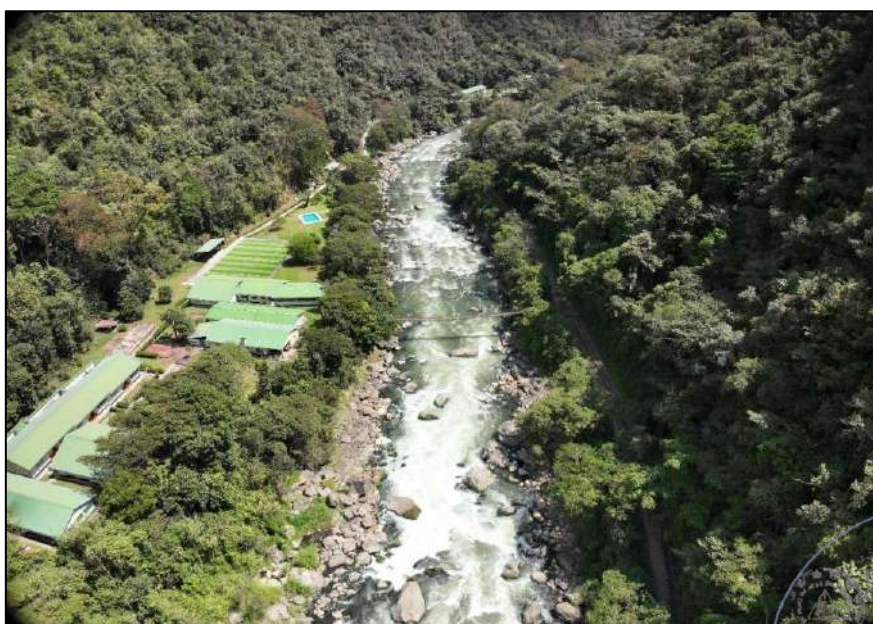
3.7.2 EDIFICACIONES (BLOQUES) DEL CAMPAMENTO

Tabla 42: Cantidad de predios urbanos por distrito, según estado situacional

ENTIDAD	CANTIDAD DE PREDIOS	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
EGEMSA	13	Concreto armado
Ministerio de Cultura	2	
TOTAL	17	

Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 2: Vista de edificaciones del campamento de la represa, Km 107



Fuente: Elaboración Propia

ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

3.7.3 PREDIOS AGRICOLAS EXPUESTOS

En el ámbito de influencia del peligro por inundación fluvial **no se desarrolla actividad agrícola**

3.7.4 UNIDADES PRODUCTORAS EXPUESTAS

Las unidades productoras del ámbito de estudio son infraestructuras de transporte, salud, educativa, agrícola, saneamiento básico, defensa ribereña, seguridad ciudadana, recreativa, equipamiento y otros, las cuales fueron identificadas mediante las encuestas realizadas en el trabajo de campo.

Infraestructura de la central hidroeléctrica de Machupicchu Km-107

La infraestructura ubicada en el ámbito de influencia del peligro comprende:

Tabla 43: Cantidad de predios urbanos por distrito, según estado situacional


INFRAESTRUCTURA	Material predominante de construcción	de	UNID	Cantidad	Fuente
REPRESA	Estructuras de concreto armado	de	Und	1	Trabajo de campo
BOCATOMA	Estructuras de concreto armado	de	Und	1	Trabajo de campo

Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 3: Infraestructura de la represa de la central hidroeléctrica de Machupicchu Km-107



Fuente: Elaboración Propia


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

Infraestructura de transporte

Tabla 44: Tipos de unidades productoras de transporte

INFRAESTRUCTURA	Material predominante de construcción	UNID	Cantidad	Fuente
Puentes	Puente colgante mixto (madera-metal) c	Und	5	Trabajo de campo
Línea Férrea	Rieles de acero, durmientes de madera	Km	0.8	Trabajo de campo

Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 4: Puente peatonal ubicado en la caseta del Ministerio de Cultura



Fuente: Elaboración Propia

Infraestructura de defensa ribereña

Tabla 45: Tipo de unidades productoras de protección

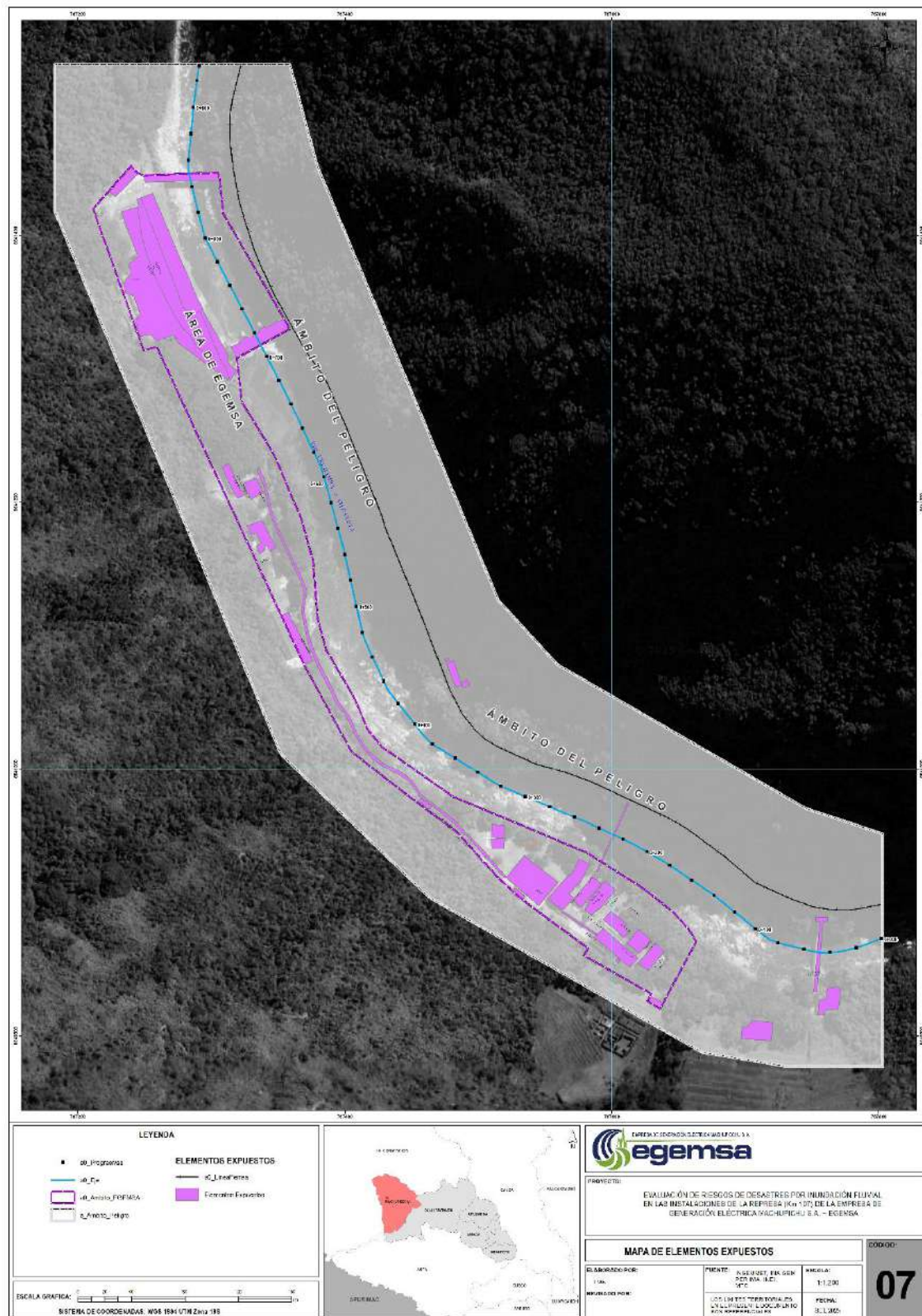
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	UNID	Cantidad	Fuente
MURO DE GAVIÓN	m	153	Trabajo de campo

Fuente: Elaboración Propia


ING. JUAN R. RIVAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 12 Elementos expuestos



Fuente: Elaboración Propia

ING. JUAN R. RIMACHI ZCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

ING. JUAN CARLOS YUPAYCCANA NEGRON
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

3.1 Definición de escenarios

Se ha considerado la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, considerando precipitaciones registradas anteriormente:

PROMEDIO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24H (mm/día) - POR AÑO						
AÑO	2025	2024	2023	2022	2021	2020
PP max 24 H	14.21	12.53	9.62	12.29	12.54	12.87

partir de este dato (14.21 mm/día), se calcularon los caudales máximos correspondientes al período de retorno 100 años ($T=100$ años), sin embargo, es posible que ocurran eventos con caudales superiores a este período de retorno, lo que indica que el escenario definido no representa el evento más crítico posible.

El tránsito de estos caudales podría generar inundaciones en ambas márgenes del río Vilcanota, se presentarían tirantes superiores a 4.0 m y velocidades de flujo mayores a 6.0 m/s, lo que ocasionaría daños significativos en los elementos expuestos, afectando sus dimensiones social, económica y ambiental.

Tabla 46: Niveles de peligro por inundación fluvial

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.269	<	P	≤	0.491
ALTO	0.137	<	P	≤	0.269
MEDIO	0.068	<	P	≤	0.137
BAJO	0.035	≤	P	≤	0.068

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Estratificación del peligro


Tabla 47: Estratificación del nivel de peligro

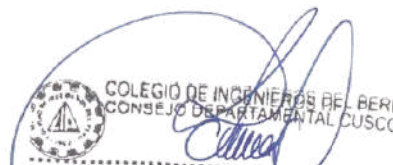
NIVELES PELIGRO	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos fluviales, geomorfológicamente comprende el cauce del río, con pendientes que van de planas llanas a suaves ($0 - 5^\circ$). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas (como PPmáx 24 Hr. registrado 14.21 mm/día) asociada a un período de retorno de 100 años, esta PPmax convertida en caudal ($Q=T100$) generaría inundaciones en ambas márgenes del río Vilcanota, donde las condiciones hidráulicas alcanzarían tirantes superiores a 4.0 m y velocidades de flujo mayores a 6.0 m/s.	$0.269 < P \leq 0.491$

ALTO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos aluviales, geomorfológicamente comprende la llanura aluvial, con pendientes que van de moderadas a fuertes (5° - 15°). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas (como PPmáx 24 Hr. registrada 14.21 mm/día) asociada a un periodo de retorno de 100 años, esta PP max convertida en caudal ($Q=T100$), generaría inundaciones en ambas márgenes del río Vilcanota, donde las condiciones hidráulicas alcanzarían tirantes superiores a 4.0 m y velocidades de flujo mayores a 6.0 m/s.	$0.137 < P \leq 0.269$
MEDIO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos fluviales, geomorfológicamente comprende el cauce del río, con pendientes que van de planas llanas a suaves (0° - 5°). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas (como PP máx 24 Hr. registrada 14.21 mm/día) asociada a un periodo de retorno de 100 años, esta PPmax convertida en caudal ($Q=T100$), generaría inundaciones en ambas márgenes del río Vilcanota, donde las condiciones hidráulicas alcanzarían tirantes superiores a 4.0 m y velocidades de flujo mayores a 6.0 m/s.	$0.068 < P \leq 0.137$
BAJO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos fluviales, geomorfológicamente comprende el cauce del río, con pendientes que van de planas llanas a suaves (0° - 5°). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas (como PP max 24 Hr. registrada 14.21 mm/día) asociada a un periodo de retorno de 100 años, esta PPmax convertida en caudal ($Q=T100$), generaría inundaciones en ambas márgenes del río Vilcanota, donde las condiciones hidráulicas alcanzarían tirantes superiores a 4.0 m y velocidades de flujo mayores a 6.0 m/s.	$0.035 \leq P \leq 0.06$ 8

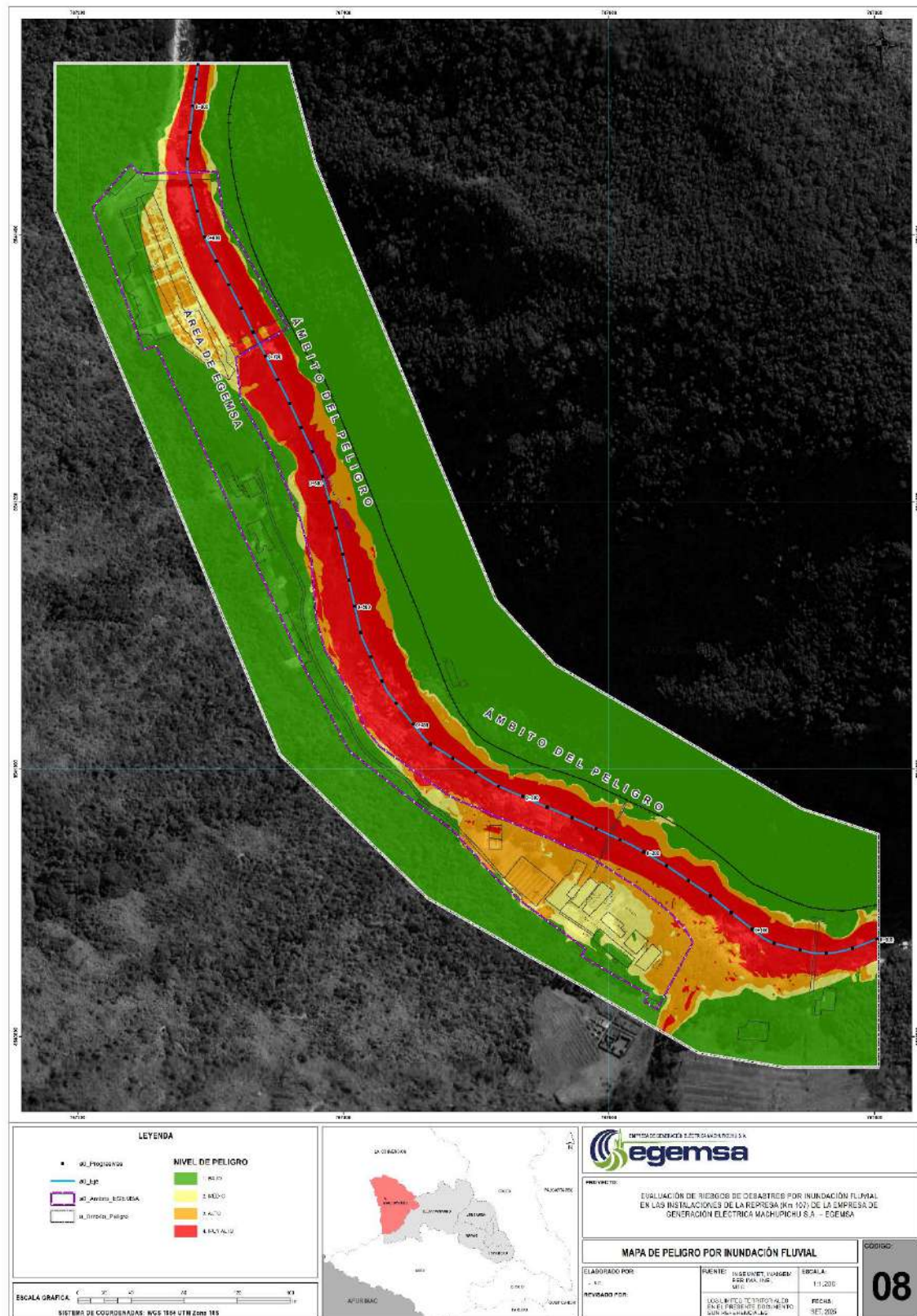
Fuente: Equipo técnico.

3.3 MAPA DE PELIGROS ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP: 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 13 De peligros ante inundaciones fluviales



Fuente: Equipo técnico.



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAPITULO IV: ANALISIS DE VULNERABILIDAD

En el marco de la Ley N.° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), y su Reglamento aprobado mediante D.S. N.° 048-2011-PCM, la vulnerabilidad se define como la susceptibilidad que presentan la población, la infraestructura física y las actividades socioeconómicas de sufrir daños frente a la ocurrencia de un peligro o amenaza.

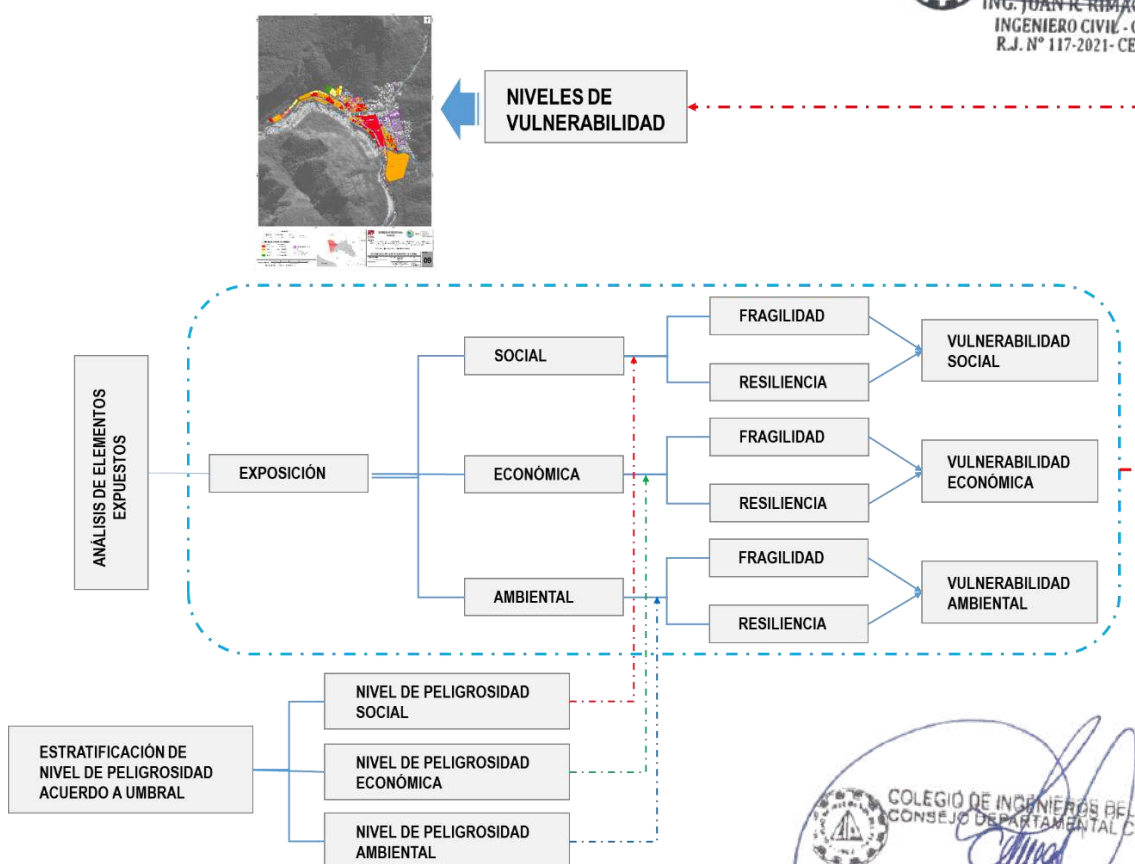
4.1 METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

El análisis de la vulnerabilidad en el ámbito de estudio se desarrolla a partir de la identificación de las características sociales, económicas y ambientales, con énfasis en el nivel de lote, mediante el levantamiento de información en campo.

Los datos obtenidos son estratificados y ponderados según su grado de relevancia frente a un evento extraordinario, diferenciando la vulnerabilidad específica en sus dimensiones social, económica y ambiental.

Asimismo, la evaluación de los factores de exposición, fragilidad y resiliencia permite determinar qué variables presentan mayor incidencia en la generación de vulnerabilidad, facilitando la priorización de medidas de reducción del riesgo y la planificación de acciones de gestión prospectiva y correctiva.

Tabla 48: Metodología de la Vulnerabilidad



Fuente: Adaptado de CENEPRED.

ING. JUAN R. RIVERO ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Cada dimensión esta compuestas por los factores de fragilidad y resiliencia, estos últimos se componen de parámetros, sub parámetros y descriptores las cuales son analizados en una matriz, para ello se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty (1990) que muestran valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro. Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares, el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en el análisis.

Según lo establecido por el método de Saaty o proceso de análisis jerárquico, para una determinada matriz se tiene una relación de consistencia que debe ser menor, lo cual indica que los criterios utilizados para la comparación son los más adecuados. Ver el siguiente cuadro:


Tabla 49: Matriz de comparación

MATRIZ DE PARES	RELACION DE CONSISTENCIA
3X3	Relación de consistencia (RC < 0.04)
4X4	Relación de consistencia (RC < 0.08)
5X5	Relación de consistencia (RC < 0.1)
6X6	
7X7	
8X8	

Fuente: Equipo Técnico

Cada sub parámetro tiene un conjunto de descriptores que fueron calculados utilizando el método de clasificación óptima “Natural Breaks”. Este método calcula las diferencias de valores entre los individuos estadísticos ordenados de forma creciente. Luego coloca un límite para separar los grupos donde las diferencias de valores son altas. La mejor clasificación se considera cuando se encuentran aquellos umbrales que minimizan la suma intra-clase de diferencias al cuadrado.

Después de la clasificación con el método “Natural Break”, se procede a realizar la matriz de pares a los rangos que se generaron, se procede a procesar la información con los pesos ponderados del parámetro, sub parámetro y el peso del descriptor, consecuentemente obtenemos el siguiente peso final para los sub parámetros. Este procedimiento se realizará para los demás parámetros, sub parámetros y descriptores para calcular la vulnerabilidad.


ING. JUAN R. RIVAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.1.1 ANALISIS DE LAS DIMENSIONES PARA LA VULNERABILIDAD

Para la evaluación de la vulnerabilidad en el ámbito de estudio de inundación fluvial y erosión, se consideraron las dimensiones físicas, económicas y ambientales.

Tabla 50: Análisis de las dimensiones para la vulnerabilidad

DIMENSION	PARAMETRO
DIMENSION SOCIAL	DS
DIMENSION ECONOMICA	DE
DIMENSION AMBIENTAL	DA

Fuente: Equipo Técnico

4.1.2 Exposición

La exposición se refiere al grado en que la población, sus medios de vida, la infraestructura y las actividades económicas se localizan en áreas susceptibles al impacto de un peligro. Esta condición se origina principalmente por una relación inadecuada con el entorno, derivada de factores como:

- procesos de crecimiento demográfico no planificado,
- migración desordenada,
- urbanización sin una adecuada gestión del territorio, y
- políticas de desarrollo económico carentes de sostenibilidad.


En este sentido, a mayor nivel de exposición, mayor será la vulnerabilidad, al incrementarse la probabilidad de que los elementos expuestos sufran daños significativos ante la ocurrencia de un evento adverso.


4.1.3 Fragilidad

La fragilidad se refiere a las condiciones de desventaja o debilidad inherentes de la población y sus medios de vida frente a la acción de un peligro. Este componente está principalmente asociado a factores internos de carácter físico y estructural dentro de una comunidad o sociedad. Entre los aspectos más relevantes se incluyen:

- tipología y calidad de las construcciones,
- uso de materiales inadecuados o precarios,
- incumplimiento o ausencia en la aplicación de normativas de edificación y seguridad,
- alta de infraestructura básica y de servicios esenciales.

En este contexto, a mayor fragilidad, mayor es la vulnerabilidad, ya que se incrementa la probabilidad de sufrir daños severos ante la ocurrencia de un evento adverso.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.1.4 Resiliencia

La resiliencia se entiende como la capacidad de la población, sus medios de vida y sistemas de apoyo para resistir, adaptarse y recuperarse eficazmente frente a la ocurrencia de un peligro. Este componente está estrechamente relacionado con las condiciones sociales, económicas, institucionales y organizativas que fortalecen la respuesta y reducen los impactos adversos.

Una comunidad con altos niveles de resiliencia puede restablecer sus funciones básicas en menor tiempo, minimizando daños y facilitando procesos de adaptación a futuro.

En consecuencia, a mayor resiliencia, menor vulnerabilidad, dado que aumenta la capacidad de enfrentar y superar situaciones de riesgo.

4.2 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES PARA LA VULNERABILIDAD

Tabla 51: Matriz de comparación de pares de las dimensiones para la vulnerabilidad.

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL
DIMENSION SOCIAL	1.00	2.00	3.00
DIMENSION ECONOMICA	0.50	1.00	2.00
DIMENSION AMBIENTAL	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: equipo técnico.

Tabla 52: Matriz de normalización de las dimensiones para la vulnerabilidad


PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL	Vector Priorización
DIMENSION SOCIAL	0.545	0.571	0.500	0.539
DIMENSION ECONOMICA	0.273	0.286	0.333	0.297
DIMENSION AMBIENTAL	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

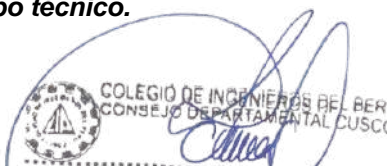
Fuente: equipo técnico.

Tabla 53: Índice y relación de consistencia de los parámetros de vulnerabilidad.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.005
RELACION DE CONSISTENCIA	0.009

Fuente: equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI CERNA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 54: Factores de la vulnerabilidad física.

FACTORES VULNERABILIDAD SOCIAL		
EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
CANTIDAD DE HABITANTES A NIVEL DE PREDIO	GRUPO ETARIO	CONOCIMIENTO EN TEMAS DE GRD
	ACCESO DE SERVICIOS BÁSICOS	SEGURO

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 55: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 56: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión social.


DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector de Priorización
Exposición	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia	0.143	0.100	0.125	0.123
	1.000	1.000	1.000	1.000


Fuente: Equipo técnico.

Tabla 57: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión social

Índice de consistencia	IC	0.009
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.017

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMA CHILACAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

4.3.1 FACTOR DE EXPOSICIÓN SOCIAL

El parámetro considerado para el análisis de Exposición social es: cantidad de habitantes a nivel de predio

Tabla 58: Parámetro de exposición social

Parámetro	Descripción	Valor
Parámetros de La Exposición Social	Cantidad de habitantes a nivel de predio	1.00

Fuente: Equipo técnico.

Parámetro: Cantidad de habitantes

Este parámetro caracteriza a al número de habitantes o personas que viven en un predio

Tabla 59: Descriptores del parámetro número de habitantes

Cantidad de habitantes	DESCRIPCIÓN
Mayor a 25 hab.	Este descriptor es el más crítico pues abarca el mayor número de personas que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir más de 04 familias.
16 a 25 hab.	Este descriptor es también crítico pues abarca un número de personas considerables que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir más de 03 familias.
9 a 15 hab.	Este descriptor es menos crítico, pero abarca un número de personas que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa
5 a 8 hab.	Este descriptor es más tolerable pues abarca menos número de personas considerables que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad disminuye. En estas puede existir al menos 02 familias
Menos de 4 Hab.	Este descriptor es el menos vulnerable por la cantidad de personas que se encuentran en una vivienda. Es considerado como lo normal (01 familia)

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 60: Matriz de comparación de pares del parámetro: Número de habitantes

CANTIDAD DE HABITANTES POR PREDIO	Mayor a 15 hab.	11 a 15 hab.	6 a 10 hab.	3 a 5 hab.	Menos de 2 Hab.
Mayor a 15 hab.	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
11 a 15 hab.	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
6 a 10 hab.	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
3 a 5 hab.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menos de 2 Hab.	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.50	16.33	26.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 61: Matriz de normalización de pares del parámetro: Número de habitantes


CANTIDAD DE HABITANTES POR PREDIO	Mayor a 15 hab.	11 a 15 hab.	6 a 10 hab.	3 a 5 hab.	Menos de 2 Hab.	Vector Priorización
Mayor a 15 hab.	0.499	0.544	0.471	0.429	0.346	0.458
11 a 15 hab.	0.250	0.272	0.353	0.306	0.269	0.290
6 a 10 hab.	0.125	0.091	0.118	0.184	0.231	0.150
3 a 5 hab.	0.071	0.054	0.039	0.061	0.115	0.068
Menos de 2 Hab.	0.055	0.039	0.020	0.020	0.038	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 62: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Número de habitantes

Índice de consistencia	IC	0.046
Relación de consistencia < 0.1 (*)	RC	0.041

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMAICHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.3.2 FACTOR DE FRAGILIDAD SOCIAL

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

Tabla 63: Parámetros de fragilidad social

Parámetros	Pesos
Grupo etario	0.5
Acceso de servicios básicos	0.5

Fuente: Equipo técnico.

Parámetro: Grupo etario


Este parámetro caracteriza a al grupo de personas por edades, de acuerdo a cada lote, vale decir identificar las personas más frágiles de acuerdo a un grupo de edad, considerando la base de datos obtenidas en campo (encuestas), en el análisis se consideró el grupo etario más preponderante.

Para este parámetro se identificó los siguientes descriptores:

Tabla 64: Descriptores del parámetro grupo etario

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
Grupo etario	0 a 5 y mayor a 66	Se refiere a las personas más vulnerables por la condición de su edad, ya que en el momento que se desencadene cualquier evento de flujo de detritos, ellos serían probablemente los primeros que sufran lesiones si no tienen ayuda instantánea, porque ellos no pueden trasladarse fácilmente y también porque les afectaría más la pérdida de cualquier infraestructura en su medio de vida.
	6 a 12 y 55 a 65	Se refiere a personas que tienen algún tipo de dependencia con otras personas de la familia por la edad que poseen, estas personas tendrían la posibilidad de escapar con dificultades al desencadenarse un flujo de detritos, pero también sufrirían mucho por la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida.
	13 a 18	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar al desencadenarse un flujo de detritos, pero sufrirían mucho la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida además que por su edad podrían ser de poca ayuda para reponerse del desastre.
	19 a 30	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al desencadenarse un flujo de detritos, como también sufrirían poco la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida, además que por su edad podrían ayudar para reponerse del desastre.
	31 a 54	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al desencadenarse un flujo de detritos, como también sufrirían poco la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida, además que por su edad ayudarían y hasta dirigir las tareas de reconstrucción y de ayuda de primeros auxilios para reponerse del desastre.

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

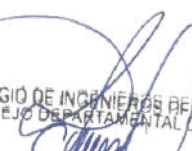

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

Tabla 65: Matriz de comparación de pares del parámetro: grupo etario

GRUPO ETARIO	0 a 5 y mayor a 65	6 a 12 y 55 a 65	13 a 18	19 a 30	31 a 54
0 a 5 y mayor a 65	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6 a 12 y 55 a 65	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
13 a 18	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
19 a 30	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
31 a 54	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 66: Matriz de normalización de pares del parámetro: grupo etario

GRUPO ETARIO	0 a 5 y mayor a 65	6 a 12 y 55 a 65	13 a 18	19 a 30	31 a 54	Vector Priorización
0 a 5 y mayor a 66	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
6 a 12 y 55 a 65	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
13 a 18	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
19 a 30	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
31 a 54	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico.


Tabla 67: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: grupo etario

Índice de consistencia	IC	0.047
Relación de consistencia < 0.1 (*)	RC	0.042

Fuente: Equipo técnico.

Parámetro: Acceso a servicios básicos

De acuerdo a la información establecida en la ficha - encuesta en el ítem Características fragilidad – social, se llegó a obtener datos de acceso a los servicios básicos de las personas y se presenta la siguiente clasificación:


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

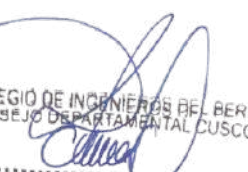

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 68: Descriptores del parámetro acceso a servicios básicos


PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
Acceso a servicios básicos	NINGUNO	Se refiere a viviendas que no cuentan con servicios básicos y son los más vulnerables ante cualquier evento de un flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar muy difícil de instalar o no tienen ningún interés o conocimiento de gestionar sus servicios.
	SOLO UN SSBB	Se refiere a viviendas que cuentan con un servicio básico (agua o luz) y son vulnerables ante cualquier evento de un flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar muy difícil de instalar o tiene poco interés o conocimiento de gestionar los demás servicios.
	DOS SSBB	Se refiere a viviendas que cuentan con dos servicios básicos (agua y luz) y son menos vulnerables ante cualquier evento de un flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar más accesible de instalar y tiene mediano interés y poco conocimiento de gestionar los demás servicios.
	TRES SSBB	Se refiere a viviendas que cuentan con tres servicios básicos (agua, luz y desagüe) y son menos vulnerables ante cualquier evento de un flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en un lugar con buena accesibilidad para instalar los servicios además de la economía para mantenerlas.
	TODOS LOS SSBB/TELEFONO, INTERNET	Se refiere a viviendas que cuentan con todos los servicios básicos (agua, luz y desagüe) además de algún otro como seguridad, teléfono fijo, etc. y son mucho menos vulnerables ante cualquier evento de un flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar con buena accesibilidad para instalar los servicios además de las economías para mantenerlas.

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 69: Matriz de comparación de pares del parámetro: acceso a servicios básicos

ACCESO A SERVICIOS BASICOS	NINGUNO	SOLO UN SSBB	DOS SSBB	TRES SSBB	TODOS LOS SSBB/TELEFONO, INTERNET
NINGUNO	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
SOLO UN SSBB	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
DOS SSBB	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
TRES SSBB	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
TODOS LOS SSBB/TELEFONO, INTERNET	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.89	8.53	15.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 70: Matriz de normalización de pares del parámetro: acceso a servicios básicos


ACCESO A SERVICIOS BASICOS	NINGUNO	SOLO UN SSBB	DOS SSBB	TRES SSBB	TODOS LOS SSBB/TELEFONO, INTERNET	Vector Priorización
NINGUNO	0.512	0.514	0.586	0.457	0.360	0.486
SOLO UN SSBB	0.256	0.257	0.234	0.261	0.280	0.258
DOS SSBB	0.102	0.128	0.117	0.196	0.200	0.149
TRES SSBB	0.073	0.064	0.039	0.065	0.120	0.072
TODOS LOS SSBB/TELEFONO, INTERNET	0.057	0.037	0.023	0.022	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 71: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: acceso a servicios básicos

Índice de consistencia	IC	0.037
Relación de consistencia < 0.1 (*)	RC	0.033

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.3.3 FACTOR DE LA RESILIENCIA SOCIAL

Los parámetros considerados en la resiliencia social son:

Tabla 72: Parámetros de resiliencia social

Parámetros	Pesos
Conocimiento en temas de GRD	0.5
Seguro	0.5

Fuente: Equipo técnico.


Parámetro: Conocimiento en temas de gestión de riesgo de desastres (GRD)

Este parámetro se refiere al nivel de conocimiento sobre la ocurrencia de peligros y desastres, en los pobladores de la asociación. Se ha identificado los siguientes descriptores.

Tabla 73: Descriptores del parámetro conocimiento de temas de GRD

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
Conocimiento de temas de GRD	Sin conocimiento	No conoce los peligros que pueden afectar su barrio o vivienda, así como el origen de estos, actúa de forma errónea al tratar de mitigar el riesgo de manera anti técnica y seguir ocupando las zonas de riesgo muy alto asumiendo que nunca ocurrirá un desastre en la zona donde habita.
	Conocimiento erróneo	Tiene un conocimiento erróneo sobre los peligros que pueden afectar su barrio o vivienda, así como el origen de estos, actúa de forma errónea al tratar de mitigar el riesgo de manera anti técnica y seguir ocupando las zonas de riesgo muy alto.
	Conocimiento limitado	Tiene un conocimiento aproximado sobre el peligro que puede afectar su barrio o vivienda, no conoce exactamente a que institución acudir en caso de emergencia y desastre, así mismo no sabe cómo prevenir el riesgo ni responder en caso de ocurrir una emergencia.
	Conocimiento sin interés	Conoce de forma lógica los peligros que pueden afectar su barrio y vivienda, conoce la institución a cuál acudir en caso de emergencia y desastres, pero no muestra interés en tomar acciones sobre la prevención y preparación ante riesgos.
	Con conocimiento	Conoce de forma precisa los peligros que pueden afectar su barrio y vivienda, conoce la institución a cuál acudir en caso de emergencia y desastres, así mismo muestra interés sobre la prevención y preparación ante riesgos ya que conoce el origen de los peligros y desastres, así como de las consecuencias.

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

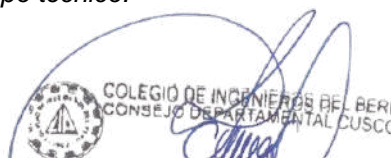

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 74: Matriz de comparación de pares del parámetro: conocimiento de temas de GRD

CONOCIMIENTO EN TEMAS DE GRD	SIN CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTO ERRONEO	CONOCIMIENTO LIMITADO	CONOCIMIENTO SIN INTERES	CON CONOCIMIENTO
SIN CONOCIMIENTO	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
CONOCIMIENTO ERRONEO	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
CONOCIMIENTO LIMITADO	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
CONOCIMIENTO SIN INTERES	0.17	0.25	0.33	1.00	4.00
CON CONOCIMIENTO	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00
SUMA	2.03	3.89	7.53	14.25	26.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 75: Matriz de normalización de pares del parámetro: conocimiento de temas de GRD


CONOCIMIENTO EN TEMAS DE GRD	SIN CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTO ERRONEO	CONOCIMIENTO LIMITADO	CONOCIMIENTO SIN INTERES	CON CONOCIMIENTO	Vector Priorización
SIN CONOCIMIENTO	0.493	0.514	0.531	0.421	0.346	0.461
CONOCIMIENTO ERRONEO	0.247	0.257	0.265	0.281	0.269	0.264
CONOCIMIENTO LIMITADO	0.123	0.128	0.133	0.211	0.192	0.157
CONOCIMIENTO SIN INTERES	0.082	0.064	0.044	0.070	0.154	0.083
CON CONOCIMIENTO	0.055	0.037	0.027	0.018	0.038	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 76: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Conocimiento de temas de GRD

Índice de consistencia	IC	0.043
Relación de consistencia < 0.1 (*)	RC	0.039

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

Parámetro: Seguro

De acuerdo a la información establecida en la ficha - encuesta en el ítem Características fragilidad – social, se llegó a obtener datos de organización social de las personas. Para este parámetro se identificó los siguientes descriptores:

Tabla 77: Descriptores del parámetro Tipo de Seguro

PARÁMETRO	DESCRIPTOR
SEGURO	SIN SEGURO
	SIS
	ESSALUD
	SPOLICIA
	PRIVADO

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 78: Matriz de comparación de pares del parámetro: Tipo de Seguro

SEGURO	SIN SEGURO	SIS	ESSALUD	SPOLICIA	PRIVADO
SIN SEGURO	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SIS	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
ESSALUD	0.20	0.33	1.00	3.00	3.00
SPOLICIA	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PRIVADO	0.11	0.14	0.33	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.67	16.33	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 79: Matriz de normalización de pares del parámetro: Tipo de Seguro


SEGURO	SIN SEGURO	SIS	ESSALUD	SPOLICIA	PRIVADO	Vector Priorización
SIN SEGURO	0.560	0.642	0.517	0.429	0.391	0.508
SIS	0.187	0.214	0.310	0.306	0.304	0.264
ESSALUD	0.112	0.071	0.103	0.184	0.130	0.120
SPOLICIA	0.080	0.043	0.034	0.061	0.130	0.070
PRIVADO	0.062	0.031	0.034	0.020	0.043	0.038
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

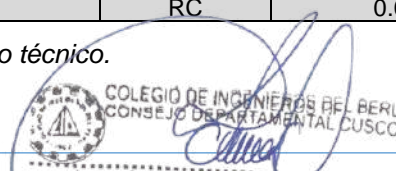
Fuente: Equipo técnico.

Tabla 80: Índice de consistencia y relación de consistencia del p.: Tipo de Seguro

Índice de consistencia	IC	0.057
Relación de consistencia < 0.1 (*)	RC	0.051

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.4 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 81: Factores de la vulnerabilidad económica

FACTORES VULNERABILIDAD ECONÓMICA		
EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	MATERIAL DE CONSTRUCCION	INGRESO FAMILIAR PROMEDIO
	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 82: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión económica

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 83: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión económica

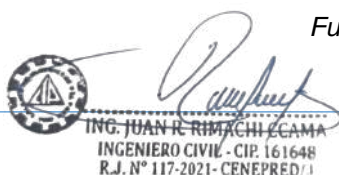
DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector de Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	0.539
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	0.297
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

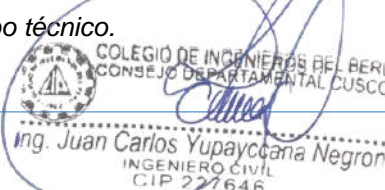
Fuente: Equipo técnico.

Tabla 84: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión económica

Índice de consistencia	IC	0.005
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.009

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.4.1 FACTOR DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA

Parámetro: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO

De acuerdo a la información establecida en la ficha - encuesta en el ítem Características fragilidad – social, se llegó a obtener datos de organización social de las personas. Para este parámetro se identificó los siguientes descriptores:

Tabla 85: Descriptores del parámetro de localización de la edificación

PARÁMETRO	DESCRIPTOR
LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO	Muy cercana (<10m)
	Cercana (10m - 15m)
	Medianamente cerca (15m - 30m)
	Alejada (30m - 50m)
	Muy alejada (>50m)

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 86: Matriz de comparación de pares del parámetro: localización de la edificación

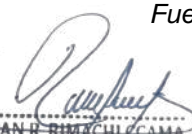
LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy cercana (<10m)	Cercana (10m - 15m)	Medianamente cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 50m)	Muy alejada (>50m)
Muy cercana (<10m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana (10m - 15m)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medi. cerca (15m - 30m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (30m - 50m)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada (>50m)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 87: Matriz de normalización de pares del parámetro: localización de la edificación

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy cercana (<10m)	Cercana (10m - 15m)	Medi. Cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 50m)	Muy alejada (>50m)	Vector Priorización
Muy cercana (<10m)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cercana (10m - 15m)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medi. cerca (15m - 30m)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alejada (30m - 50m)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy alejada (>50m)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHIZCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

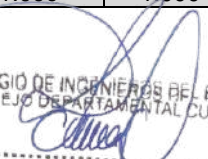

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

Tabla 88: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: localización de la edificación

Índice de consistencia	IC	0.061
Relación de consistencia < 0.1 (*)	RC	0.054

Fuente: Equipo técnico.

4.4.2 FACTOR DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA

PARAMETRO Nº 01: Material de construcción

Tabla 89: Matriz de comparación de pares - material de construcción.

MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	MIXTO / MADERA CON CALAMINA	ACERO DRY WALL	ADOBE O TAPIAL	LADRILLO BLOQUETA	CONCRETO ARMADO
MIXTO / MADERA CON CALAMINA	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
ACERO DRY WALL	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
ADOBE O TAPIAL	0.25	0.50	1.00	2.00	5.00
LADRILLO BLOQUETA	0.14	0.25	0.50	1.00	5.00
CONCRETO ARMADO	0.11	0.17	0.20	0.20	1.00
SUMA	2.00	3.92	7.70	14.20	26.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: equipo técnico.

Tabla 90: Matriz de normalización de pares – material de construcción.


MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	MIXTO / MADERA CC	ACERO DRY WALL	ADOBE O TAPIAL	LADRILLO BLOQUETA	CONCRETO ARMADO	Vector Priorización
MIXTO / MADERA CON CALAMINA	0.499	0.511	0.519	0.493	0.346	0.474
ACERO DRY WALL	0.250	0.255	0.260	0.282	0.231	0.255
ADOBE O TAPIAL	0.125	0.128	0.130	0.141	0.192	0.143
LADRILLO BLOQUETA	0.071	0.064	0.065	0.070	0.192	0.093
CONCRETO ARMADO	0.055	0.043	0.026	0.014	0.038	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

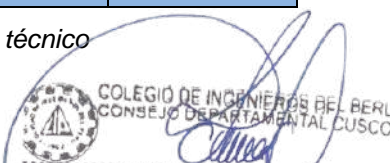
Fuente: equipo técnico.

Tabla 91: Índice y relación de consistencia - material de construcción.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.052
RELACION DE CONSISTENCIA	0.046

Fuente: equipo técnico


ING. JUAN R. RIVAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. Nº 117-2021-CENEPRED-1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

PARAMETRO N° 02: Estado de conservación de la edificación

Tabla 92: Matriz de comparación de pares – estado de conservación de la edificación.

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACIÓN	MUY MALO/PRECARIO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
MUY MALO/PRECARIO	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
MALO	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
REGULAR	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
BUENO	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
MUY BUENO	0.14	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.09	3.92	7.53	13.33	22.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: equipo técnico.

Tabla 93: Matriz de normalización de pares - estado de conservación de la edificación.


ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACIÓN	MUY MALO/PRECARIO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	Vector Priorización
MUY MALO/PRECARIO	0.478	0.511	0.531	0.375	0.318	0.443
MALO	0.239	0.255	0.265	0.300	0.273	0.266
REGULAR	0.119	0.128	0.133	0.225	0.227	0.166
BUENO	0.096	0.064	0.044	0.075	0.136	0.083
MUY BUENO	0.068	0.043	0.027	0.025	0.045	0.042
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico.

Tabla 94: Índice y relación de consistencia – estado de conservación de la edificación.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.005
RELACION DE CONSISTENCIA	0.005

Fuente: equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.4.3 FACTOR DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA

PARAMETRO N° 01: INGRESO FAMILIAR

Tabla 95: Matriz de comparación de pares - Ingreso familiar promedio mensual (mes).

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (MES)	≤ 200	>200 - ≤ 750	>750 - ≤ 1500	>1500 - ≤ 3000	>3000
≤ 200	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
>200 - ≤ 750	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
>750 - ≤ 1500	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
>1500 - ≤ 3000	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
>3000	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.

Tabla 96: Matriz de normalización de pares - Ingreso familiar promedio mensual (mes).


INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (MES)	≤ 200	>200 - ≤ 750	>750 - ≤ 1500	>1500 - ≤ 3000	>3000	Vector Priorización
≤ 200	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
>200 - ≤ 750	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
>750 - ≤ 1500	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
>1500 - ≤ 3000	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
>3000	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

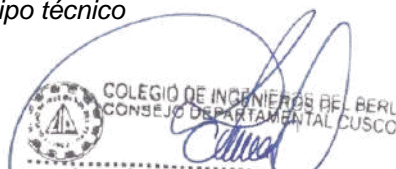
Fuente: equipo técnico.

Tabla 97: Índice y relación de consistencia – Ingreso familiar promedio mensual (mes).

INDICE DE CONSISTENCIA	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA	0.054

Fuente: equipo técnico


ING. JUAN R. RIVAUCHI
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.5 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 98: Parámetros en la evaluación de la Dimensión Ambiental

FACTORES VULNERABILIDAD AMBIENTAL		
EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
CERCANÍA DE RESIDUOS SOLIDOS	DISPOSICION DE RRSS	CONOCIMIENTOS EN TEMAS AMBIENTALES
	TIPO DE DISPOSICION DE ESCRETAS	MANEJO DE RRSS

Fuente: Equipo técnico.

Tabla 99: Matriz de comparación de pares de los factores de la vulnerabilidad ambiental.

V - AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	5.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	3.33	9.00
1/SUMA	0.59	0.30	0.11

Fuente: equipo técnico.

Tabla 100: Matriz de normalización de pares de los factores de la vulnerabilidad ambiental.

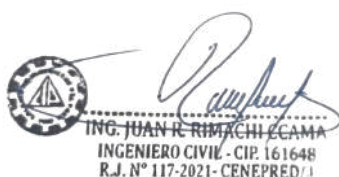
V - AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.588	0.600	0.556	0.581
Fragilidad	0.294	0.300	0.333	0.309
Resiliencia	0.118	0.100	0.111	0.110
	1.000	1.000	1.000	1.000

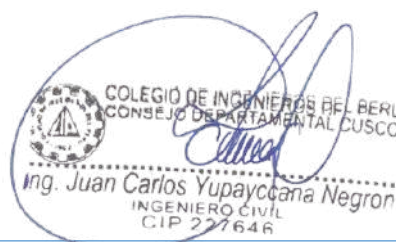
Fuente: equipo técnico.

Tabla 101: Índice y relación de consistencia de los factores de la vulnerabilidad ambiental.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.002
RELACION DE CONSISTENCIA	0.004

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.5.1 FACTOR DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL

PARAMETRO N° 01: CERCANIA DE RESIDUOS SOLIDOS

Tabla 102: Matriz de comparación de pares - cercanía de residuos sólidos.

CERCANÍA DE RESIDUOS SOLIDOS	Menos de 25 m.	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m.	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m
Menos de 25 m.	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
De 25 a 50 m	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
De 50 a 100 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 100 a 250 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 250 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico.

Tabla 103: Matriz de normalización de pares – cercanía de residuos sólidos.


CERCANÍA DE RESIDUOS SOLIDOS	Menos de 25 m.	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m.	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m	Vector Priorización
Menos de 25 m.	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
De 25 a 50 m	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
De 50 a 100 m.	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
De 100 a 250 m	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Mayor a 250 m	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico.

Tabla 104: Índice y relación de consistencia - cercanía de residuos sólidos

INDICE DE CONSISTENCIA	0.047
RELACION DE CONSISTENCIA	0.043

Fuente: equipo técnico


ING. JUAN R. RIMACHI ZCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/I


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.5.2 FACTOR DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL

PARAMETRO N° 01: disposición de residuos sólidos (RRSS)

Tabla 105: Matriz de comparación de pares - disposición de residuos sólidos.

DISPOSICION DE RRSS	DESECHAR EN QUEBRADAS Y CAUSES	DESECHAR EN VIAS Y CALLES	DESECHAR EN BOTADEROS	CARRO RECOLECTOR	CARRO RECOLECTOR SEGREGADA
DESECHAR EN QUEBRADAS Y CAUSES	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
DESECHAR EN VIAS Y CALLES	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
DESECHAR EN BOTADEROS	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
CARRO RECOLECTOR	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
CARRO RECOLECTOR EN FORMA SEGREGADA	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico.

Tabla 106: Matriz de normalización de pares - disposición de residuos sólidos.

DISPOSICION DE RRSS	DESECHAR EN QUEBRADAS Y CAUSES	DESECHAR EN VIAS Y CALLES	DESECHAR EN BOTADEROS	CARRO RECOLECTOR	DESECHAR EN QUEBRADAS Y CAUSES	Vector Priorización
DESECHAR EN QUEBRADAS Y CAUSES	0.499	0.544	0.469	0.429	0.360	0.460
DESECHAR EN VIAS Y CALLES	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
DESECHAR EN BOTADEROS	0.125	0.091	0.117	0.184	0.200	0.143
CARRO RECOLECTOR	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
CARRO RECOLECTOR EN FORMA SEGREGADA	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico.

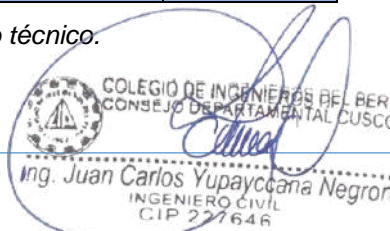
Tabla 107: Índice y relación de consistencia - disposición de residuos sólidos.

INDICE DE CONSISTENCIA	0.041
RELACION DE CONSISTENCIA	0.037

Fuente: equipo técnico.



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

PARAMETRO N° 02: TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS

Tabla 108: Matriz de comparación de pares - Tipo de disposición de excretas.

TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS	SIN SERVICIO HIGIÉNICO	LETRINA CON ARRASTRE HIDRÁULICO	LETRINA TIPO POZO SECO	INSTALACIÓN SANITARIA Y TANQUE SÉPTICO	INSTALACIÓN SANITARIA CONECTADA A LA RED
SIN SERVICIO HIGIÉNICO	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
LETRINA CON ARRASTRE HIDRÁULICO	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
LETRINA TIPO POZO SECO	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
INSTALACIÓN SANITARIA Y TANQUE SÉPTICO	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
INSTALACIÓN SANITARIA CONECTADA A LA RED	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico.

Tabla 109: Matriz de normalización de pares - Tipo de disposición de excretas.

TIPO DE CONEXIÓN DE RED DE DESEGUE	SIN SERVICIO HIGIÉNICO	CON LETRINA SECA	CON LETRINA Y ARRASTRE HIDRÁULICO	CON INSTALACION SANITARIA Y TANQUE SEPTICO	CON INTALACION SANITARIA CONECTADA RED	VECTOR PRIORIZACIÓN
SIN SERVICIO HIGIÉNICO	0.499	0.544	0.586	0.429	0.360	0.484
CON LETRINA SECA	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
CON LETRINA Y ARRASTRE HIDRÁULICO	0.100	0.091	0.117	0.184	0.200	0.138
CON INSTALACION SANITARIA Y TANQUE SEPTICO	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
CON INTALACION SANITARIA CONECTADA RED	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036
	0.975	1.000	1.117	1.000	1.000	1.018

Fuente: equipo técnico.

Tabla 110: Índice y relación de consistencia - Tipo de disposición de excretas

INDICE DE CONSISTENCIA	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA	0.040

Fuente: equipo técnico



ING. JUAN R. RIVERO ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.5.3 FACTOR DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL

PARAMETRO Nº 01: CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES

Tabla 111: Matriz de comparación de pares - Conocimientos en temas ambientales

CONOCIMIENTOS EN TEMAS AMBIENTALES	NINGUNO	OTRAS PERSONAS	POR RADIO Y TV	POR MEDIOS DE INTERNET	SENSIBILIZACIONES POR INSTITUCIONES
NINGUNO	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
OTRAS PERSONAS	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
POR RADIO Y TV	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
POR MEDIOS DE INTERNET	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
SENSIBILIZACIONES POR INSTITUCIONES	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico.

Tabla 112: Matriz de normalización de pares - Conocimientos en temas ambientales


CONOCIMIENTOS EN TEMAS AMBIENTALES	NINGUNO	OTRAS PERSONAS	POR RADIO Y TV	POR MEDIOS DE INTERNET	SENSIBILIZACIONES POR INSTITUCIONES	Vector Priorización
NINGUNO	0.528	0.606	0.519	0.450	0.333	0.487
OTRAS PERSONAS	0.176	0.202	0.260	0.300	0.238	0.235
POR RADIO Y TV	0.132	0.101	0.130	0.150	0.238	0.150
POR MEDIOS DE INTERNET	0.088	0.051	0.065	0.075	0.143	0.084
SENSIBILIZACIONES POR INSTITUCIONES	0.075	0.040	0.026	0.025	0.048	0.043
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico.

Tabla 113: Índice y relación de consistencia - Conocimientos en temas ambientales

INDICE DE CONSISTENCIA	0.047
RELACION DE CONSISTENCIA	0.043

Fuente: equipo técnico


ING. JUAN CARLOS YUPAYCCANA NEGRON
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. Nº 117-2021-CEPREDA


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

PARAMETRO N° 02: MANEJO DE RRSS

Tabla 114: Matriz de comparación de pares - Manejo de residuos sólidos

MANEJO DE RRSS	SIN MANEJO	DEPOSITA EN SOLO EMBASES	SELECCIONA ORGANICO E INORGANICO	REUSO Y COMPOSTAJE	CLASIFICACION POR MATERIAL
SIN MANEJO	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
DEPOSITA EN SOLO EMBASES	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
SELECCIONA ORGANICO E INORGANICO	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
REUSO Y COMPOSTAJE	0.14	0.20	0.33	1.00	4.00
CLASIFICACION POR MATERIAL	0.11	0.14	0.17	0.25	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.50	16.25	27.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: equipo técnico.

Tabla 115: Matriz de normalización de pares – Manejo de residuos sólidos


MANEJO DE RRSS	SIN MANEJO	DEPOSITA EN SOLO EMBASES	SELECCIONA ORGANICO E INORGANICO	REUSO Y COMPOSTAJE	CLASIFICACION POR MATERIAL	Vector Priorización
SIN MANEJO	0.499	0.544	0.471	0.431	0.333	0.456
DEPOSITA EN SOLO EMBASES	0.250	0.272	0.353	0.308	0.259	0.288
SELECCIONA ORGANICO E INORGANICO	0.125	0.091	0.118	0.185	0.222	0.148
REUSO Y COMPOSTAJE	0.071	0.054	0.039	0.062	0.148	0.075
CLASIFICACION POR MATERIAL	0.055	0.039	0.020	0.015	0.037	0.033
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000


Fuente: equipo técnico.

Tabla 116: Índice y relación de consistencia - Manejo de residuos sólidos

INDICE DE CONSISTENCIA	0.062
RELACION DE CONSISTENCIA	0.055

Fuente: equipo técnico


ING. JUAN CARLOS RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

4.6 NIVELES DE VULNERABILIDAD

Para fines de la evaluación de riesgo las zonas de vulnerabilidad se estratificaron en tres niveles, dimensión social, económica y ambiental cuyas características y valores se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 117: Peso de Vulnerabilidad


VULNERABILIDAD SOCIAL		VULNERABILIDAD ECONÓMICA		VULNERABILIDAD AMBIENTAL		VALORES DE SÍNTESIS DE VULNERABILIDAD
VALORES	Peso V. Social	VALORES	Peso V. Económica	VALORES	Peso V. Ambiental	
0.476	0.539	0.490	0.297	0.471	0.164	0.479
0.277	0.539	0.260	0.297	0.288	0.164	0.274
0.144	0.539	0.140	0.297	0.139	0.164	0.142
0.068	0.539	0.074	0.297	0.070	0.164	0.070
0.036	0.539	0.036	0.297	0.035	0.164	0.036
1.00		1.00		1.000		1.000

Fuente: Equipo técnico

Tabla 118: Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.274	<	V	≤	0.479
ALTO	0.142	<	V	≤	0.274
MEDIO	0.070	<	V	≤	0.142
BAJO	0.036	≤	V	≤	0.070

Fuente: Equipo técnico.


ING. JUAN R. RIMACHIZCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

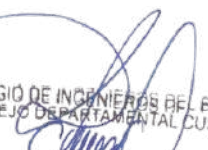
Tabla 119: Matriz de vulnerabilidad.

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	RANGO				
VULNERABILIDAD MUY ALTA	La población se dedica principalmente a la agricultura de subsistencia, con limitadas áreas de cultivo y baja diversificación productiva. Presenta escasa organización comunitaria y falta de capacitación institucional, lo que incrementa su vulnerabilidad. Asimismo, la infraestructura vial y los puentes cercanos muestran alto riesgo de afectación ante eventos naturales	0.274	<	V	≤	0.479
VULNERABILIDAD ALTA	En los predios residen más de seis personas por vivienda, lo que refleja condiciones de hacinamiento. La actividad económica principal es el trabajo como obreros, con parcelas agrícolas menores a 1000 m ² que limitan la seguridad alimentaria. La organización social se reduce a la existencia de una junta comunal, sin mayor capacidad de gestión o respuesta ante emergencias	0.142	<	V	≤	0.274
VULNERABILIDAD MEDIA	La vivienda presenta un estado de conservación regular a medio. La construcción es de tipo madera. Se plantea la implementación de drenes de protección y la construcción de un muro de contención como medidas de seguridad y estabilidad.	0.070	<	V	≤	0.142
VULNERABILIDAD BAJA	El estado de conservación de la carretera (vía) y de las viviendas existentes, localizadas sobre un afloramiento intrusivo de roca granítica, presenta condiciones que requieren evaluación detallada para determinar su estabilidad y funcionalidad.	0.036	≤	V	≤	0.070

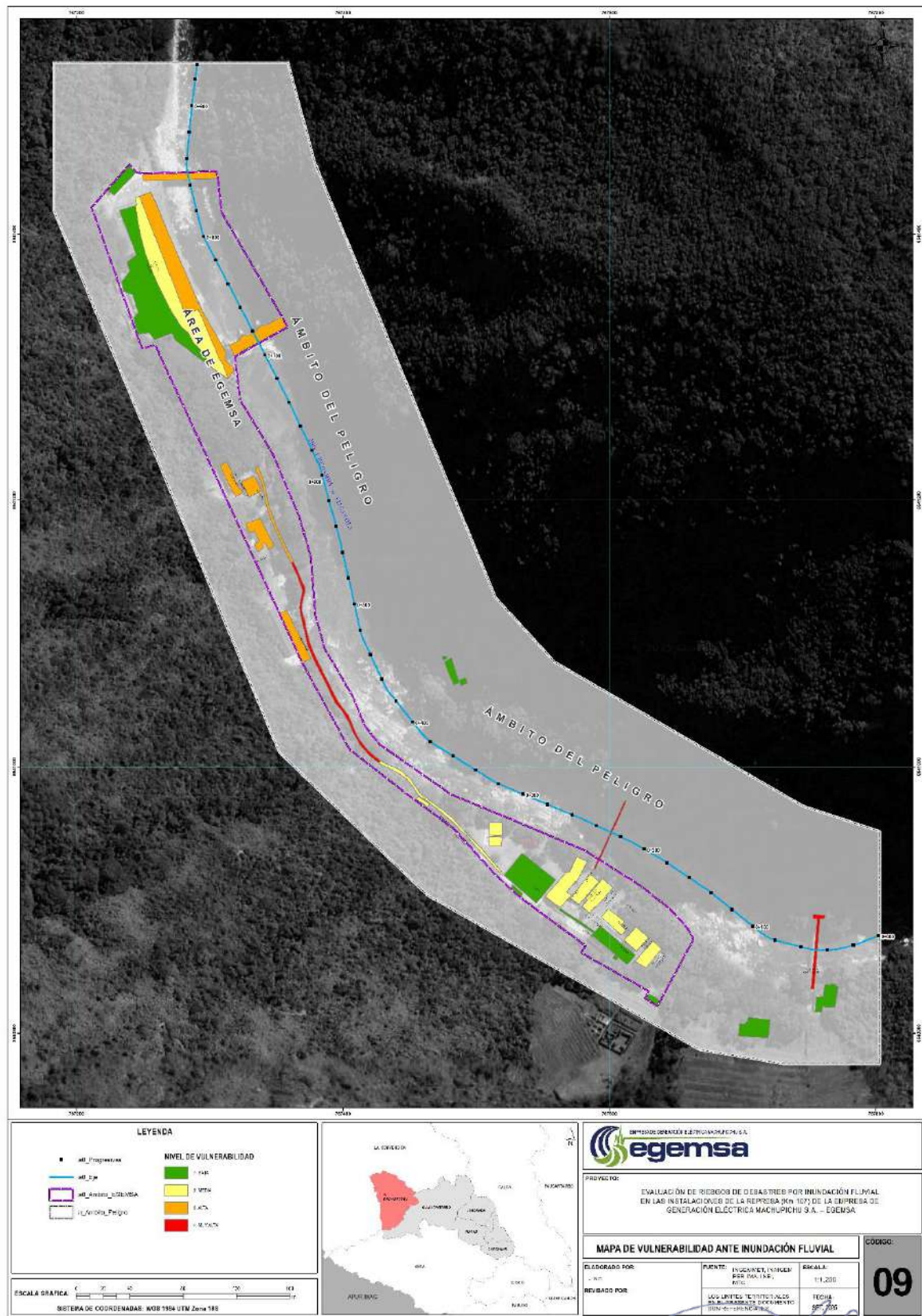
Fuente: Equipo técnico.

4.7 MAPA DE VULNERABILIDAD


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 14 Vulnerabilidad



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

Fuente: Elaboración Propia

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

El riesgo se define como el resultado de la interacción entre la peligrosidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, lo que permite estimar los posibles efectos y consecuencias de carácter social, económico y ambiental asociados a uno o varios fenómenos peligrosos. De acuerdo con la Ley N.º 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), el riesgo se expresa como una función del peligro y la vulnerabilidad, en concordancia con el enfoque integral de la gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo.

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

DONDE:

R= Riesgo.

f= En función


Pi =Peligro


Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Esta ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad.

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se halla determinado los niveles de intensidad y frecuencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Con los valores obtenidos del grado de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad total, se interrelaciona, por un lado (vertical), el grado de peligrosidad; y por otro (horizontal) el grado de vulnerabilidad total en la respectiva matriz. En la intersección de ambos valores, sobre el cuadro de referencia, se podrá estimar el riesgo.


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

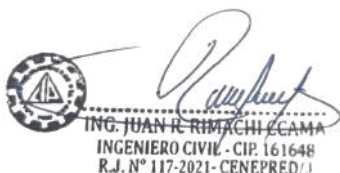

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

5.1 METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DE RIESGO

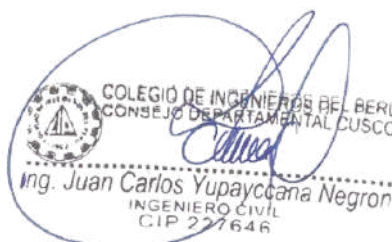
Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesto el área de estudio, y realizado los respectivos análisis de vulnerabilidad, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio. Es decir, estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico (inducido por el hombre).

El cálculo del riesgo corresponde a un análisis y combinación de datos teórico empíricos con respecto a la probabilidad de ocurrencia del peligro identificado, es decir, la interrelación de las condiciones espacio-temporales del área en estudio representado en las distintas dimensiones de vulnerabilidad territorial.

Existen diversos criterios o métodos para el cálculo del riesgo, por un lado, el analítico o matemático; y por otro, el descriptivo.

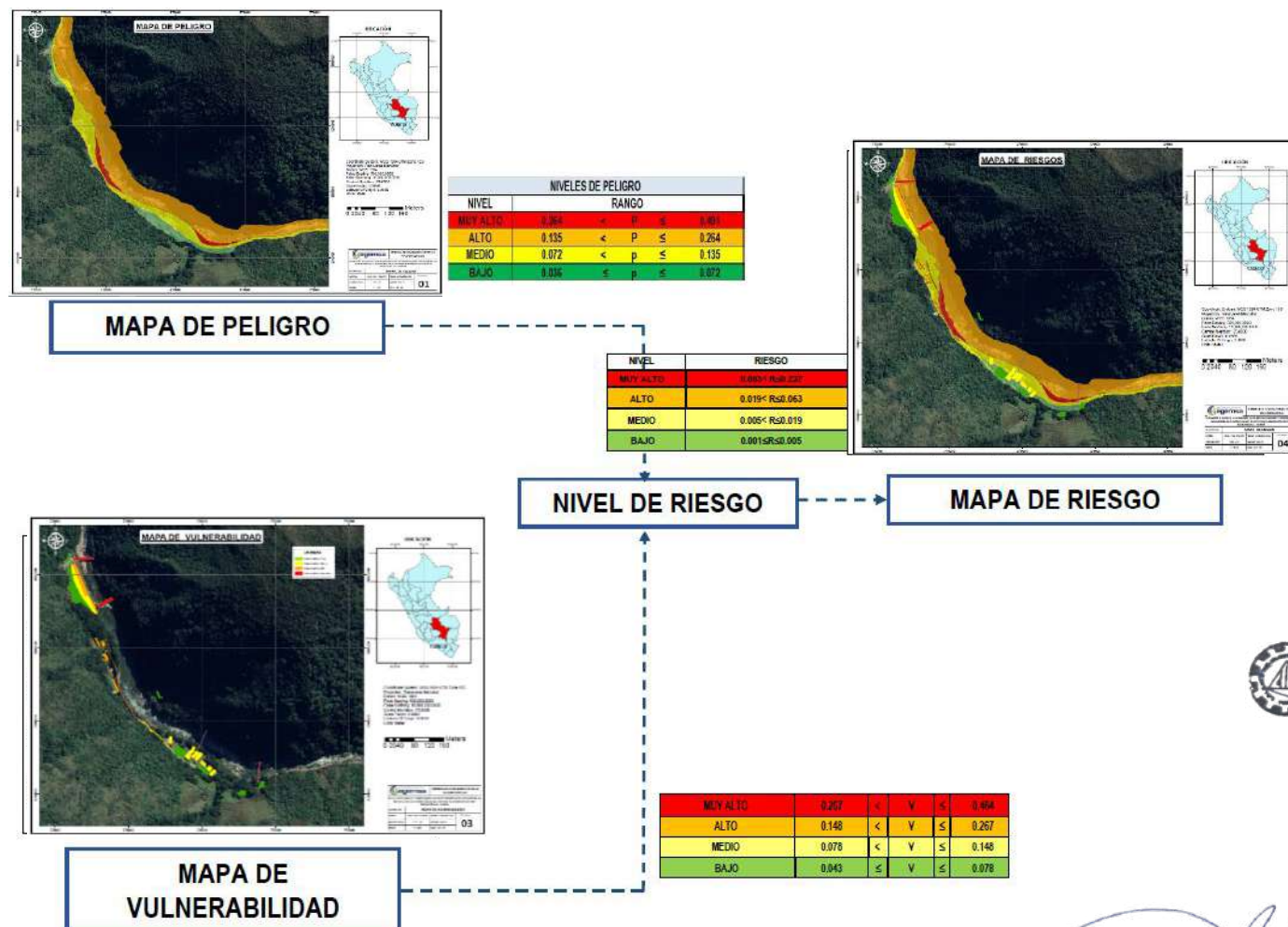


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021 - CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Figura 1: Flujograma para estimar los niveles de riesgo




ING. JUAN R. RHUACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/ I


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

5.2 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

Los niveles de riesgo por inundación fluvial y erosión en el ámbito de estudio se detallan a continuación:

Tabla 120: Cálculo del riesgo por Inundación y Erosión


PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
0.491	0.479	0.235
0.269	0.274	0.074
0.137	0.142	0.019
0.068	0.070	0.005
0.035	0.036	0.001

Fuente: CENEPRED Equipo técnico.

Tabla 121: Niveles de riesgo

NIVEL	RIESGO
MUY ALTO	$0.074 < R \leq 0.235$
ALTO	$0.019 < R \leq 0.074$
MEDIO	$0.005 < R \leq 0.019$
BAJO	$0.001 \leq R \leq 0.005$

Fuente: Equipo Técnico.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

5.3 ESTRATIFICACION DEL NIVEL DEL RIESGO

Los niveles de riesgos originados por inundación fluvial y erosión en el ámbito de estudio son los siguientes:

Tabla 122: Matriz de riesgo

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCION	RANGO
RIESGO MUY ALTO	<p>Las precipitaciones en el área de estudio superan los 43.8 mm, clasificándose como eventos extremadamente lluviosos. Esta condición pluviométrica provoca una recurrencia de inundaciones fluviales superior a cinco eventos anuales, acompañada de procesos de erosión acelerada, debido al incremento del caudal del río Vilcanota, que en periodos de crecida alcanza valores hasta 12 veces mayores al caudal medio, con un tiempo de retorno estimado en 10 años.</p> <p>Desde la perspectiva geomorfológica, el ámbito se localiza en zonas altamente susceptibles a erosión e inundación, con pendientes bajas (0–5 %) —planas a suavemente inclinadas— y en proximidad inmediata al cauce (< 20 m). Litológicamente, predomina la presencia de depósitos aluviales, lo que incrementa la vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos.</p> <p>En el aspecto económico, la población se dedica principalmente a la agricultura de subsistencia, con escasa o nula diversificación productiva, limitada organización social e institucional y deficiencia en la capacitación para la gestión del riesgo. Además, las infraestructuras críticas (carreteras y puentes) se encuentran expuestas a daños recurrentes, aumentando significativamente la vulnerabilidad del sector.</p>	0.074 < R ≤ 0.235
RIESGO ALTO	<p>La precipitación registrada en el área de estudio se encuentra en el rango de 28.00 a 43.80 mm, lo que genera una recurrencia de inundaciones fluviales entre 3 y 4 eventos por año, acompañadas por un incremento del caudal del río Vilcanota hasta 8 veces respecto a su caudal medio normal. Este comportamiento hidrológico implica un tiempo de retorno aproximado de 20 años y se asocia directamente a procesos de erosión fluvial y pérdida de estabilidad de márgenes.</p> <p>Desde el punto de vista topográfico, el área se ubica en sectores con pendientes entre 5–12 %, clasificadas como ligeramente a moderadamente inclinadas, con una proximidad al cauce del río Vilcanota entre 25 y 100 metros, condición que incrementa la exposición frente a desbordes y socavaciones. En el aspecto litológico, corresponde a depósitos fluviales recientes, caracterizados por materiales poco consolidados y alta permeabilidad, lo que incrementa la susceptibilidad a inundaciones y erosión lateral del cauce.</p> <p>En cuanto al componente físico-económico, los predios presentan alta densidad poblacional (más de 6 personas por unidad de vivienda). La actividad económica predominante es de obreros y mano de obra no calificada, con parcelas agrícolas menores a 1,000 m², lo que limita la capacidad productiva y genera alta dependencia económica externa. Asimismo, la organización social se reduce a una junta comunal básica, reflejando una capacidad limitada de gestión del riesgo y respuesta ante emergencias.</p>	0.019 < R ≤ 0.074
RIESGO MEDIO	<p>La precipitación registrada en este escenario se encuentra en el rango de 21.40 a 28.00 mm, clasificada como lluviosa, generando una recurrencia de inundaciones fluviales de 2 a 3 eventos por año en promedio. Estas precipitaciones ocasionan un incremento del caudal del río Vilcanota hasta 6 veces respecto a su caudal medio normal, asociado a procesos de erosión de intensidad moderada, con un tiempo de retorno estimado en 50 años.</p>	0.005 < R ≤ 0.019



ING. JUAN R. RIVERO ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1




COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

	<p>Desde la perspectiva geomorfológica, el área corresponde a valles y quebradas con pendientes entre 12–20 %, características de zonas inclinadas y de alta susceptibilidad a la inestabilidad de laderas. La proximidad al cauce del río Vilcanota oscila entre 100 y 200 metros, condición que incrementa el grado de exposición. En el aspecto litológico, el terreno está constituido por depósitos aluviales no consolidados, lo cual favorece la infiltración y la erosión, aumentando la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos.</p> <p>En cuanto al componente físico–económico, las viviendas presentan un estado de conservación regular, con predominio de construcciones de madera y ausencia de medidas adecuadas de mitigación. Las intervenciones propuestas se limitan a la implementación de drenes de protección y muros de contención básicos, lo que refleja una baja capacidad de resiliencia estructural frente a eventos extraordinarios.</p>	
RIESGO BAJO	<p>La precipitación considerada en este escenario es inferior al percentil 90, lo que se asocia a una recurrencia de inundaciones fluviales de 1 a 2 eventos por año en promedio. Bajo estas condiciones, el caudal del río Vilcanota puede incrementarse hasta 4 veces respecto a su valor normal, generando procesos de erosión de baja intensidad, con un tiempo de retorno estimado mayor a 100 años.</p> <p>Desde el punto de vista geomorfológico, el área corresponde a montañas rocosas con pendientes superiores al 20 %, propias de zonas empinadas y fuertemente inclinadas, lo que condiciona la inestabilidad de taludes y la susceptibilidad a procesos erosivos superficiales. La proximidad al cauce es relativamente baja, dado que se ubica a más de 300 metros del río Vilcanota, lo que reduce la exposición directa frente a inundaciones, aunque no elimina los riesgos asociados a deslizamientos inducidos por saturación de suelos.</p> <p>En cuanto a la litología, el terreno está compuesto por afloramientos intrusivos de granito, lo que le confiere una mayor estabilidad estructural y resistencia mecánica, aunque también condiciona limitaciones en la capacidad de infiltración y favorece la concentración de escorrentía superficial.</p> <p>En el componente físico–estructural, las viviendas existentes y la carretera presentan un estado de conservación regular, asentadas sobre formaciones graníticas, lo que si bien aporta cierta estabilidad frente a socavación fluvial, no las exime de afectaciones derivadas de la erosión superficial y procesos de remoción en masa.</p>	0.001 < R ≤ 0.005

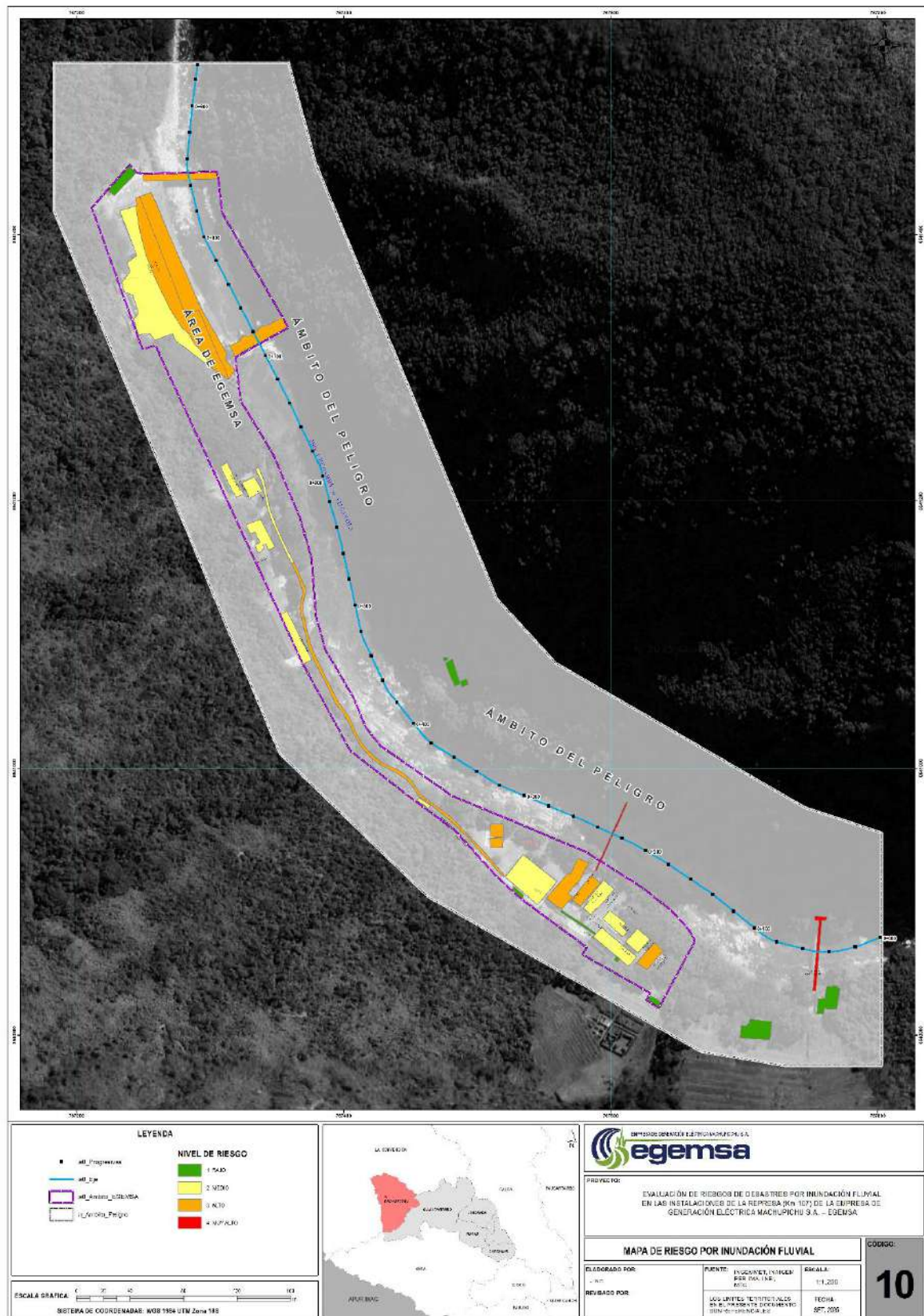
Fuente: Equipo Técnico.

5.4 MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIONES


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Mapa 15 Riesgo ante inundaciones



Fuente: Elaboración Propia



ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



ING. JUAN CARLOS YUPAYCOANA NEGRON
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

5.5 MATRIZ DE RIESGO

La matriz de riesgos originados por inundación y erosión en el ámbito de estudio es el siguiente:

figura 01: Matriz de Riesgo

PELIGRO

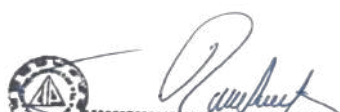
PMA	0.491	0.034	0.070	0.135	0.235
PA	0.269	0.019	0.038	0.074	0.129
PM	0.137	0.010	0.019	0.038	0.066
PB	0.068	0.005	0.010	0.019	0.033
		0.070	0.142	0.274	0.479
		VB	VM	VA	VMA

VULNERABILIDAD

Fuente: CENEPRED

5.6 EFECTOS PROBABLES

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad y el mapa de riesgo frente a la amenaza de inundación fluvial y procesos de erosión asociados a las altas velocidades de la corriente del río en el ámbito de estudio, se identifican posibles daños y pérdidas significativas en viviendas ubicadas frente a las instalaciones del campamento de la Empresa de Generación Eléctrica de Machupicchu S.A. Km 107 (REPRESA). Asimismo, se verían comprometidas las vías de comunicación, junto con áreas de alto valor cultural y ambiental, tales como zonas arqueológicas, espacios de conservación natural y sectores destinados a la actividad agrícola.


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAPITULO VI CONTROL DE RIESGO

La implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo contribuye a disminuir la probabilidad de daños y pérdidas, pero no garantiza la eliminación total del riesgo, dado que este nunca puede ser nulo. En ese sentido, el riesgo siempre mantiene un valor residual, cuyo nivel dependerá de las condiciones de peligrosidad, vulnerabilidad y exposición existentes en el ámbito de estudio.

Conforme a los lineamientos de gestión del riesgo establecidos por el CENEPRED, se reconoce que:

- El riesgo controlable corresponde a aquel que, mediante la aplicación de medidas preventivas y correctivas, puede ser reducido hasta niveles aceptables o tolerables.
- El riesgo incontrolable hace referencia a situaciones donde, pese a las intervenciones, persisten condiciones extremas de peligrosidad y vulnerabilidad que superan la capacidad de control, resultando técnicamente inviable y financieramente injustificado destinar mayores inversiones.
- El concepto de riesgo aceptable o admisible se asocia al nivel de riesgo que la sociedad o comunidad está dispuesta a asumir, considerando sus condiciones socioeconómicas, ambientales y de gestión, en equilibrio con la viabilidad de implementar medidas de reducción.

Asimismo, es posible que se presenten eventos de muy baja probabilidad de ocurrencia, para los cuales no resulta justificado realizar inversiones significativas, dado que el costo de intervención superaría los beneficios esperados.

En los cuadros siguientes se presentan los criterios técnicos utilizados en la metodología de evaluación de riesgos, que incluyen:

- Consecuencias del impacto esperado,
- Frecuencia de ocurrencia de los fenómenos,
- Escalas cualitativas de daño y afectación,
- Niveles de aceptabilidad y tolerancia del riesgo,

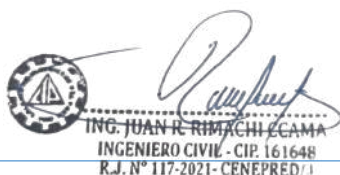
Matrices de riesgo que permiten determinar los escenarios de control y orientar la priorización de medidas estructurales y no estructurales.

6.1 ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO

Tipo de Peligro: Peligro por inundación fluvial y Erosión

Tipo de fenómeno: Hidrometeorológico

Elementos Expuestos: las instalaciones del campamento de la Empresa de Generación Eléctrica de Machupicchu S.A. Km 107 (REPRESA), viviendas y áreas de alto valor cultural y ambiental como áreas protegidas por SERNANP.


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

6.1.1 Valoración de las consecuencias

Tabla 123: Valoración De Consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
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 son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED, 2014.

Del cuadro anterior, obtenemos consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas por apoyo externo, es decir POSEE EL NIVEL 3 – ALTA.


6.1.2 Valoración de la Frecuencia de Recurrencia

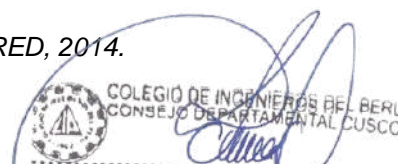
Como se indica anteriormente, los fenómenos naturales presentan recurrencia originando peligros por movimientos en masa e Inundaciones, de acuerdo a la valoración de la frecuencia de recurrencia presenta un valor 3 con NIVEL ALTO, indicando que puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias como podrían ser la activación o formación en la zona, por el impacto inducido en ellos (elevando el nivel de vulnerabilidad).

Tabla 124: Valoración de la Frecuencia de Recurrencia

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
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 son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED, 2014.


ING. JUAN R. RIMACHI CERNA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227648

6.1.3 Nivel De Consecuencia y Daño (Matriz):

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

Tabla 125: Nivel de consecuencia y daños.

CONSECUENCIA	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTA	4.00	ALTA	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
ALTA	3.00	MEDIO	ALTA	ALTA	MUY ALTA
MEDIO	2.00	MEDIO	MEDIO	ALTA	ALTA
BAJO	1.00	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTA
	NIVEL	1.00	2.00	3.00	4.00
	FRECUENCIA	BAJO	MEDIO	ALTA	MUY ALTA

Fuente: CENEPRED, 2014.


6.1.4 Medidas cualitativas de consecuencias y daños

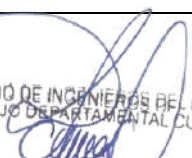
Entonces se deduce en la tabla anterior de la matriz de doble entrada el nivel de consecuencias y daños que corresponde al Valor 3 con nivel ALTO, y en la Tabla siguiente corresponde la descripción “requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altas”.

Tabla 126: Nivel de consecuencia y daño

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Muy Alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.
1	Bajo	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas

Fuente: CENEPRED, 2014.


ING. JUAN R. RIVAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

6.1.5 Aceptabilidad y tolerancia

Al obtener el nivel de consecuencia y daño ALTA, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es de NIVEL 3 – INACEPTABLE.

Tabla 127: Aceptabilidad y tolerancia.

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
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	TOLERANTE	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED, 2014.

Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo (matriz): RIESGO ALTO (INACEPTABLE), así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 128: Matriz de Aceptabilidad y tolerancia del riesgo

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED, 2014.

6.1.6 Prioridad de la intervención

Tabla 129: Nivel de priorización

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

Fuente: CENEPRED, 2014.

Del análisis del cuadro del nivel de priorización del riesgo se precisa que el RIESGO ES INACEPTABLE, es decir se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.

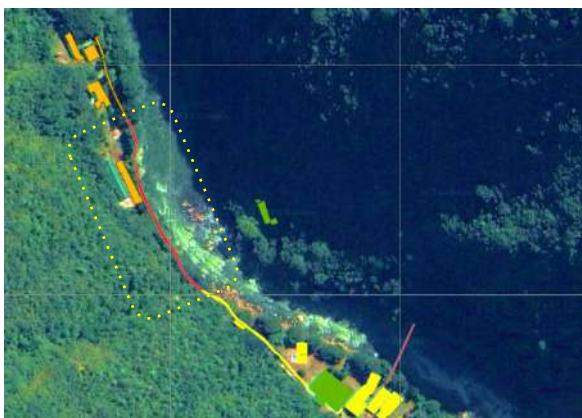
6.2 MEDIDAS ESTRUCTURALES

Referido a la construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas (UNISDR, 2009). En ese entender, se plantean las siguientes medidas estructurales para reducir el posible impacto generado por el fenómeno de inundación y erosión fluvial del río Vilcanota.


6.2.1 UBICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Se propone efectuar la protección de la ribera del río en su margen izquierda, en los dos tramos evaluados y considerados como puntos de muy alta vulnerabilidad, detallándose su ubicación en el siguiente detalle:

- **Tramo 02** comprendido entre la PTAR del campamento y el área de Tópico, ya que en este sector se han registrado procesos de erosión directa sobre la ribera, el mismo que ocasiono que un tramo de superficie de concreto se encuentre suspendida en el vacío.

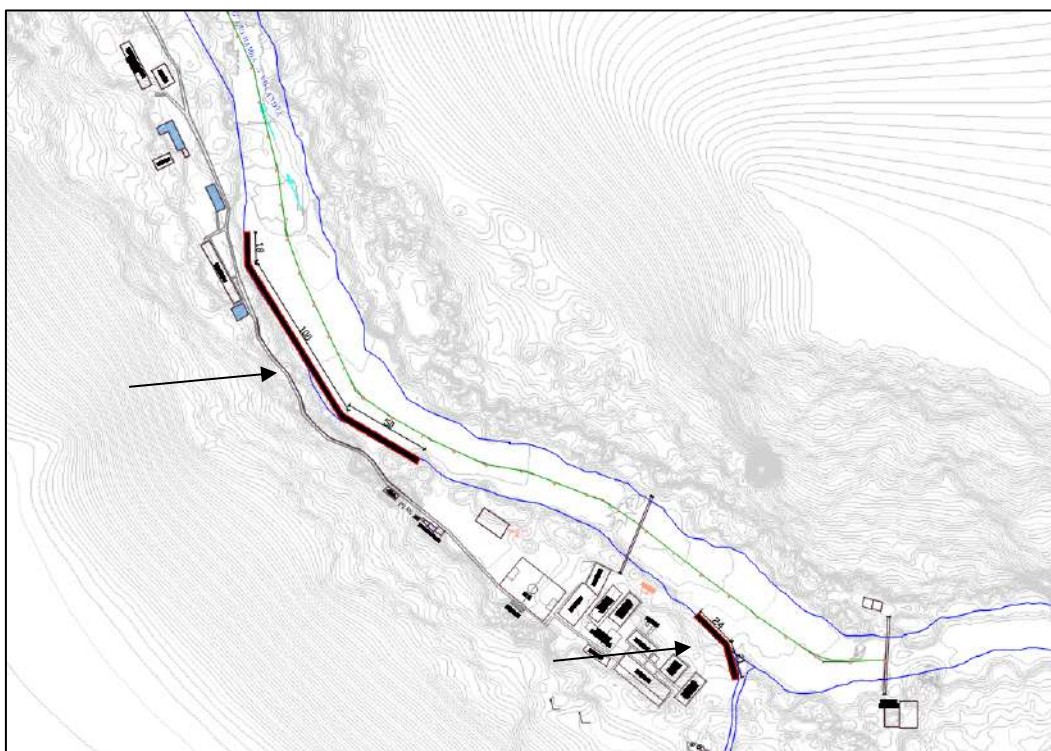


- **Tramo 01**, ubicado en la zona de cruce del río Vilcanota y su tributario el río Choquesuysuy, área agravada por la erosión del río, que debilita el talud natural. Para mitigar este proceso y reforzar la estabilidad de la ribera, se propone la implementación de estructuras de gaviones en un tramo inicial, que encauce la salida del río Choquesuysuy y el cambio de dirección del río Vilcanota a este nivel.


ING. JUAN R. RIVAUCHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRD/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

Mapa 16: Medidas estructurales, Distribución de Gaviones a implementar:



Fuente: Equipo Técnico


6.2.2 ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN O CONTROL DE INUNDACIONES

En los tramos críticos. Estas obras permitirán:

- ✓ Estabilizar la margen y reducir el retroceso por socavación.
- ✓ Disipar la energía del flujo en eventos de crecida.
- ✓ Contribuir al control de sedimentos en la desembocadura.
- ✓ Proteger la infraestructura y áreas operativas cercanas a la ribera.

El diseño definitivo deberá considerar:

- ✓ Altura de protección acorde al nivel de máxima avenida de proyecto (P 65 años)
- ✓ Dimensiones de gaviones según velocidad y energía del flujo.
- ✓ Colocación de geotextil filtrante en la parte posterior.
- ✓ Colocación de soportes verticales a manera de anclajes frontales con rieles metálicas, embebidas en concreto ciclópeo $f'c$ 175 kg/cm² +50% PG, para prevenir socavaciones.


ING. JUAN CARLOS YUPAYCCANA NEGRÓN
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

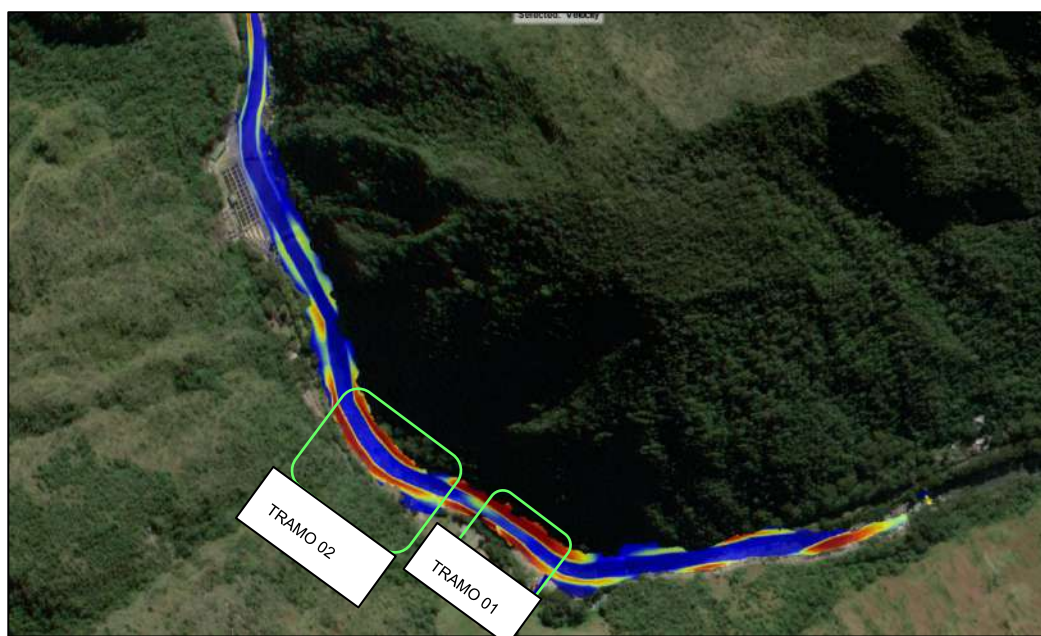
Frente al riesgo de inundación, en el área de estudio, se recomienda la implementación de un sistema de Gaviones, con una altura considerable, tomando en cuenta la máxima avenida registrada, así como la proyección de un retorno.

La implementación de gaviones como medida estructural preventiva mitigará los efectos erosivos del flujo natural del río Vilcanota y reducirá la probabilidad de inundación fluvial en el área de evaluación. Asimismo, contribuirá a mejorar el comportamiento del talud de la ribera, actuando como elemento de cerramiento capaz de absorber y distribuir los esfuerzos horizontales generados por el empuje del flujo durante avenidas.

Es indispensable anclar de manera adecuada las estructuras de gaviones, considerando que su estabilidad se basa en el funcionamiento por gravedad y peso propio. Por lo tanto, no se recomienda su instalación directa sobre terrenos de baja consistencia o cohesión (muy húmedos o saturados) sin un tratamiento previo de cimentación.


Previo a la construcción, se deberá realizar la remoción de todo material inadecuado (orgánicos, materia vegetal, suelos blandos, arenas finas sueltas y fragmentos de roca inestables). Como parte del proceso constructivo, se efectuará la preparación del terreno de desplante, con la implementación rieles metálicas, como anclajes verticales, con una altura mínima de anclaje de 0.50m, distribuidas en tres (03) filas, con separaciones longitudinales de 0.75m unas de otras, las mismas que estarán embebidas en concreto ciclópeo $f'c$ 175 kg/cm² +50% PG, para prevenir socavaciones, garantizando su estabilidad y desempeño estructural.

Mapa 17: Mapa de ubicación del sistema de contención



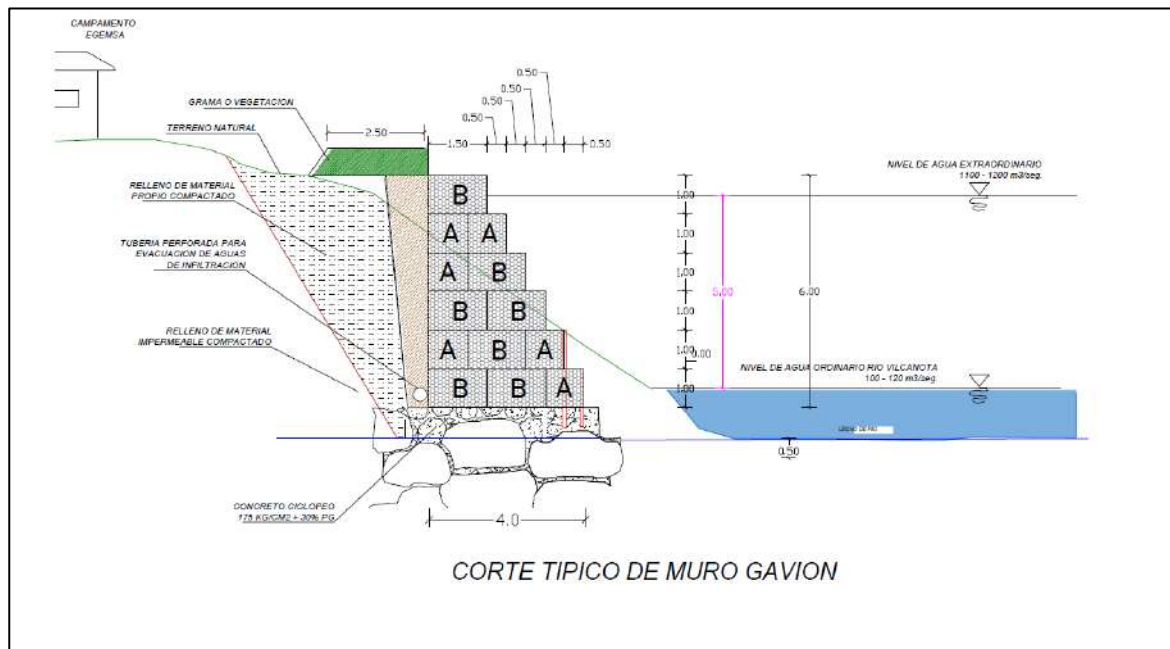
Fuente: Equipo Técnico

El Sistema de Gaviones propuesto es el siguiente:


ING. JUAN R. RIMACHIZCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

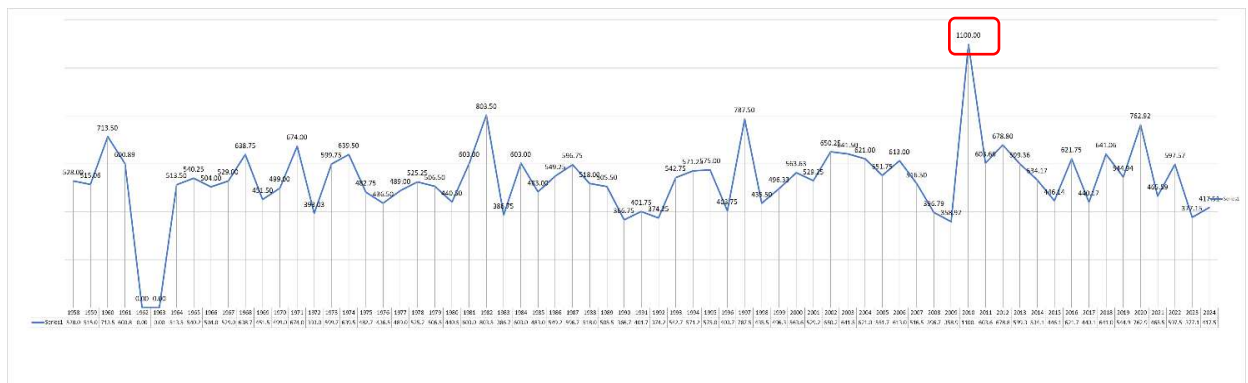
Figura 3: Vista en perfil del Sistema de contención propuesto según ingeniería básica



Fuente: Equipo técnico

Considerando como condición más crítica los eventos de caudales máximos o extraordinarios registrados en los últimos sesenta y cinco (65) años, y de acuerdo con la información monitoreada por el ente EGEMSA, se presenta a continuación el registro de caudales promedios, mínimos y máximos, en el siguiente detalle:

Tabla 130: Registro de caudales máximos del año 1958 al 2024



En los 65 años registrados, se tiene un caudal máximo registrado (caudal extraordinario de máxima avenida), caudal registrado con 1100 m3/seg, registrado el año 2010 en fecha 26 de enero, siendo este el caudal de diseño con un periodo de retorno determinado.

ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 131: Detalle de la ubicación de las estructuras de protección

ITEM	PROGRESIVAS		MARGEN	TIPO DE OBRA	DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN
	INICIAL	FINAL				
1	0+072	0+117	Izquierda	Muro de gavión	L: 45 m, H: 5.0 m y A: 4.50 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti-erosión y socavamiento, en margen
3	0+255	0+445	Izquierda	Muro de gavión	L: 220 m, H: 6.0 m y A: 5.50 m	


Fuente: Equipo técnico

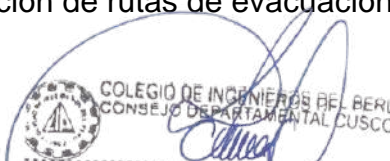
6.3 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Las medidas no estructurales comprenden acciones que no implican obras físicas y que se basan en el conocimiento, la planificación, la normativa vigente y la organización social para reducir el riesgo y sus impactos. Incluyen políticas públicas, instrumentos legales, educación, capacitación, monitoreo y sistemas de alerta (UNISDR, 2009). En ese marco, se plantean las siguientes acciones:

6.3.1 MEDIDAS DE MONITOREO Y CONTROL

- Considerar la delimitación de la faja marginal, en coordinación con la ANA y las Entidades Competentes, conforme a la Resolución Jefatural N.º 332-2016-ANA, que aprueba el Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales.
 - Las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico, por lo que son inalienables e imprescriptibles.
 - El ancho mínimo de la faja marginal debe ser aprobado mediante Resolución de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA).
- Desarrollar e implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante inundaciones fluviales, que incluya: sensores de nivel de agua, sistemas de comunicación comunitaria, sirenas de alerta, radios con frecuencias definidas, identificación y señalización de rutas de evacuación.


ING. JUAN R. RIMACHI CERNA
INGENIERO CIVIL - CIP: 161646
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

6.3.2 MEDIDAS DE OPERACIÓN



- Ejecutar labores de limpieza y descolmatación del cauce en coordinación con la Municipalidad Distrital de Machupicchu, la ANA y otras entidades competentes, para evitar la acumulación de sedimentos que reduzcan el área hidráulica efectiva e incrementen la vulnerabilidad ante crecidas.
- Realizar la descolmatación con técnicas adecuadas, preservando rocas de gran tamaño que actúan como elementos naturales de control de velocidad y estabilidad del cauce.
- Establecer un programa periódico de mantenimiento del cauce para prevenir la colmatación progresiva.
- Supervisar las actividades de extracción de materiales del río, garantizando que no afecten la capacidad hidráulica ni la estabilidad fluvial.
- Fortalecer el Plan de Educación Comunitaria en Gestión del Riesgo de Desastres de EGEMSA mediante campañas de sensibilización orientadas al personal y a las comunidades cercanas, promoviendo la comprensión del peligro, vulnerabilidad, riesgo y protocolos de actuación.

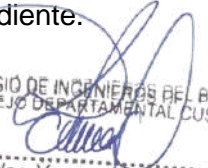

6.3.3 TRANSFERENCIA DE RIESGO

De acuerdo con los principios de gestión prospectiva del riesgo, EGEMSA debe comunicar formalmente a las entidades competentes sobre riesgos identificados que exceden su ámbito de intervención. Específicamente:

- Notificar a la empresa operadora del servicio ferroviario (PeruRail y/o Inca Rail) que la construcción de los muros gavión proyectados en la margen izquierda del río Vilcanota podría generar efectos hidrodinámicos adversos en la margen derecha, incluyendo:
 - Reducción del ancho efectivo del cauce.
 - Incremento de la velocidad del flujo y potencial erosivo en la margen opuesta.
 - Afectación de la estabilidad de taludes donde se emplaza la infraestructura ferroviaria.
- Coordinar con la Municipalidad Distrital de Machupicchu, la Autoridad Nacional del Agua, el Gobierno Regional de Cusco y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) para promover la implementación de medidas de reducción del riesgo en la margen derecha, área que no corresponde al ámbito de intervención directa de EGEMSA.

Esta comunicación debe formalizarse mediante oficios técnicamente sustentados que incluyan la modelación hidrológica e hidráulica correspondiente.



ING. JUAN R. RIMAQUI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

6.3.4 DE CARÁCTER REACTIVO

Conforme al Decreto Supremo N° 038-2021-PCM, se aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050, en el que se establece que “las entidades públicas en todos los niveles de gobierno, en el marco del proceso de preparación, deben formular e implementar un conjunto de acciones estratégicas que, además, deben ser de carácter nacional, sectorial regional y local. Como parte de ellas, las entidades deben formular e implementar entre otros instrumentos de importancia, sus Planes de contingencia y planes de continuidad operativa”, en ese entender la entidad de EGEMSA debe genera su plan de continuidad operativa



ING. JUAN CARLOS YUPAYCCANA NEGRÓN
INGENIERO CIVIL - CIP. 227646
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CONCLUSIONES

1. **El área de estudio comprende 17.8 hectáreas con anchos de 60 a 80 m en ambas márgenes del río Vilcanota, donde se localizan las instalaciones de la represa Km 107 de EGEMSA.** Conforme a los registros del CENEPRED y ANA, la zona presenta susceptibilidad a inundación y erosión fluvial, identificándose esta última como el peligro predominante con mayor potencial de afectación a la infraestructura expuesta, condición corroborada mediante inspecciones in situ.
2. **En cuanto al análisis hidrológico de la serie 1964-2024 de la estación hidrométrica Km 105:**
 - permitió caracterizar los caudales máximos anuales, identificando el evento extraordinario de febrero 2010 (1,129.12 m³/s) como el de mayor magnitud histórica.
 - Se aplicaron distribuciones probabilísticas Log-Pearson Tipo III, Gumbel, GEV, Log-Normal y POT-GPD, conforme metodologías ANA y MTC.
 - Para la simulación hidráulica y para el diseño en el Km 107, se extrapoló el caudal del Km 105 considerando que el tramo intermedio corresponde a cauce confinado sin tributarios significativos ni variación apreciable del área de drenaje, adoptándose el mismo caudal de diseño T=100 años, garantizando consistencia hidrológica y seguridad hidráulica adecuada.
3. **Los elementos expuestos comprenden:** personal operativo de EGEMSA, infraestructura del campamento Km 107, y unidades productivas estratégicas que incluyen sistemas de generación eléctrica (represa Machupicchu), vías de transporte, defensas ribereñas y servicios esenciales asociados.
4. **En cuanto a la evaluación del peligro por inundación:**
 - Se consideró factores condicionantes (Unidades geológicas locales, pendiente y unidades geomorfológicas locales) y desencadenantes (precipitaciones máximas asociadas a períodos de retorno), tomando como escenario crítico el evento 2010. Los parámetros hidráulicos evaluados fueron velocidad de flujo (m/s) y tirante (m).
 - Las zonas de mayor peligro se localizan en: (i) confluencia del tributario Choquesuysuy, y (ii) tramo de 150 m entre la PTAR y el Tópico del campamento. En los primeros 50 m de este sector existe una vereda de acceso con desnivel reducido respecto al nivel de agua, resultando altamente vulnerable a inundación.
5. **Se evaluó la vulnerabilidad** en las dimensiones social, económica y ambiental mediante encuestas estructuradas aplicadas en campo, caracterizando la exposición y fragilidad de los elementos identificados.
6. **En cuanto al cálculo de riesgo**
 - Se identificó nivel **MUY ALTO** en: puentes peatonales sobre cauce, infraestructura de represamiento EGEMSA, PTAR del campamento y Tópico.
 - El riesgo identificado es **INACEPTABLE** con nivel de priorización **II**, requiriendo implementación inmediata de proyectos de inversión orientados a prevención y reducción del riesgo de desastres.
 - El riesgo por inundaciones es **MITIGABLE** mediante diseño e implementación de defensas ribereñas adecuadas.



ING. JUAN R. RIVERO ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1




COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

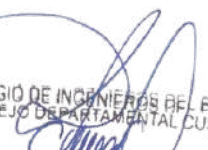
7. Se identificaron dos (02) zonas críticas para la implementación de medidas de control, (detalladas en el Acápite 6.3):

- **Zona 01 – Sector PTAR-Tópico (150 m):** Los primeros 50 m presentan vereda de acceso con desnivel insuficiente respecto al espejo de agua, exponiendo el talud natural y módulos operativos (PTAR y adyacentes) a inundación. En los siguientes 100 m se evidenció socavación de la losa de soporte adyacente a la vereda, generando voladizos sin sustento de suelo con riesgo inminente de colapso ante eventos hidrometeorológicos o sobrecargas.
- **Zona 2 – Confluencia Vilcanota-Choquesuysuy:** Se verificó evidencia de desbordamiento histórico y erosión activa de ribera, confirmada mediante modelación hidráulica con caudales de diseño.

8. Se hace constancia la necesidad de implementar acciones de coordinación para la implementación de acciones de mitigación en zonas aledañas a la zona de evaluación, zonas que No se encuentran dentro del campamento de EGEMSA S.A.


- La zona fronteriza al campamento, es decir el margen derecho del río Vilcanota, donde se registra acciones erosivas por el flujo de agua, siendo necesario poner en conocimiento del ente pertinente, ya que este podría comprometer la estructura de soporte de la línea férrea.
- La zona de intersección del Río Vilcanota y su tributario, el río Choquesuysuy, en ambos márgenes existe vestigios de erosión a alturas de consideración, que en épocas de máximas avenidas pueden comprometer la estructura del puente peatonal existente, que da ingreso al Módulo de la Dirección de Cultura del Cusco. Esta zona en mención, no forma parte del Campamento de EGEMSA S.A, por ende, se recomienda la evaluación y monitoreo de esta área por los entes pertinentes, con la finalidad de evitar riesgos potenciales futuros.



ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

BIBLIOGRAFÍA

- INGEMMET y otros, 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina, una guía para la evaluación de amenazas.
- Centro Nacional De Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da Versión.
- René Pumayalli Saloma, 2014. Consultoría para el diseño y proceso de consulta de un mapa de riesgos de desembalses para Santa Teresa.
- Informe técnico del derrumbe cerro Calvario en la Central Hidroeléctrica Machupicchu (2019)
- 29664 ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres • PLANAGERD 2014 • 2021
- Página Web del INDECI (www.indeci.gob.pe).
- Ley 29664, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y su Reglamento D.S. N° 048-2011-PCM-RM N° 334-2012-PCM
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2015).
- Apoyo a la Prevención a los Efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales.
- Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machu Picchu, hojas: 26-q y 27-q – [Boletín A 127]
- <http://www.ingemmet.gob.pe/carta-geologica-nacional>.
- Google Earth Pro.
- ArcGIS 10.6


ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

PANEL FOTOGRAFICO



Foto 1: Equipo Técnico encargado de la evaluación.

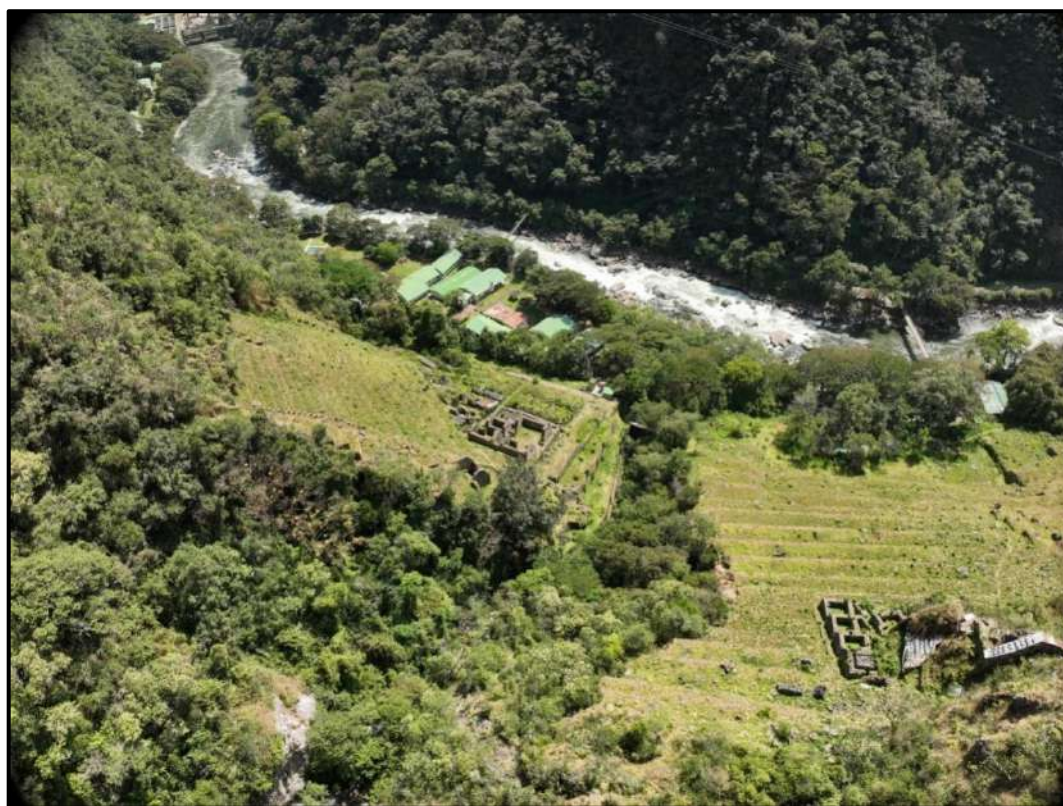


Foto 2: Área de estudio



ING. JUAN R. RIMACHI ZCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646



Foto 3: Verificación del equipamiento previo a las actividades



Foto 4: Ubicación puntos BM para levantamiento topográfico



ING. JUAN R. RIMAICHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

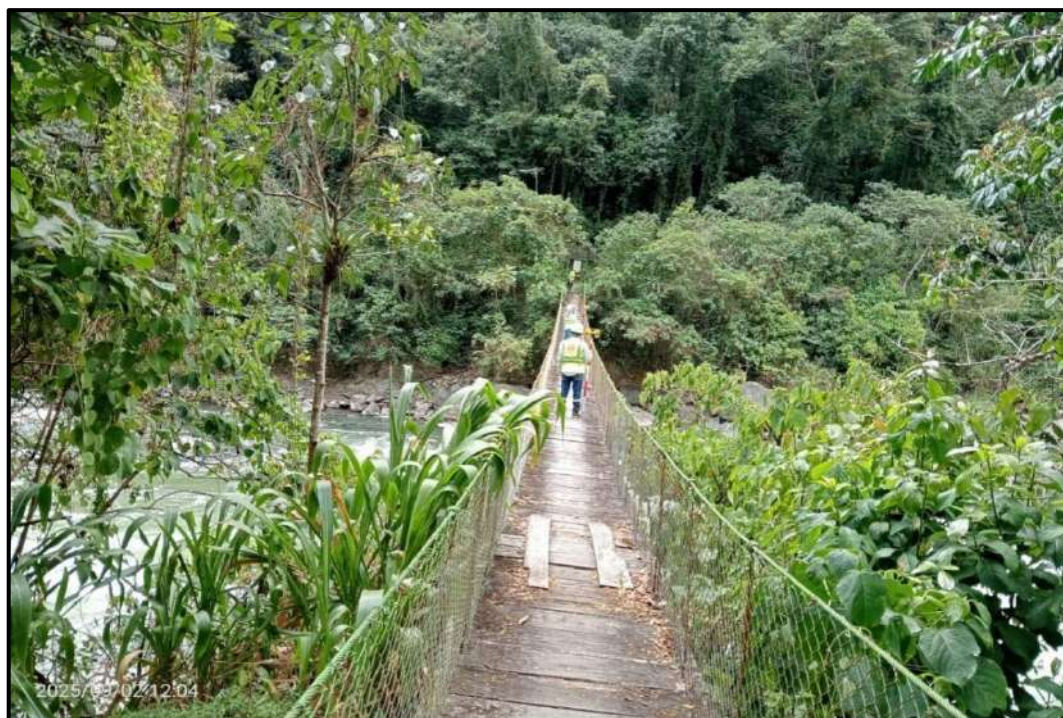




Foto 5: Colocado de puntos de fotocontrol para Fotogravimetria



Foto 6: Registro de data de campo


ING. JUAN R. RIMAUCHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP: 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

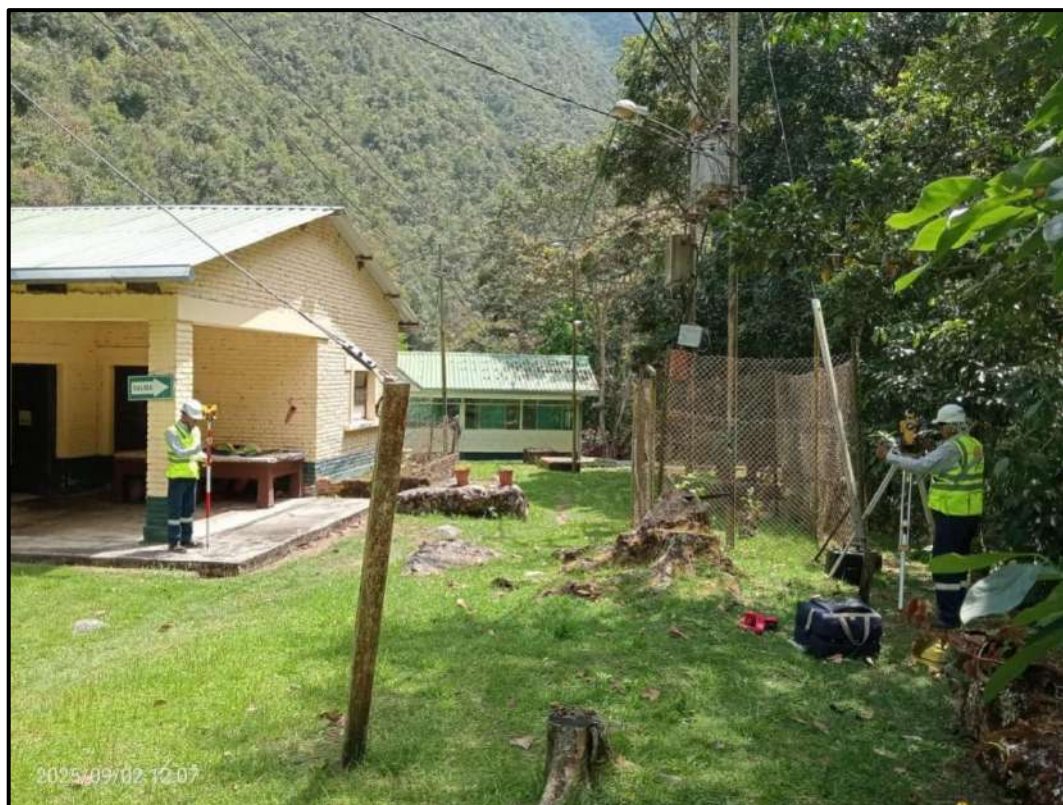


Foto 7: Registro de puntos estacionarios para interpolación de la poligonal de apoyo



Foto 8: Levantamiento de puntos auxiliares de control



ING. JUAN R. RIMACHI CERNA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646



Foto 9: Mediciones directas de deposiciones de boloneria en áreas vulnerables

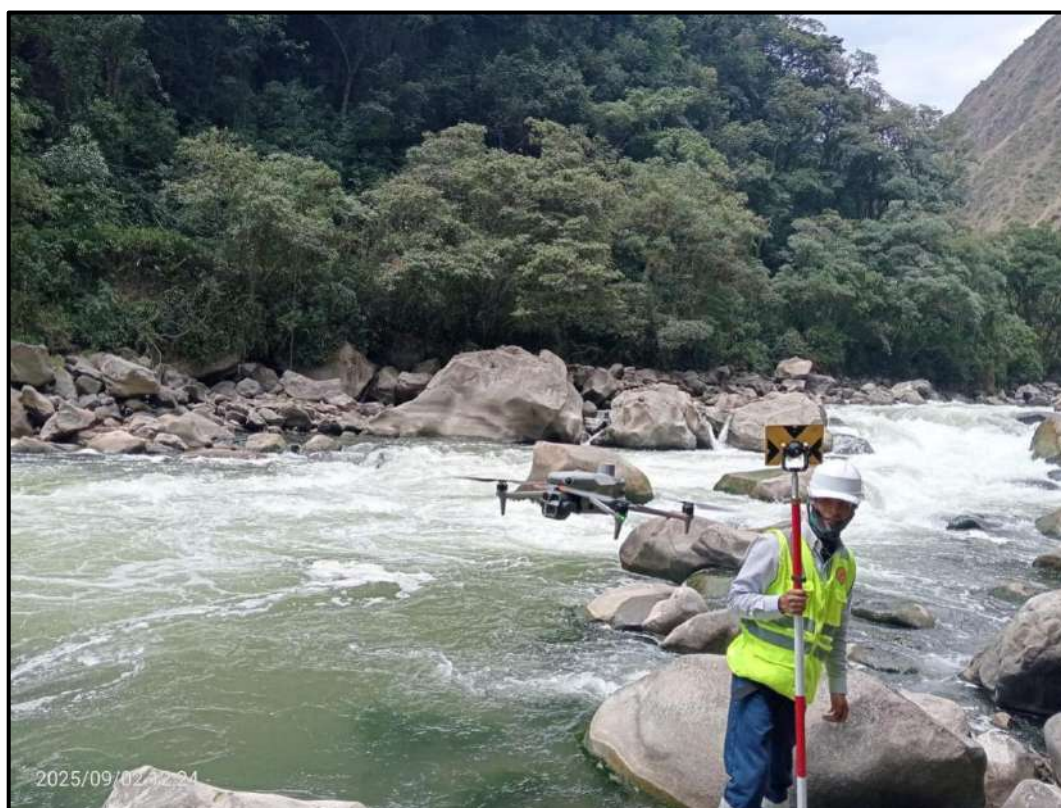


Foto 10: Fotogrametría del lecho de río propiamente dicho



ING. JUAN R. RUYACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646



Foto 11: Exploración directa de ribera de río lado derecho



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Foto 12: Verificación de alineamiento de bolonería de deposición fluvial



Foto 13: Verificación de alineamiento de bolonería de deposición fluvial

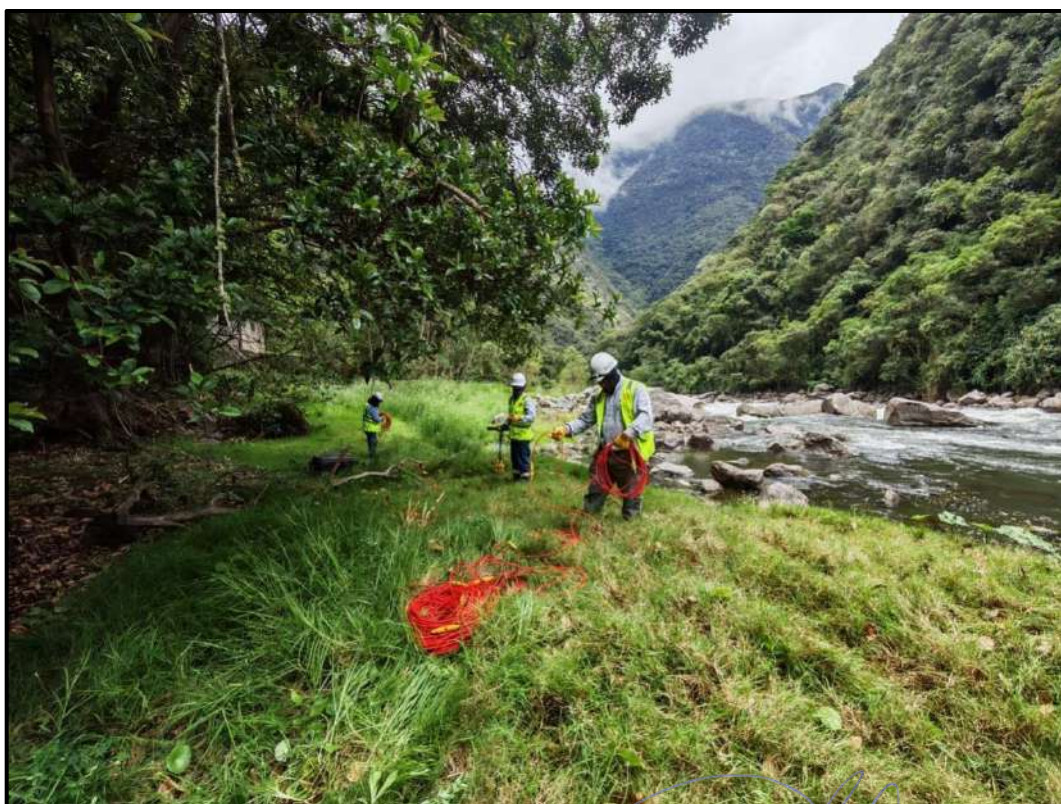


Foto 14: Estudios geofísicos previos a la propuesta de Alternativas de solución estructural



Foto 15: Ubicación de puntos de medición de Caudal de temporada.



Foto 16: Ubicación del punto de medición de Caudal, por la uniformidad de flujo.

ANEXOS

Anexo 01. REGISTRO DE CAUDALES

Tabla 132: Registro de caudales – Año 2019

CAUDALES - AÑO 2019						CAUDALES - AÑO 2019							
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL			
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL		DIARIO		SEMANAL		MENSUAL			
01 -- Enero	119.52	Qmax	263.23	Q max	298.93	01 -- Marzo	314.11	Qmax	314.11	Qmax	436.93		
02 -- Enero	121.15					02 -- Marzo	256.20					03 -- Marzo	250.55
03 -- Enero	100.38	Qmin	100.38			04 -- Marzo	213.84	Qmin	187.40				
04 -- Enero	146.93					05 -- Marzo	207.35						
05 -- Enero	263.23	Promedio	165.75			06 --Marzo	253.03	Promedio	236.23				
06 -- Enero	229.19					07 -- Marzo	207.36						
07 -- Enero	203.25	Qmax	181.29			08 -- Marzo	187.40	Qmax	275.60				
08 -- Enero	142.39					09 --Marzo	181.25						
09 -- Enero	132.99	Qmin	132.99			10 -- Marzo	170.19	Qmin	170.19				
10 -- Enero	148.34					11 -- Marzo	173.77						
11 -- Enero	142.94	Promedio	155.32	Qmin	100.38	12 -- Marzo	265.71	Promedio	221.20	Qmin	173.77		
12 -- Enero	143.62					13 -- Marzo	275.60					14 --Marzo	238.06
13 -- Enero	177.16	Qmax	214.91			15 -- Marzo	238.08	Qmax	436.93				
14 -- Enero	181.29					16 --Marzo	226.94						
15 -- Enero	161.54	Qmin	144.58			17 --Marzo	221.45	Qmin	221.45				
16 -- Enero	154.72					18 --Marzo	243.30						
17 -- Enero	144.58	Promedio	185.54			19 -- Marzo	410.63	Promedio	343.03				
18 -- Enero	210.66					20 -- Marzo	436.93						
19 -- Enero	171.82	Qmax	298.93			21 -- Marzo	388.63	Qmax	369.76	PROMEDIO	279.95		
20 -- Enero	184.48					22 -- Marzo	366.88						
21 -- Enero	214.91	Qmin	115.53			23 -- Marzo	348.26	Qmin	276.90				
22 -- Enero	201.25					24 -- Marzo	328.18						
23 -- Enero	185.30	Promedio	176.61			25 -- Marzo	369.76	Promedio	324.99				
24 -- Enero	171.30					26 -- Marzo	358.93						
25 -- Enero	154.75	Qmax	448.55			27 -- Marzo	321.12	Qmax	214.85	Qmax	247.05		
26 -- Enero	138.37					28 -- Marzo	329.40						
27 -- Enero	117.16	Qmin	276.78			29 -- Marzo	310.55	Qmin	163.32				
28 -- Enero	115.53					30 -- Marzo	308.26						
29 -- Enero	172.16	Promedio	342.74			31 -- Marzo	276.90	Promedio	324.99				
30 -- Enero	239.39					01 -- Abril	247.05						
31 -- Enero	298.93	Qmax	360.10	Qmin	240.29	02 -- Abril	239.19	Qmax	247.05	Qmin	90.54		
01 -- Febrero	311.73					03 -- Abril	238.05					04 -- Abril	235.87
02 -- Febrero	310.55	Qmin	241.42			05 -- Abril	205.29	Qmin	102.54				
03 -- Febrero	406.78					06 --Abril	175.20					07 --Abril	163.32
04 --Febrero	448.55	Promedio	288.65			08 -- Abril	151.01	Promedio	130.60				
05 --Febrero	348.26					09 --Abril	150.06					10 -- Abril	147.28
06 -- Febrero	296.53	Qmax	544.94			11 -- Abril	133.84	Qmax	151.01	Qmin	90.54		
07 -- Febrero	276.78					12 -- Abril	118.72					13 -- Abril	110.79
08 -- Febrero	274.64	Qmin	241.42			14 --Abril	102.54	Qmin	102.54				
09 -- Febrero	241.42					15 -- Abril	103.24					16 --Abril	99.59
10 -- Febrero	243.68	Promedio	288.65			17 --Abril	98.92	Promedio	105.46				
11 -- Febrero	269.89					18 --Abril	110.04					19 --Abril	112.46
12 -- Febrero	328.42	Qmax	544.94			20 -- Abril	105.47	Qmax	112.46	PROMEDIO	134.58		
13 -- Febrero	360.10					21 -- Abril	108.49					22 -- Abril	106.21
14 -- Febrero	302.42	Qmin	240.29			23 -- Abril	104.72	Qmin	98.92				
15 -- Febrero	284.95					24 -- Abril	103.26					25 -- Abril	101.05
16 -- Febrero	311.72	Promedio	400.34			26 -- Abril	96.05	Promedio	106.21				
17 -- Febrero	369.69					27 -- Abril	93.95					28 -- Abril	93.95
18 -- Febrero	544.94	Qmax	364.85			29 -- Abril	90.54	Qmax	97.88				
19 -- Febrero	413.70					30 -- Abril	91.21						
20 -- Febrero	460.10	Qmin	240.29					Qmin	90.54				
21 -- Febrero	417.27												
22 -- Febrero	364.85	Promedio	291.81					Promedio	97.88				
23 -- Febrero	324.65												
24 -- Febrero	283.75	Qmax	330.88					Qmax	106.21				
25 -- Febrero	252.76												
26 -- Febrero	240.29	Qmin	240.29					Qmin	90.54				
27 -- Febrero	253.96												
28 -- Febrero	322.44	Promedio	291.81					Promedio	97.88				
29 -- Febrero													



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

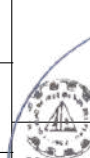


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAUDALES - AÑO 2019						CAUDALES - AÑO 2019							
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL			
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL		DIARIO		SEMANAL		MENSUAL			
01 -- Mayo	89.86	Qmax	93.33	Qmax	93.33	01 -- Julio	44.60	Qmax	44.60	Qmax	47.24		
02 -- Mayo	93.33					02 -- Julio	43.76						
03 -- Mayo	87.90					03 -- Julio	44.55						
04 -- Mayo	81.48	Qmin	77.16			04 -- Julio	42.51	Qmin	41.18				
05 -- Mayo	77.16					05 -- Julio	43.05						
06 -- Mayo	91.21					06 -- Julio	42.70						
07 -- Mayo	93.32	Promedio	86.97			07 -- Julio	41.18	Promedio	43.19				
08 -- Mayo	81.48					08 -- Julio	41.08						
09 -- Mayo	77.16					09 -- Julio	39.94						
10 -- Mayo	75.38	Qmax	86.81	Qmin	49.14	10 -- Julio	39.80	Qmax	42.74	Qmin	38.47		
11 -- Mayo	73.03					11 -- Julio	39.14						
12 -- Mayo	86.81					12 -- Julio	38.47						
13 -- Mayo	75.37	Qmin	71.90			13 -- Julio	40.74	Promedio	40.34				
14 -- Mayo	83.39					14 -- Julio	40.80						
15 -- Mayo	77.76					15 -- Julio	42.74						
16 -- Mayo	71.90	Promedio	77.60			16 -- Julio	42.59	Qmax	44.92			Qmin	38.47
17 -- Mayo	67.95					17 -- Julio	44.55						
18 -- Mayo	63.61					18 -- Julio	43.52						
19 -- Mayo	62.03	Qmax	67.95	19 -- Julio	44.92	Qmin	42.59	PROMEDIO	43.02				
20 -- Mayo	59.04			20 -- Julio	43.99								
21 -- Mayo	56.92			21 -- Julio	43.99								
22 -- Mayo	55.43	Qmin	53.95	22 -- Julio	42.86	Promedio	43.69						
23 -- Mayo	53.95			23 -- Julio	43.09								
24 -- Mayo	54.45			24 -- Julio	44.64								
25 -- Mayo	54.44	Promedio	59.17	25 -- Julio	46.73	Qmax	47.24			PROMEDIO	43.02		
26 -- Mayo	52.97			26 -- Julio	47.24								
27 -- Mayo	51.96			27 -- Julio	45.90								
28 -- Mayo	51.96	Qmax	54.44	28 -- Julio	44.75	Qmin	42.08	PROMEDIO	43.02				
29 -- Mayo	50.57			29 -- Julio	44.65								
30 -- Mayo	49.62			30 -- Julio	43.23								
31 -- Mayo	49.14	Promedio	51.52	31 -- Julio	42.08	Promedio	44.90					Qmax	42.17
01 -- Junio	48.67			01 -- Agosto	42.17								
02 -- Junio	47.26			02 -- Agosto	41.36								
03 -- Junio	47.72	Qmin	43.99	03 -- Agosto	40.75	Qmin	37.50			Qmax	42.17		
04 -- Junio	46.79			04 -- Agosto	39.82								
05 -- Junio	45.85			05 -- Agosto	38.08								
06 -- Junio	45.39	Promedio	46.52	06 -- Agosto	37.83	Promedio	39.64	Qmin	32.31				
07 -- Junio	43.99			07 -- Agosto	37.50								
08 -- Junio	43.06			08 -- Agosto	36.56								
09 -- Junio	42.13	Qmax	43.06	09 -- Agosto	38.51	Qmax	38.51					PROMEDIO	36.32
10 -- Junio	42.40			10 -- Agosto	37.76								
11 -- Junio	42.74			11 -- Agosto	37.50								
12 -- Junio	42.46	Qmin	42.04	12 -- Agosto	36.64	Qmin	36.08			PROMEDIO	36.32		
13 -- Junio	42.18			13 -- Agosto	36.08								
14 -- Junio	42.04			14 -- Agosto	36.31								
15 -- Junio	42.65	Promedio	42.46	15 -- Agosto	36.13	Promedio	36.93	Qmin	32.31				
16 -- Junio	43.52			16 -- Agosto	35.80								
17 -- Junio	42.85			17 -- Agosto	35.46								
18 -- Junio	42.17	Qmax	45.40	18 -- Agosto	32.31	Qmax	35.85					PROMEDIO	36.32
19 -- Junio	44.66			19 -- Agosto	35.85								
20 -- Junio	45.04			20 -- Agosto	35.76								
21 -- Junio	45.23	Qmin	42.17	21 -- Agosto	35.30	Qmin	32.31			PROMEDIO	36.32		
22 -- Junio	45.40			22 -- Agosto	35.12								
23 -- Junio	44.45			23 -- Agosto	33.88								
24 -- Junio	44.49	Promedio	44.16	24 -- Agosto	33.60	Promedio	34.93	PROMEDIO	36.32				
25 -- Junio	44.45			25 -- Agosto	33.43								
26 -- Junio	44.45			26 -- Agosto	34.32								
27 -- Junio	44.45	Qmax	44.92	27 -- Agosto	34.22	Qmax	36.10					PROMEDIO	36.32
28 -- Junio	44.92			28 -- Agosto	33.27								
29 -- Junio	44.45			29 -- Agosto	36.10								
30 -- Junio	43.99	Qmin	43.99	30 -- Agosto	34.22	Qmin	33.27			PROMEDIO	36.32		
				31 -- Agosto	34.38								



ING. JUAN HERMILIO ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117/2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERG
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAUDALES - AÑO 2019					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Setiembre	36.10	Qmax	37.19	Qmax	37.19
02 -- Setiembre	36.16				
03 -- Setiembre	35.83	Qmin	35.54		
04 -- Setiembre	35.54				
05 -- Setiembre	37.19	Promedio	36.17		
06 -- Setiembre	36.59				
07 -- Setiembre	35.80	Qmax	35.64		
08 -- Setiembre	35.41				
09 --Setiembre	34.44	Qmin	33.23		
10 -- Setiembre	33.67				
11 -- Setiembre	33.23	Promedio	34.22	Qmin	29.27
12 -- Setiembre	33.93				
13 -- Setiembre	33.77	Qmax	35.37		
14 --Setiembre	35.64				
15 -- Setiembre	33.72	Qmin	31.90		
16 --Setiembre	32.79				
17 --Setiembre	32.79	Promedio	33.27		
18 --Setiembre	31.90				
19 -- Setiembre	32.78	Qmax	33.43	PROMEDIO	33.82
20 -- Setiembre	32.31				
21 -- Setiembre	34.31	Qmin	29.27		
22 -- Setiembre	35.37				
23 -- Setiembre	33.94	Promedio	31.62		
24 -- Setiembre	32.44				
25 -- Setiembre	32.15	Qmax	49.14		
26 -- Setiembre	30.58				
27 -- Setiembre	29.27	Qmin	36.40		
28 -- Setiembre	30.25				
29 -- Setiembre	33.43	Promedio	41.95		
30 -- Setiembre	33.24				
01 -- Octubre	36.40	Qmax	49.14	Qmax	70.69
02 -- Octubre	39.76				
03 -- Octubre	39.86	Qmin	36.40		
04 -- Octubre	41.76				
05 -- Octubre	41.21	Promedio	41.95		
06 -- Octubre	49.14				
07 -- Octubre	45.52	Qmax	41.86		
08 -- Octubre	41.86				
09 --Octubre	37.97	Qmin	32.08		
10 -- Octubre	36.36				
11 -- Octubre	34.86	Promedio	36.08	Qmin	32.08
12 -- Octubre	33.97				
13 -- Octubre	36.50	Qmax	70.69		
14 --Octubre	32.08				
15 -- Octubre	35.05	Qmin	34.45		
16 --Octubre	34.45				
17 --Octubre	37.12	Promedio	51.88		
18 --Octubre	53.92				
19 -- Octubre	70.69	Qmax	41.15	PROMEDIO	41.75
20 -- Octubre	69.81				
21 -- Octubre	56.75	Qmin	34.31		
22 -- Octubre	48.81				
23 -- Octubre	43.52	Promedio	37.12		
24 -- Octubre	41.15				
25 -- Octubre	36.80	Qmax	41.15		
26 -- Octubre	35.75				
27 -- Octubre	37.03	Qmin	34.31		
28 -- Octubre	39.65				
29 -- Octubre	37.48	Promedio	37.12		
30 -- Octubre	34.76				
31 -- Octubre	34.31	Qmax	41.15		

CAUDALES - AÑO 2019							
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL			
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL			
01 -- Noviembre	34.49	Qmax	79.26	Qmax	158.52		
02 -- Noviembre	42.41						
03 -- Noviembre	50.10	Qmin	34.49				
04 -- Noviembre	49.72						
05 -- Noviembre	57.41	Promedio	55.48				
06 -- Noviembre	79.26						
07 -- Noviembre	74.99	Qmax	76.82				
08 -- Noviembre	79.20						
09 -- Noviembre	76.82	Qmin	157.59				
10 -- Noviembre	82.59						
11 -- Noviembre	108.98	Promedio	103.39	Qmin	34.49		
12 -- Noviembre	157.59						
13 -- Noviembre	112.97	Qmax	158.52				
14 -- Noviembre	105.66						
15 -- Noviembre	103.35	Qmin	93.26				
16 -- Noviembre	110.32						
17 -- Noviembre	106.97	Promedio	119.42				
18 -- Noviembre	132.43						
19 -- Noviembre	158.52	Qmax	107.11	PROMEDIO	93.68		
20 -- Noviembre	135.65						
21 -- Noviembre	109.32	Qmin	77.01				
22 -- Noviembre	108.94						
23 -- Noviembre	93.26	Promedio	91.35				
24 -- Noviembre	107.11						
25 -- Noviembre	99.96	Qmax	264.74				
26 -- Noviembre	89.87						
27 -- Noviembre	91.28	Qmin	77.00			Qmax	353.59
28 -- Noviembre	92.89						
29 -- Noviembre	81.33	Promedio	161.20				
30 -- Noviembre	77.01						
01 -- Diciembre	77.00	Qmax	337.70				
02 -- Diciembre	77.10						
03 -- Diciembre	93.86	Qmin	132.98				
04 -- Diciembre	165.56						
05 -- Diciembre	187.87	Promedio	186.12				
06 -- Diciembre	262.29						
07 -- Diciembre	264.74	Qmax	312.15	Qmin	77.00		
08 -- Diciembre	337.70						
09 -- Diciembre	226.04	Qmin	155.32				
10 -- Diciembre	184.42						
11 -- Diciembre	168.44	Promedio	218.60				
12 -- Diciembre	152.96						
13 -- Diciembre	144.52	Qmax	353.59				
14 -- Diciembre	141.88						
15 -- Diciembre	132.98	Qmin	209.49	PROMEDIO	208.72		
16 -- Diciembre	155.32						
17 -- Diciembre	173.47	Promedio	263.03				
18 -- Diciembre	168.37						
19 -- Diciembre	197.36	Qmax	41.15				
20 -- Diciembre	198.61						
21 -- Diciembre	305.07	Qmin	34.31				
22 -- Diciembre	312.15						
23 -- Diciembre	238.44	Promedio	37.12				
24 -- Diciembre	272.40						
25 -- Diciembre	353.59	Qmax	41.15				
26 -- Diciembre	301.58						
27 -- Diciembre	258.45	Qmin	34.31				
28 -- Diciembre	242.54						
29 -- Diciembre	209.49	Promedio	37.12				
30 -- Diciembre	231.37						
31 -- Diciembre	234.84	Qmax	41.15				



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 133: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2019

Caudales (m ³ /s) - 2019			
MES	Qmax	Qmin	Promedio
ENERO	298.93	100.38	170.62
FEBRERO	544.94	240.29	330.88
MARZO	436.93	173.77	279.95
ABRIL	247.05	90.54	134.58
MAYO	93.33	49.14	69.37
JUNIO	48.67	42.04	44.33
JULIO	47.24	38.47	43.02
AGOSTO	42.17	32.31	36.32
SEPTIEMBRE	37.19	29.27	33.82
OCTUBRE	70.69	32.08	41.75
NOVIEMBRE	158.52	34.49	93.68
DICIEMBRE	353.59	77.00	208.72

Gráfico 19: grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2019

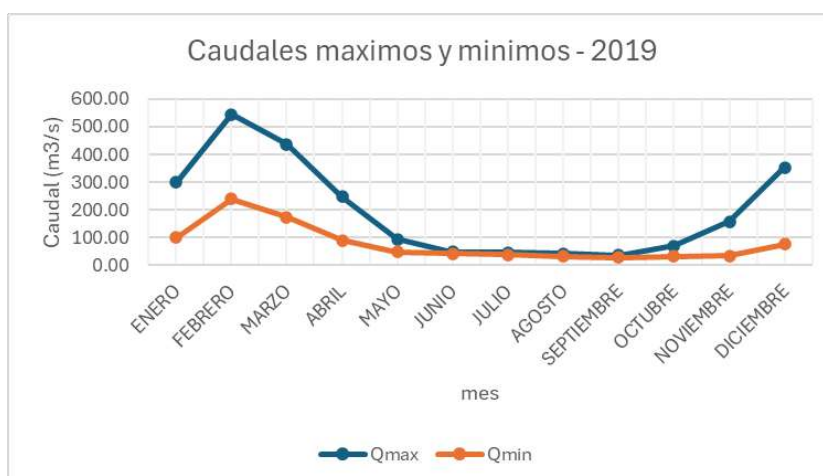


Gráfico 20: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2019



ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

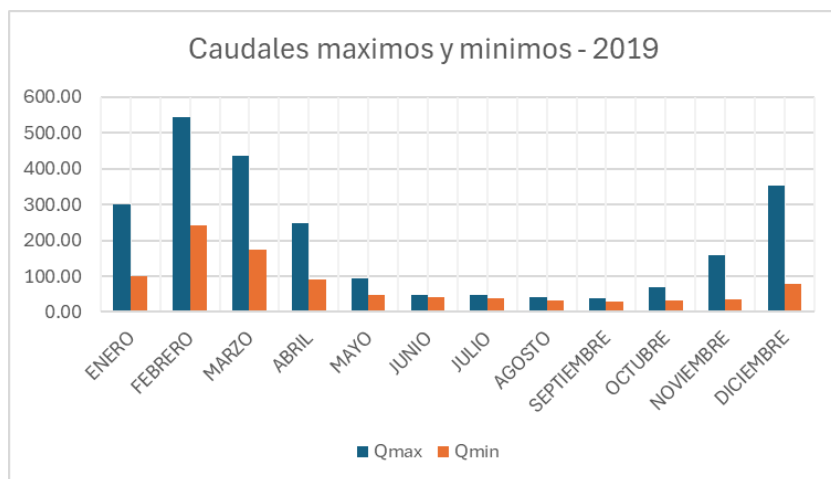


Tabla 134: Registro de Caudales – Año 2020





ING. JUAN R. RIMAUCHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAUDAL - AÑO 2020				CAUDAL - AÑO 2020			
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL	MENSUAL	DIARIO		SEMANAL	MENSUAL
01 -- Enero	257.39	Qmax	730.67	01 -- Marzo	433.18	Qmax	434.41
02 -- Enero	351.86			02 -- Marzo	371.78		
03 -- Enero	419.67	Qmin	257.39	03 -- Marzo	391.00	Qmin	309.96
04 -- Enero	460.68			04 -- Marzo	434.41		
05 -- Enero	632.90	Promedio	468.85	05 -- Marzo	361.29	Promedio	373.36
06 -- Enero	730.67			06 -- Marzo	338.22		
07 -- Enero	493.21	Qmax	288.64	07 -- Marzo	309.96	Qmax	363.66
08 -- Enero	404.47			08 -- Marzo	347.07		
09 -- Enero	288.64	Qmin	209.50	09 -- Marzo	343.54	Qmin	288.32
10 -- Enero	266.53			10 -- Marzo	303.72		
11 -- Enero	234.84	Promedio	249.85	11 -- Marzo	329.09	Promedio	318.59
12 -- Enero	248.89			12 -- Marzo	292.63		
13 -- Enero	214.90	Qmax	335.58	13 -- Marzo	293.72	Qmax	480.14
14 -- Enero	209.50			14 -- Marzo	288.32		
15 -- Enero	255.29	Qmin	189.44	15 -- Marzo	334.02	Qmin	288.32
16 -- Enero	280.25			16 -- Marzo	363.66		
17 -- Enero	266.40	Promedio	253.87	17 -- Marzo	480.14	Promedio	405.98
18 -- Enero	220.41			18 -- Marzo	454.64		
19 -- Enero	197.80	Qmax	258.03	19 -- Marzo	373.16	Qmax	385.05
20 -- Enero	189.44			20 -- Marzo	349.45		
21 -- Enero	218.26	Qmin	192.65	21 -- Marzo	388.67	Qmin	335.26
22 -- Enero	276.09			22 -- Marzo	408.92		
23 -- Enero	327.00	Promedio	212.79	23 -- Marzo	419.66	Promedio	356.08
24 -- Enero	335.58			24 -- Marzo	373.17		
25 -- Enero	258.03	Qmax	582.77	25 -- Marzo	385.05	Qmax	358.96
26 -- Enero	216.91			26 -- Marzo	361.29		
27 -- Enero	192.65	Qmin	252.39	27 -- Marzo	338.82	Qmin	170.21
28 -- Enero	199.74			28 -- Marzo	335.26		
29 -- Enero	220.61	Promedio	434.32	29 -- Marzo	375.56	Promedio	222.63
30 -- Enero	204.87			30 -- Marzo	345.90		
31 -- Enero	196.73	Qmax	762.92	31 -- Marzo	350.67	Qmax	158.52
01 -- Febrero	252.39			01 -- Abril	358.96		
02 -- Febrero	277.12	Qmin	252.39	02 -- Abril	277.30	Qmin	122.89
03 -- Febrero	393.76			03 -- Abril	281.44		
04 -- Febrero	423.49	Promedio	410.15	04 -- Abril	259.96	Promedio	138.01
05 -- Febrero	464.72			05 -- Abril	290.88		
06 -- Febrero	476.86	Qmax	762.92	06 -- Abril	286.04	Qmax	120.44
07 -- Febrero	582.77			07 -- Abril	286.04		
08 -- Febrero	762.92	Qmin	544.94	08 -- Abril	268.51	Qmin	107.76
09 -- Febrero	630.94			09 -- Abril	266.18		
10 -- Febrero	544.94	Promedio	630.52	10 -- Abril	247.54	Promedio	111.71
11 -- Febrero	622.13			11 -- Abril	224.03		
12 -- Febrero	627.15	Qmax	571.57	12 -- Abril	196.66	Qmax	185.68
13 -- Febrero	675.03			13 -- Abril	185.30		
14 -- Febrero	550.52	Qmin	343.39	14 -- Abril	170.21	Qmin	107.76
15 -- Febrero	496.77			15 -- Abril	158.52		
16 -- Febrero	571.57	Promedio	461.56	16 -- Abril	144.53	Promedio	138.01
17 -- Febrero	468.76			17 -- Abril	140.02		
18 -- Febrero	399.64	Qmax	461.56	18 -- Abril	140.91	Qmax	120.44
19 -- Febrero	395.76			19 -- Abril	132.16		
20 -- Febrero	343.39	Qmin	343.39	20 -- Abril	127.01	Qmin	107.76
21 -- Febrero	364.40			21 -- Abril	122.89		
22 -- Febrero	461.56	Promedio	434.32	22 -- Abril	120.44	Promedio	111.71
23 -- Febrero	405.30			23 -- Abril	113.91		
24 -- Febrero	400.18	Qmax	461.56	24 -- Abril	111.58	Qmax	120.44
25 -- Febrero	425.77			25 -- Abril	108.49		
26 -- Febrero	387.42	Qmin	349.44	26 -- Abril	110.80	Qmin	107.76
27 -- Febrero	349.44			27 -- Abril	111.57		
28 -- Febrero	364.86	Promedio	397.89	28 -- Abril	108.50	Promedio	111.71
29 -- Febrero	388.61			29 -- Abril	112.38		
				30 -- Abril	107.76		


ING. JUAN R. RIMAICHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

CAUDAL - AÑO 2020				CAUDAL - AÑO 2020							
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL		DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Mayo	108.56	Qmax	140.89	Qmax	140.89	01 -- Julio	45.74	Qmax	46.25	Qmax	46.25
02 -- Mayo	111.74					02 -- Julio	46.25				
03 -- Mayo	107.95					03 -- Julio	46.14				
04 -- Mayo	140.89	Qmin	107.95			04 -- Julio	46.15	Qmin	44.60		
05 -- Mayo	134.31					05 -- Julio	45.85				
06 -- Mayo	127.16					06 -- Julio	45.00				
07 -- Mayo	116.78	Promedio	120.11			07 -- Julio	44.60	Promedio	45.67		
08 -- Mayo	113.53					08 -- Julio	43.71				
09 -- Mayo	107.20					09 -- Julio	43.49				
10 -- Mayo	104.44	Qmax	107.20			10 -- Julio	43.43	Qmax	44.02		
11 -- Mayo	100.74			11 -- Julio	44.02						
12 -- Mayo	98.00			Qmin	79.61	12 -- Julio	43.93			Qmin	41.90
13 -- Mayo	98.25	13 -- Julio	43.28								
14 -- Mayo	93.99	Promedio	95.87			14 -- Julio	42.65	Promedio	43.30		
15 -- Mayo	84.70			15 -- Julio	41.90						
16 -- Mayo	79.61			Qmax	76.65	16 -- Julio	41.75			Qmax	41.85
17 -- Mayo	76.65	17 -- Julio	41.85								
18 -- Mayo	75.40	18 -- Julio	41.29								
19 -- Mayo	74.20	Qmin	70.73	19 -- Julio	40.88	Qmin	39.15				
20 -- Mayo	73.03			20 -- Julio	40.84						
21 -- Mayo	71.80			21 -- Julio	39.15						
22 -- Mayo	70.74	PROMEDIO	88.87	22 -- Julio	39.33	Promedio	40.61	PROMEDIO	42.27		
23 -- Mayo	70.73			23 -- Julio	39.82						
24 -- Mayo	71.30			Qmax	67.97	24 -- Julio	40.55			Qmax	41.48
25 -- Mayo	67.97					25 -- Julio	40.53				
26 -- Mayo	64.15					26 -- Julio	41.48				
27 -- Mayo	63.61			Qmin	60.47	27 -- Julio	40.10			Qmin	38.84
28 -- Mayo	63.64					28 -- Julio	39.11				
29 -- Mayo	62.02					29 -- Julio	39.89				
30 -- Mayo	60.47			Promedio	63.35	30 -- Julio	38.84			Promedio	39.92
31 -- Mayo	61.59					31 -- Julio	38.86				
01 -- Junio	60.45	Qmax	65.00	01 -- Agosto	38.55	Qmax	38.55	Qmax	39.23		
02 -- Junio	59.58			02 -- Agosto	38.43						
03 -- Junio	59.08			03 -- Agosto	37.83						
04 -- Junio	59.06			Qmin	59.06	04 -- Agosto	37.28			Qmin	37.15
05 -- Junio	65.00					05 -- Agosto	37.37				
06 -- Junio	63.28					06 -- Agosto	37.74				
07 -- Junio	62.47			Promedio	61.27	07 -- Agosto	37.15			Promedio	37.76
08 -- Junio	62.10					08 -- Agosto	37.21				
09 -- Junio	60.44					Qmax	62.10				
10 -- Junio	60.11			10 -- Agosto	36.85						
11 -- Junio	59.56	Qmin	46.93	11 -- Agosto	36.85			Qmin	36.85	Qmin	36.02
12 -- Junio	58.59			12 -- Agosto	38.81						
13 -- Junio	57.41			13 -- Agosto	37.56						
14 -- Junio	59.34			Promedio	59.41	14 -- Agosto	39.23	Promedio	37.96		
15 -- Junio	57.78					15 -- Agosto	39.10				
16 -- Junio	56.42					16 -- Agosto	38.16				
17 -- Junio	56.26			Qmax	56.42	17 -- Agosto	39.19	Qmax	39.19		
18 -- Junio	54.93					18 -- Agosto	38.57				
19 -- Junio	53.46					19 -- Agosto	38.29				
20 -- Junio	53.95			Qmin	52.01	20 -- Agosto	37.56	Qmin	36.26		
21 -- Junio	53.46	21 -- Agosto	37.96								
22 -- Junio	53.95	Promedio	54.30			22 -- Agosto	37.89			Promedio	37.98
23 -- Junio	52.01			23 -- Agosto	36.26						
24 -- Junio	50.09			24 -- Agosto	37.45						
25 -- Junio	50.57	Qmax	50.57	25 -- Agosto	36.83	Qmax	37.57				
26 -- Junio	48.19			26 -- Agosto	36.02						
27 -- Junio	48.72			27 -- Agosto	36.07						
28 -- Junio	48.91	Qmin	46.93	28 -- Agosto	36.29	Qmin	36.02				
29 -- Junio	48.19			29 -- Agosto	36.98						
30 -- Junio	46.93			Promedio	48.80			30 -- Agosto	37.18	Promedio	36.80
		31 -- Agosto	37.57								



ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

CAUDAL - AÑO 2020						CAUDAL - AÑO 2020									
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL					
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL		DIARIO		SEMANAL		MENSUAL					
01 -- Setiembre	39.27	Qmax	39.68	Qmax	43.24	01 -- Noviembre	44.91	Qmax	52.43	Qmax	62.03				
02 -- Setiembre	38.47					02 -- Noviembre	47.31								
03 -- Setiembre	38.26	Qmin	37.57			03 -- Noviembre	52.43	Qmin	44.65						
04 -- Setiembre	38.23					04 -- Noviembre	51.98								
05 -- Setiembre	37.72	Promedio	38.46			05 -- Noviembre	49.00	Promedio	48.11						
06 -- Setiembre	37.57					06 -- Noviembre	46.49								
07 -- Setiembre	39.68	Qmax	43.24			07 -- Noviembre	44.65	Qmax	42.56						
08 -- Setiembre	39.97					08 -- Noviembre	44.44								
09 -- Setiembre	41.39	Qmin	39.97	Qmin	37.08	09 -- Noviembre	42.56	Qmin	50.65	Qmin	41.67				
10 -- Setiembre	43.24					10 -- Noviembre	43.26								
11 -- Setiembre	42.19	Promedio	41.60			11 -- Noviembre	50.65	Promedio	46.58						
12 -- Setiembre	41.97					12 -- Noviembre	50.42								
13 -- Setiembre	40.60	Qmax	41.52			13 -- Noviembre	49.71	Qmax	45.60						
14 -- Setiembre	41.46					14 -- Noviembre	46.40								
15 -- Setiembre	42.02	Qmin	37.08			15 -- Noviembre	45.22	Qmin	41.67						
16 -- Setiembre	40.72					16 -- Noviembre	45.60								
17 -- Setiembre	39.23	Promedio	39.48	PROMEDIO	39.74	17 -- Noviembre	44.93	Promedio	43.44	PROMEDIO	46.73				
18 -- Setiembre	41.52					18 -- Noviembre	44.31								
19 -- Setiembre	40.77	Qmax	42.94			19 -- Noviembre	42.70	Qmax	62.03						
20 -- Setiembre	37.08					20 -- Noviembre	43.03								
21 -- Setiembre	39.31	Qmin	37.22			21 -- Noviembre	42.67	Qmin	42.11						
22 -- Setiembre	38.89					22 -- Noviembre	41.67								
23 -- Setiembre	38.34	Promedio	39.19			23 -- Noviembre	42.59	Promedio	49.27						
24 -- Setiembre	37.47					24 -- Noviembre	42.13								
25 -- Setiembre	37.22	Qmax	46.92	Qmax	56.70	25 -- Noviembre	42.11	Qmax	113.64	Qmax	203.50				
26 -- Setiembre	38.68					26 -- Noviembre	43.84								
27 -- Setiembre	39.02	Qmin	43.09			27 -- Noviembre	46.22	Qmin	63.12						
28 -- Setiembre	39.55					28 -- Noviembre	49.63								
29 -- Setiembre	39.44	Promedio	45.31			29 -- Noviembre	62.03	Promedio	82.50						
30 -- Setiembre	42.94					30 -- Noviembre	58.94								
01 -- Octubre	45.38	Qmax	46.92	Qmax	41.77	01 -- Diciembre	63.12	Qmax	105.61	Qmin	52.23				
02 -- Octubre	44.16					02 -- Diciembre	71.89								
03 -- Octubre	43.09	Qmin	43.00			03 -- Diciembre	68.35	Qmin	55.31						
04 -- Octubre	46.92					04 -- Diciembre	71.56								
05 -- Octubre	46.77	Promedio	43.47			05 -- Diciembre	79.88	Promedio	71.08						
06 -- Octubre	46.22					06 -- Diciembre	109.06								
07 -- Octubre	44.64	Qmax	52.48			07 -- Diciembre	113.64	Qmax	99.19						
08 -- Octubre	43.00					08 -- Diciembre	105.61								
09 -- Octubre	43.58	Qmin	47.09	Qmin	46.72	09 -- Diciembre	80.85	Qmin	52.23						
10 -- Octubre	43.08					10 -- Diciembre	75.38								
11 -- Octubre	43.52	Promedio	49.30			11 -- Diciembre	70.74	Promedio	61.41						
12 -- Octubre	43.52					12 -- Diciembre	65.79								
13 -- Octubre	43.28	Qmax	56.70			13 -- Diciembre	59.10	Qmax	203.50						
14 -- Octubre	43.16					14 -- Diciembre	55.31								
15 -- Octubre	44.67	Qmin	41.77			15 -- Diciembre	55.92	Qmin	77.27						
16 -- Octubre	48.57					16 -- Diciembre	52.98								
17 -- Octubre	47.09	Promedio	48.62			17 -- Diciembre	55.93	Promedio	157.87						
18 -- Octubre	49.15					18 -- Diciembre	55.43								
19 -- Octubre	52.48	Qmin	37.08			19 -- Diciembre	52.23	Qmin	41.67						
20 -- Octubre	51.82					20 -- Diciembre	54.53								
21 -- Octubre	48.67	Promedio	39.48			21 -- Diciembre	54.98	Promedio	43.44						
22 -- Octubre	48.03					22 -- Diciembre	66.04								
23 -- Octubre	48.62	Qmax	42.94			23 -- Diciembre	99.19	Qmax	62.03						
24 -- Octubre	51.50					24 -- Diciembre	77.27								
25 -- Octubre	56.70	Qmin	37.22			25 -- Diciembre	105.16	Qmin	42.11						
26 -- Octubre	51.86					26 -- Diciembre	128.15								
27 -- Octubre	50.10	Promedio	39.19			27 -- Diciembre	200.59	Promedio	49.27						
28 -- Octubre	47.95					28 -- Diciembre	185.53								
29 -- Octubre	43.53	Qmax	44.67			29 -- Diciembre	203.50	Qmax	113.64						
30 -- Octubre	41.77					30 -- Diciembre	188.55								
31 -- Octubre	45.59	Qmin	46.92			31 -- Diciembre	174.22								

Tabla 135: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2020

Caudales (m ³ /s) - 2020			
MES	Qmax	Qmin	Promedio
ENERO	730.67	189.44	299.04
FEBRERO	762.92	252.39	465.80
MARZO	480.14	288.32	363.74
ABRIL	358.96	107.76	185.68
MAYO	140.89	60.47	88.87
JUNIO	65.00	46.93	56.01
JULIO	46.25	38.84	42.27
AGOSTO	39.23	36.02	37.62
SEPTIEMBRE	43.24	37.08	39.74
OCTUBRE	56.70	41.77	46.72
NOVIEMBRE	62.03	41.67	46.73
DICIEMBRE	203.50	52.23	93.56

Gráfico 21: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2020

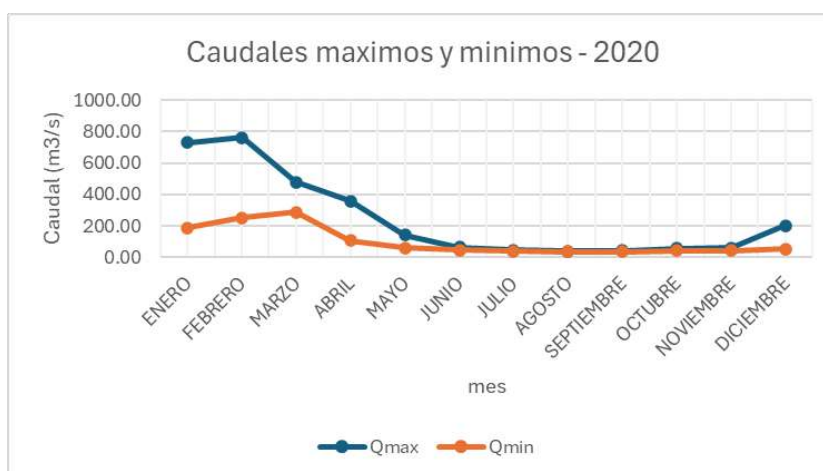
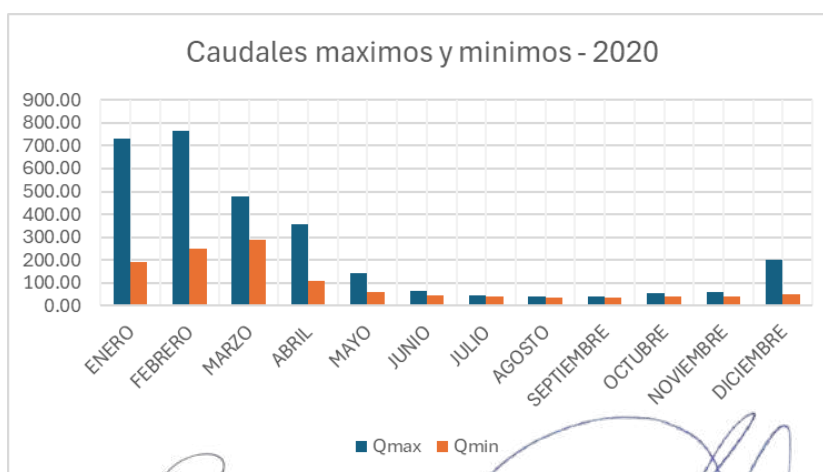


Gráfico 22: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2020



ING. JUAN R. RIMACHI CERNA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 136: Registro de Caudales – año 2021

CAUDAL		CAUDAL - AÑO 2021			
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Enero	181.29	Qmax	303.60	Q max	465.59
02 -- Enero	161.39				
03 -- Enero	201.46				
04 -- Enero	223.69	Qmin	161.39		
05 -- Enero	247.12				
06 -- Enero	236.96				
07 -- Enero	303.60	Promedio	226.91		
08 -- Enero	259.77				
09 -- Enero	213.82				
10 -- Enero	204.20	Qmax	328.14		
11 -- Enero	185.48				
12 -- Enero	179.31				
13 -- Enero	169.45	Qmin	169.45		
14 -- Enero	211.85				
15 -- Enero	251.64				
16 -- Enero	328.14	Promedio	217.98		
17 -- Enero	372.08				
18 -- Enero	404.13				
19 -- Enero	356.55	Qmax	465.59		
20 -- Enero	362.76				
21 -- Enero	375.62				
22 -- Enero	465.59	Qmin	356.55		
23 -- Enero	381.43				
24 -- Enero	380.71				
25 -- Enero	382.67	Promedio	387.36		
26 -- Enero	325.83				
27 -- Enero	293.12				
28 -- Enero	267.55	Qmax	382.67		
29 -- Enero	224.75				
30 -- Enero	204.68				
31 -- Enero	174.20	Qmin	174.20		
01 -- Febrero	180.27				
02 -- Febrero	170.21				
03 -- Febrero	204.93	Promedio	267.54		
04 -- Febrero	261.88				
05 -- Febrero	231.48				
06 -- Febrero	315.58	Qmax	315.58		
07 -- Febrero	315.32				
08 -- Febrero	391.68				
09 -- Febrero	332.90	Qmin	170.21		
10 -- Febrero	304.69				
11 -- Febrero	295.34				
12 -- Febrero	269.85	Promedio	239.95		
13 -- Febrero	315.24				
14 -- Febrero	382.78				
15 -- Febrero	441.06	Qmax	441.06		
16 -- Febrero	375.31				
17 -- Febrero	282.58				
18 -- Febrero	296.54	Qmin	282.58		
19 -- Febrero	319.03				
20 -- Febrero	316.59				
21 -- Febrero	335.32	Promedio	338.06		
22 -- Febrero	291.84				
23 -- Febrero	248.17				
24 -- Febrero	240.32	Qmax	291.84		
25 -- Febrero	203.53				
26 -- Febrero	172.27				
27 -- Febrero	182.26	Qmin	172.27		
28 -- Febrero	204.14				
29 -- Febrero					
		Promedio	220.36	PROMEDIO	281.47

CAUDAL - AÑO 2021					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 – Marzo	204.26	Qmax	255.35	Qmax	348.27
02 – Marzo	198.06				
03 – Marzo	179.20				
04 – Marzo	194.63	Qmin	179.20		
05 – Marzo	205.33				
06 –Marzo	203.16				
07 – Marzo	255.35	Promedio	210.78		
08 – Marzo	246.24				
09 –Marzo	216.09				
10 – Marzo	213.26	Qmax	233.70	Qmin	164.97
11 – Marzo	186.36				
12 – Marzo	164.97				
13 – Marzo	168.84	Qmin	164.97		
14 –Marzo	221.77				
15 – Marzo	233.70				
16 –Marzo	229.21	Promedio	204.27		
17 – Marzo	249.55				
18 –Marzo	228.07				
19 – Marzo	278.44	Qmax	348.27	PROMEDIO	240.37
20 – Marzo	267.55				
21 – Marzo	305.92				
22 – Marzo	271.00	Qmin	228.07		
23 – Marzo	348.27				
24 – Marzo	319.94				
25 – Marzo	265.36	Promedio	283.59		
26 – Marzo	233.61				
27 – Marzo	273.44				
28 – Marzo	249.30	Qmax	302.38		
29 – Marzo	248.21				
30 – Marzo	290.00				
31 – Marzo	302.38	Qmin	233.61		
01 -- Abril	362.50				
02 -- Abril	320.84				
03 -- Abril	269.85	Promedio	266.04	Qmax	362.50
04 -- Abril	278.38				
05 -- Abril	252.54				
06 –Abril	272.05	Qmax	358.74		
07 -- Abril	289.51				
08 –Abril	293.17				
09 –Abril	311.57	Qmin	293.17		
10 -- Abril	314.07				
11 – Abril	353.15				
12 -- Abril	358.74	Promedio	323.01	Qmin	96.76
13 -- Abril	312.89				
14 –Abril	317.52				
15 – Abril	315.04	Qmax	315.04		
16 –Abril	271.11				
17 –Abril	229.21				
18 –Abril	197.82	Qmin	154.12		
19 -- Abril	181.29				
20 – Abril	167.31				
21 – Abril	154.12	Promedio	216.56	PROMEDIO	229.88
22 -- Abril	153.77				
23 – Abril	135.58				
24 – Abril	131.28	Qmax	153.77		
25 – Abril	121.15				
26 -- Abril	117.91				
27 -- Abril	110.80	Qmin	96.76		
28 – Abril	103.99				
29 – Abril	102.52				
30 – Abril	96.76	Promedio	119.30		

CAUDAL - AÑO 2021					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Mayo	88.05	Qmax	88.05	Qmax	88.05
02 -- Mayo	80.94				
03 -- Mayo	78.80				
04 -- Mayo	77.74	Qmin	75.62		
05 -- Mayo	76.43				
06 -- Mayo	76.13				
07 -- Mayo	76.62	Promedio	78.79		
08 -- Mayo	75.62				
09 -- Mayo	74.93				
10 -- Mayo	74.78	Qmax	74.93		
11 -- Mayo	72.47				
12 -- Mayo	71.76			Qmin	70.06
13 -- Mayo	70.69				
14 -- Mayo	70.78				
15 -- Mayo	70.06				
16 -- Mayo	71.37				
17 -- Mayo	71.27	Promedio	72.10		
18 -- Mayo	69.53				
19 -- Mayo	68.47				
20 -- Mayo	67.77	Qmax	71.27		
21 -- Mayo	63.67				
22 -- Mayo	63.12				
23 -- Mayo	65.21	Qmin	63.12		
24 -- Mayo	67.38				
25 -- Mayo	71.00				
26 -- Mayo	72.47	Promedio	67.05		
27 -- Mayo	71.85				
28 -- Mayo	69.42				
29 -- Mayo	67.67	Qmax	72.47		
30 -- Mayo	63.94				
31 -- Mayo	60.14				
01 -- Junio	58.57	Qmin	60.14		
02 -- Junio	57.68				
03 -- Junio	56.66				
04 -- Junio	57.01	Promedio	68.07		
05 -- Junio	59.12				
06 -- Junio	56.75				
07 -- Junio	57.01	Qmax	59.12		
08 -- Junio	55.27				
09 -- Junio	54.03				
10 -- Junio	52.78	Qmin	56.66		
11 -- Junio	52.01				
12 -- Junio	52.40				
13 -- Junio	51.87	Promedio	57.54		
14 -- Junio	51.15				
15 -- Junio	49.14				
16 -- Junio	47.42	Qmax	49.14		
17 -- Junio	46.46				
18 -- Junio	45.89				
19 -- Junio	45.61	Qmin	43.12		
20 -- Junio	45.16				
21 -- Junio	44.90				
22 -- Junio	43.57	Promedio	45.26		
23 -- Junio	43.12				
24 -- Junio	42.77				
25 -- Junio	42.56	Qmax	42.77		
26 -- Junio	41.41				
27 -- Junio	42.02				
28 -- Junio	41.79	Qmin	41.41		
29 -- Junio	41.72				
30 -- Junio	42.08				
01 -- Julio	40.49	Promedio	42.05		
02 -- Julio	40.49				
03 -- Julio	40.49				

CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Julio	40.49	Qmax	40.49	Qmax	40.49
02 -- Julio	40.44				
03 -- Julio	39.92	Qmin	37.75		
04 -- Julio	39.50				
05 -- Julio	39.40	Promedio	39.41		
06 -- Julio	38.36				
07 -- Julio	37.75	Qmax	38.32		
08 -- Julio	37.95				
09 -- Julio	38.32				
10 -- Julio	38.86				
11 -- Julio	36.94	Qmin	35.66	Qmin	34.84
12 -- Julio	37.03				
13 -- Julio	37.20	Promedio	36.99		
14 -- Julio	35.97				
15 -- Julio	35.66	Qmax	39.46		
16 -- Julio	35.22				
17 -- Julio	34.84	Qmin	34.84		
18 -- Julio	35.94				
19 -- Julio	35.22				
20 -- Julio	35.57	Promedio	36.53		
21 -- Julio	38.36				
22 -- Julio	39.46	Qmax	40.02		
23 -- Julio	37.68				
24 -- Julio	38.22	Qmin	38.22		
25 -- Julio	39.33				
26 -- Julio	39.93	Promedio	39.60		
27 -- Julio	39.65				
28 -- Julio	40.02				
29 -- Julio	39.91				
30 -- Julio	39.91	Qmax	42.58	Qmax	42.58
31 -- Julio	39.83				
01 -- Agosto	41.17	Qmin	40.80		
02 -- Agosto	42.58				
03 -- Agosto	41.68	Promedio	41.54		
04 -- Agosto	42.25				
05 -- Agosto	41.32	Qmax	41.78		
06 -- Agosto	40.99				
07 -- Agosto	40.80	Qmin	38.26		
08 -- Agosto	41.78				
09 -- Agosto	40.77	Promedio	39.35		
10 -- Agosto	39.27				
11 -- Agosto	39.34	Qmax	38.46	Qmin	35.99
12 -- Agosto	38.26				
13 -- Agosto	38.45	Qmin	35.99		
14 -- Agosto	38.53				
15 -- Agosto	38.44	Promedio	37.30		
16 -- Agosto	38.46				
17 -- Agosto	37.97	Qmax	38.80		
18 -- Agosto	37.59				
19 -- Agosto	37.18	Qmin	36.74		
20 -- Agosto	36.34				
21 -- Agosto	37.10	Promedio	38.19	PROMEDIO	39.02
22 -- Agosto	37.79				
23 -- Agosto	35.99	Qmax	38.80		
24 -- Agosto	38.31				
25 -- Agosto	38.25	Qmin	36.74		
26 -- Agosto	38.80				
27 -- Agosto	38.43	Promedio	38.19		
28 -- Agosto	38.68				
29 -- Agosto	38.61				
30 -- Agosto	36.74	Qmax	59.12		
31 -- Agosto	37.73				



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAUDAL		CAUDAL - AÑO 2021					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL			
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL			
01 -- Setiembre	37.30	Qmax	37.52	Qmax	37.82		
02 -- Setiembre	36.94						
03 -- Setiembre	37.17						
04 -- Setiembre	35.65	Qmin	35.65				
05 -- Setiembre	36.85						
06 -- Setiembre	37.52	Promedio	36.92				
07 -- Setiembre	37.05						
08 -- Setiembre	37.01	Qmax	37.56				
09 -- Setiembre	35.84						
10 -- Setiembre	35.98						
11 -- Setiembre	35.62	Qmin	35.11	Qmin	35.11		
12 -- Setiembre	36.64						
13 -- Setiembre	35.86						
14 -- Setiembre	35.11	Promedio	36.20				
15 -- Setiembre	37.56						
16 -- Setiembre	37.58	Qmax	37.82				
17 -- Setiembre	37.51						
18 -- Setiembre	36.31						
19 -- Setiembre	36.15	Qmin	35.45	PROMEDIO	36.55		
20 -- Setiembre	36.34						
21 -- Setiembre	35.45						
22 -- Setiembre	35.88	Promedio	36.63				
23 -- Setiembre	37.82						
24 -- Setiembre	36.91	Qmax	37.15				
25 -- Setiembre	36.87						
26 -- Setiembre	36.12						
27 -- Setiembre	35.54	Qmin	35.54				
28 -- Setiembre	36.32						
29 -- Setiembre	36.56						
30 -- Setiembre	37.15	Promedio	36.49				
01 -- Octubre	36.49						
02 -- Octubre	41.27	Qmax	51.15	Qmax	54.24		
03 -- Octubre	41.67						
04 -- Octubre	40.89						
05 -- Octubre	44.50	Qmin	36.49				
06 -- Octubre	45.83						
07 -- Octubre	51.15	Promedio	43.11				
08 -- Octubre	48.92						
09 -- Octubre	54.24	Qmax	54.24				
10 -- Octubre	49.95						
11 -- Octubre	51.78						
12 -- Octubre	48.13	Qmin	45.60	Qmin	33.37		
13 -- Octubre	48.33						
14 -- Octubre	46.69						
15 -- Octubre	45.60	Promedio	49.20				
16 -- Octubre	43.76						
17 -- Octubre	40.77	Qmax	43.76				
18 -- Octubre	38.99						
19 -- Octubre	37.76						
20 -- Octubre	36.99	Qmin	35.58			PROMEDIO	41.91
21 -- Octubre	35.58						
22 -- Octubre	36.35						
23 -- Octubre	36.56	Promedio	38.34				
24 -- Octubre	35.78						
25 -- Octubre	35.78	Qmax	43.07				
26 -- Octubre	35.40						
27 -- Octubre	33.79						
28 -- Octubre	33.37	Qmin	33.37				
29 -- Octubre	39.05						
30 -- Octubre	40.73						
31 -- Octubre	43.07	Promedio	37.12				

CAUDAL - AÑO 2021					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Noviembre	48.15	Qmax	50.04	Qmax	126.44
02 -- Noviembre	50.04				
03 -- Noviembre	48.77				
04 -- Noviembre	46.48	Qmin	42.66		
05 -- Noviembre	45.25				
06 -- Noviembre	43.78	Promedio	46.45		
07 -- Noviembre	42.66				
08 -- Noviembre	40.36	Qmax	38.43		
09 -- Noviembre	39.75				
10 -- Noviembre	38.43				
11 -- Noviembre	39.56	Qmin	66.03	Qmin	38.43
12 -- Noviembre	44.29				
13 -- Noviembre	62.31				
14 -- Noviembre	66.03	Promedio	49.07		
15 -- Noviembre	61.83				
16 -- Noviembre	61.01	Qmax	61.01		
17 -- Noviembre	60.60				
18 -- Noviembre	58.26				
19 -- Noviembre	48.87	Qmin	48.87	PROMEDIO	58.40
20 -- Noviembre	55.11				
21 -- Noviembre	53.70				
22 -- Noviembre	56.31	Promedio	55.90		
23 -- Noviembre	53.37				
24 -- Noviembre	64.20	Qmax	126.44		
25 -- Noviembre	62.14				
26 -- Noviembre	62.52				
27 -- Noviembre	81.20	Qmin	62.14		
28 -- Noviembre	83.63				
29 -- Noviembre	106.93				
30 -- Noviembre	126.44	Promedio	83.86		
01 -- Diciembre	137.51	Qmax	196.23		
02 -- Diciembre	118.72				
03 -- Diciembre	120.40				
04 -- Diciembre	123.64	Qmin	109.53		
05 -- Diciembre	115.50				
06 -- Diciembre	109.53	Promedio	131.65		
07 -- Diciembre	196.23				
08 -- Diciembre	169.90	Qmax	293.15		
09 -- Diciembre	293.15				
10 -- Diciembre	273.65				
11 -- Diciembre	289.50	Qmin	132.57	Qmin	109.53
12 -- Diciembre	245.59				
13 -- Diciembre	168.66				
14 -- Diciembre	132.57	Promedio	217.76		
15 -- Diciembre	169.10				
16 -- Diciembre	169.70	Qmax	263.06		
17 -- Diciembre	170.19				
18 -- Diciembre	158.36				
19 -- Diciembre	143.44	Qmin	143.44		
20 -- Diciembre	189.15				
21 -- Diciembre	167.18				
22 -- Diciembre	199.08	Promedio	182.52	PROMEDIO	178.01
23 -- Diciembre	263.06				
24 -- Diciembre	206.54	Qmax	208.90		
25 -- Diciembre	166.95				
26 -- Diciembre	146.49				
27 -- Diciembre	208.90	Qmin	146.49		
28 -- Diciembre	169.40				
29 -- Diciembre	190.15				
30 -- Diciembre	158.40	Promedio	174.33		
31 -- Diciembre	147.85				



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

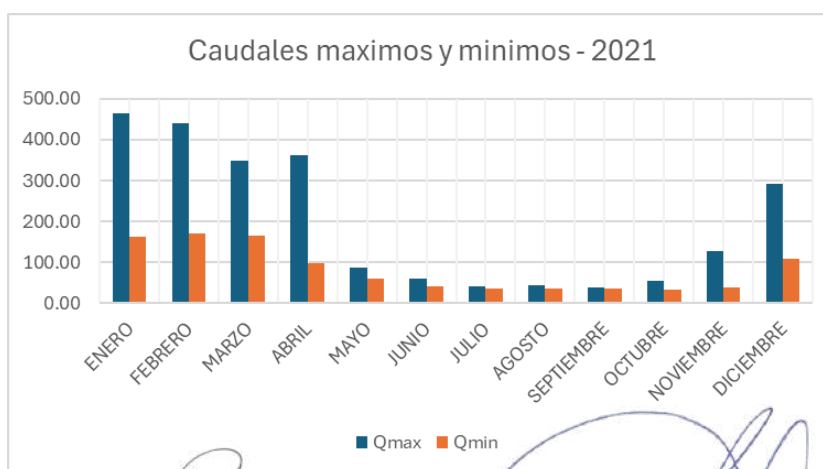
Tabla 137: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2021

Caudales (m ³ /s) - 2021			
MES	Qmax	Qmin	Promedio
ENERO	465.59	161.39	275.19
FEBRERO	441.06	170.21	281.47
MARZO	348.27	164.97	240.37
ABRIL	362.50	96.76	229.88
MAYO	88.05	60.14	71.61
JUNIO	59.12	41.41	49.26
JULIO	40.49	34.84	38.09
AGOSTO	42.58	35.99	39.02
SEPTIEMBRE	37.82	35.11	36.55
OCTUBRE	54.24	33.37	41.91
NOVIEMBRE	126.44	38.43	58.40
DICIEMBRE	293.15	109.53	178.01

Gráfico 23: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2021



Gráfico 24: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2021



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 138: Registro de Caudales – año 2022

CAUDAL - AÑO 2022							
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL			
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL			
01 – Enero	120.50	Qmax	120.50	Q max	568.40		
02 – Enero	108.85						
03 – Enero	106.37						
04 – Enero	95.83						
05 – Enero	92.23	Qmin	92.23				
06 – Enero	93.19						
07 – Enero	93.99	Promedio	100.87				
08 – Enero	96.03						
09 – Enero	114.63	Qmax	294.21				
10 – Enero	146.38						
11 – Enero	212.69						
12 – Enero	294.21						
13 – Enero	252.19	Qmin	114.63	Qmin	92.23		
14 – Enero	218.15						
15 – Enero	197.08	Promedio	201.58				
16 – Enero	177.36						
17 – Enero	173.28	Qmax	568.40				
18 – Enero	215.93						
19 – Enero	223.77						
20 – Enero	241.19						
21 – Enero	326.92	Qmin	173.28			PROMEDIO	253.33
22 – Enero	466.15						
23 – Enero	568.40	Promedio	333.44				
24 – Enero	451.89						
25 – Enero	416.14	Qmax	429.26				
26 – Enero	429.26						
27 – Enero	384.36	Qmin	376.72				
28 – Enero	388.14						
29 – Enero	376.72	Promedio	395.15				
30 – Enero	381.61						
31 – Enero	389.81	Qmax	451.21	Qmax	452.71		
01 – Febrero	425.94						
02 – Febrero	419.08						
03 – Febrero	383.86						
04 --Febrero	451.21	Qmin	383.86				
05 --Febrero	404.36						
06 – Febrero	425.72	Promedio	416.17				
07 – Febrero	403.06						
08 – Febrero	435.85	Qmax	452.71				
09 – Febrero	437.65						
10 – Febrero	452.71						
11 – Febrero	381.52						
12 – Febrero	343.30	Qmin	343.30	Qmin	250.80		
13 – Febrero	412.56						
14 – Febrero	411.38	Promedio	410.71				
15 – Febrero	439.69						
16 – Febrero	420.93	Qmax	439.69				
17 – Febrero	413.97						
18 – Febrero	385.05	Qmin	283.17				
19 – Febrero	339.67						
20 – Febrero	320.70	Promedio	371.88	PROMEDIO	377.29		
21 – Febrero	283.17						
22 – Febrero	261.75	Qmax	382.77				
23 – Febrero	250.80						
24 – Febrero	278.90	Qmin	250.80				
25 – Febrero	321.51						
26 – Febrero	334.15	Promedio	310.41				
27 – Febrero	382.77						
28 – Febrero	343.01	Qmax	310.41				
29 – Febrero							

CAUDAL - AÑO 2022					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 – Marzo	307.05	Qmax	404.35	Qmax	597.57
02 – Marzo	268.70				
03 – Marzo	239.07				
04 – Marzo	241.06				
05 – Marzo	404.35	Qmin	239.07		
06 –Marzo	371.36				
07 – Marzo	349.00	Promedio	314.97		
08 – Marzo	339.21				
09 –Marzo	282.55	Qmax	597.57	Qmin	248.65
10 – Marzo	260.70				
11 – Marzo	260.77				
12 – Marzo	287.91				
13 – Marzo	349.48	Qmin	260.70		
14 –Marzo	382.75				
15 – Marzo	451.02	Promedio	359.09		
16 –Marzo	597.57				
17 –Marzo	468.41	Qmax	468.41	PROMEDIO	318.42
18 –Marzo	362.51				
19 – Marzo	313.85				
20 – Marzo	333.29				
21 – Marzo	313.09	Qmin	263.29		
22 – Marzo	285.94				
23 – Marzo	269.95	Promedio	326.29		
24 – Marzo	263.29				
25 – Marzo	253.99	Qmax	294.19		
26 – Marzo	251.96				
27 – Marzo	248.65	Qmin	248.65		
28 – Marzo	273.48				
29 – Marzo	273.29	Promedio	266.87		
30 – Marzo	294.19				
31 – Marzo	272.55	Qmax	272.61	Qmax	299.92
01 -- Abril	263.24				
02 -- Abril	272.61				
03 -- Abril	260.64				
04 -- Abril	254.54	Qmin	187.35		
05 -- Abril	226.98				
06 --Abril	195.72	Promedio	237.29		
07 -- Abril	187.35				
08 -- Abril	207.62	Qmax	299.92	Qmin	75.86
09 –Abril	209.08				
10 -- Abril	299.92				
11 – Abril	250.72				
12 -- Abril	219.59	Qmin	173.61		
13 -- Abril	183.25				
14 –Abril	173.61	Promedio	220.54		
15 – Abril	160.89				
16 –Abril	150.50	Qmax	160.89		
17 --Abril	142.63				
18 --Abril	134.34	Qmin	115.18		
19 -- Abril	126.15				
20 -- Abril	120.34	Promedio	135.72	PROMEDIO	167.39
21 -- Abril	115.18				
22 -- Abril	111.99	Qmax	111.99		
23 -- Abril	106.21				
24 – Abril	106.22	Qmin	75.86		
25 -- Abril	102.80				
26 -- Abril	99.80	Promedio	96.32		
27 -- Abril	98.37				
28 -- Abril	87.51	Qmax	96.32		
29 -- Abril	78.17				
30 – Abril	75.86	Promedio	96.32		



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

CAUDAL		AÑO 2022			
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Mayo	75.16	Qmax	75.82	Qmax	75.82
02 -- Mayo	74.55				
03 -- Mayo	72.88				
04 -- Mayo	71.82	Qmin	69.88		
05 -- Mayo	71.08				
06 -- Mayo	70.48				
07 -- Mayo	75.82	Promedio	72.71		
08 -- Mayo	69.88				
09 -- Mayo	68.99				
10 -- Mayo	68.45	Qmax	68.99		
11 -- Mayo	67.95				
12 -- Mayo	67.21				
13 -- Mayo	65.90	Qmin	65.48		
14 -- Mayo	66.24				
15 -- Mayo	65.91				
16 -- Mayo	65.48	Promedio	67.01		
17 -- Mayo	65.24				
18 -- Mayo	63.58				
19 -- Mayo	57.16	Qmax	65.24		
20 -- Mayo	56.42				
21 -- Mayo	55.68				
22 -- Mayo	55.49	Qmin	54.78		
23 -- Mayo	54.78				
24 -- Mayo	54.92				
25 -- Mayo	53.13	Promedio	57.91		
26 -- Mayo	53.19				
27 -- Mayo	53.29				
28 -- Mayo	53.00	Qmax	53.39		
29 -- Mayo	52.57				
30 -- Mayo	53.21				
31 -- Mayo	53.39	Promedio	53.11		
01 -- Junio	53.65				
02 -- Junio	54.68				
03 -- Junio	53.78	Qmin	54.68		
04 -- Junio	53.12				
05 -- Junio	52.40				
06 -- Junio	52.99	Qmax	53.26		
07 -- Junio	52.21				
08 -- Junio	50.83				
09 -- Junio	49.68	Promedio	53.20		
10 -- Junio	50.16				
11 -- Junio	52.00				
12 -- Junio	53.18	Qmin	49.68		
13 -- Junio	53.20				
14 -- Junio	52.62				
15 -- Junio	52.31	Promedio	51.75		
16 -- Junio	51.85				
17 -- Junio	52.24				
18 -- Junio	52.24	Qmax	53.45		
19 -- Junio	52.17				
20 -- Junio	52.64				
21 -- Junio	52.82	Qmin	51.85		
22 -- Junio	53.18				
23 -- Junio	53.45				
24 -- Junio	53.20	Promedio	52.57		
25 -- Junio	53.48				
26 -- Junio	53.37				
27 -- Junio	53.09	Qmax	53.48		
28 -- Junio	52.40				
29 -- Junio	49.45				
30 -- Junio	47.92	Promedio	51.84		

CAUDAL - AÑO 2022					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Julio	44.29	Qmax	44.29	Qmax	44.29
02 -- Julio	42.01				
03 -- Julio	40.83	Qmin	38.47		
04 -- Julio	39.68				
05 -- Julio	38.80	Promedio	40.44		
06 -- Julio	39.04				
07 -- Julio	38.47	Qmax	38.43		
08 -- Julio	38.17				
09 -- Julio	38.43	Qmin	35.69		
10 -- Julio	38.43				
11 -- Julio	38.22	Promedio	37.41	Qmin	32.21
12 -- Julio	37.86				
13 -- Julio	36.13	Qmax	35.25		
14 -- Julio	36.36				
15 -- Julio	35.69	Qmin	32.55		
16 -- Julio	35.25				
17 -- Julio	34.85	Promedio	34.11		
18 -- Julio	34.80				
19 -- Julio	34.33	Qmax	33.60		
20 -- Julio	34.03				
21 -- Julio	33.65	Qmin	32.21		
22 -- Julio	32.55				
23 -- Julio	33.43	Promedio	32.90	PROMEDIO	36.08
24 -- Julio	33.60				
25 -- Julio	33.39	Qmax	33.74		
26 -- Julio	33.38				
27 -- Julio	33.09	Qmin	31.14		
28 -- Julio	32.76				
29 -- Julio	32.55	Promedio	32.12		
30 -- Julio	32.21				
31 -- Julio	32.26	Qmax	39.04		
01 -- Agosto	32.58				
02 -- Agosto	32.10	Qmin	34.52	Qmax	40.99
03 -- Agosto	31.29				
04 -- Agosto	31.14	Promedio	32.12		
05 -- Agosto	31.87				
06 -- Agosto	32.13	Qmax	33.60		
07 -- Agosto	33.74				
08 -- Agosto	34.52	Qmin	32.21		
09 -- Agosto	37.76				
10 -- Agosto	38.63	Promedio	32.90		
11 -- Agosto	39.04				
12 -- Agosto	37.36	Qmax	33.74	Qmin	31.14
13 -- Agosto	37.55				
14 -- Agosto	35.85	Promedio	37.09		
15 -- Agosto	36.06				
16 -- Agosto	36.80	Qmax	39.40		
17 -- Agosto	36.06				
18 -- Agosto	34.64	Qmin	34.32		
19 -- Agosto	34.32				
20 -- Agosto	35.55	Promedio	36.28		
21 -- Agosto	35.80				
22 -- Agosto	37.70	Qmax	40.99	PROMEDIO	36.67
23 -- Agosto	39.40				
24 -- Agosto	40.87	Qmin	40.01		
25 -- Agosto	40.68				
26 -- Agosto	40.19	Promedio	40.60		
27 -- Agosto	40.99				
28 -- Agosto	40.01	Qmax	51.84		
29 -- Agosto	40.68				
30 -- Agosto	40.82	Qmin	47.92		
31 -- Agosto	40.55				

CAUDAL - AÑO 2022						CAUDAL - AÑO 2022									
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL					
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL		DIARIO		SEMANAL		MENSUAL					
01 – Setiembre	40.55	Qmax	40.78	Qmax	52.12	01 -- Noviembre	39.07	Qmax	41.54	Qmax	44.40				
02 – Setiembre	40.78					02 -- Noviembre	41.29								
03 – Setiembre	40.67	Qmin	39.51			03 -- Noviembre	40.97	Qmin	39.07						
04 – Setiembre	40.19					04 -- Noviembre	41.54								
05 – Setiembre	39.92	Promedio	40.19			05 -- Noviembre	41.39	Promedio	40.77						
06 -Setiembre	39.51					06 -- Noviembre	40.96								
07 – Setiembre	39.70	Qmax	41.52			07 -- Noviembre	40.15	Qmax	39.19						
08 – Setiembre	38.99					08 -- Noviembre	39.93								
09 –Setiembre	38.77	Promedio	40.06	09 –Noviembre	39.19	Qmin	40.07								
10 – Setiembre	40.19			10 -- Noviembre	39.30										
11 – Setiembre	39.74	Qmin	38.77	Qmin	37.24	11 -- Noviembre	40.07	Promedio	39.52	Qmin	38.32				
12 – Setiembre	40.21					12 -- Noviembre	39.79								
13 – Setiembre	40.74	Promedio	40.06			13 -- Noviembre	39.40	Qmax	43.14						
14 –Setiembre	40.30					14 –Noviembre	39.20								
15 – Setiembre	41.52	Qmax	52.12			15 -- Noviembre	39.24	Qmin	38.32						
16 –Setiembre	48.13					16 –Noviembre	38.32								
17 –Setiembre	52.12	Qmin	39.10			17 –Noviembre	39.60	Promedio	40.67						
18 –Setiembre	44.49					18 –Noviembre	40.04								
19 – Setiembre	44.29	Promedio	44.24	PROMEDIO	40.94	19 -- Noviembre	40.22	Qmax	44.40	PROMEDIO	40.64				
20 – Setiembre	42.44					20 -- Noviembre	40.22								
21 – Setiembre	41.28	Qmax	41.33			21 -- Noviembre	42.43	Qmin	39.53						
22 – Setiembre	42.05					22 -- Noviembre	41.40								
23 – Setiembre	39.10	Qmin	37.24			23 -- Noviembre	43.14	Promedio	41.77						
24 – Setiembre	38.42					24 -- Noviembre	44.40								
25 – Setiembre	37.24	Promedio	38.92			25 -- Noviembre	42.70	Qmax	43.23						
26 – Setiembre	40.50					26 –Noviembre	43.85								
27 – Setiembre	41.33	Qmax	37.24	Qmax	43.26	27 -- Noviembre	41.72	Qmin	37.01	Qmax	62.87				
28 – Setiembre	38.98					28 –Noviembre	40.55								
29 – Setiembre	38.23	Promedio	38.88			29 -- Noviembre	39.53	Promedio	41.77						
30 – Setiembre	37.73					30 –Noviembre	39.66								
01 – Octubre	37.74	Qmax	40.36			Qmin	34.98	01 – Diciembre	38.49			Qmax	50.83	Qmin	37.01
02 – Octubre	37.92							02 – Diciembre	38.13						
03 – Octubre	37.81	Qmin	37.74					03 – Diciembre	37.90			Promedio	38.62		
04 – Octubre	40.36							04 – Diciembre	38.01						
05 -- Octubre	39.71	Promedio	38.88	05 – Diciembre	37.60			Qmax	62.87						
06 – Octubre	40.00			06 – Diciembre	37.01										
07 -- Octubre	38.63	Qmax	37.59	07 – Diciembre	43.23			Qmin	52.53						
08 -- Octubre	37.38			08 – Diciembre	50.83										
09 –Octubre	37.01	Promedio	36.57	Qmin	34.98	09 –Diciembre	49.20	Promedio	57.24	PROMEDIO	48.24				
10 -- Octubre	36.67					10 – Diciembre	44.85								
11 – Octubre	36.52	Qmin	34.98			11 – Diciembre	42.04	Qmax	56.94						
12 -- Octubre	35.93					12 – Diciembre	44.59								
13 – Octubre	34.98	Promedio	36.57			13 –Diciembre	42.62	Qmin	43.40						
14 –Octubre	36.47					14 – Diciembre	43.60								
15 -- Octubre	37.59	Qmax	43.26			15 – Diciembre	42.50	Promedio	50.87						
16 –Octubre	40.20					16 –Diciembre	52.59								
17 –Octubre	43.26	Qmin	39.54	17 –Diciembre	59.81	Qmax	52.33								
18 –Octubre	41.41			18 –Diciembre	62.87										
19 -- Octubre	39.54	Promedio	41.28	PROMEDIO	39.62	19 – Diciembre	59.14	Promedio	57.24	PROMEDIO	48.24				
20 – Octubre	40.30					20 – Diciembre	58.65								
21 -- Octubre	42.31	Qmax	42.75			21 – Diciembre	58.35	Qmin	43.40						
22 -- Octubre	41.67					22 – Diciembre	53.95								
23 -- Octubre	41.58	Qmin	39.11			23 – Diciembre	52.53	Qmax	50.87						
24 -- Octubre	42.19					24 – Diciembre	53.11								
25 -- Octubre	41.41	Promedio	41.67			25 – Diciembre	53.20	Qmin	43.40						
26 -- Octubre	41.51					26 –Diciembre	52.11								
27 -- Octubre	41.99	Qmax	42.15	27 – Diciembre	45.17	Promedio	50.87								
28 -- Octubre	42.15			28 –Diciembre	43.40										
29 -- Octubre	42.23	Promedio	41.67	29 – Diciembre	52.13	Qmax	50.87								
30 – Octubre	42.75			30 –Diciembre	50.92										
31 -- Octubre	39.11	Qmax	40.36	31 – Diciembre	56.94										



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/J



COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 139: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2022

Caudales (m ³ /s) - 2022			
MES	Qmax	Qmin	Promedio
ENERO	568.40	92.23	253.33
FEBRERO	452.71	250.80	377.29
MARZO	597.57	248.65	318.42
ABRIL	299.92	75.86	167.39
MAYO	75.82	52.57	62.99
JUNIO	54.68	47.92	52.34
JULIO	44.29	32.21	36.08
AGOSTO	40.99	31.14	36.67
SEPTIEMBRE	52.12	37.24	40.94
OCTUBRE	43.26	34.98	39.62
NOVIEMBRE	44.40	38.32	40.64
DICIEMBRE	62.87	37.01	48.24

Gráfico 25: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2022



Gráfico 26: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2022

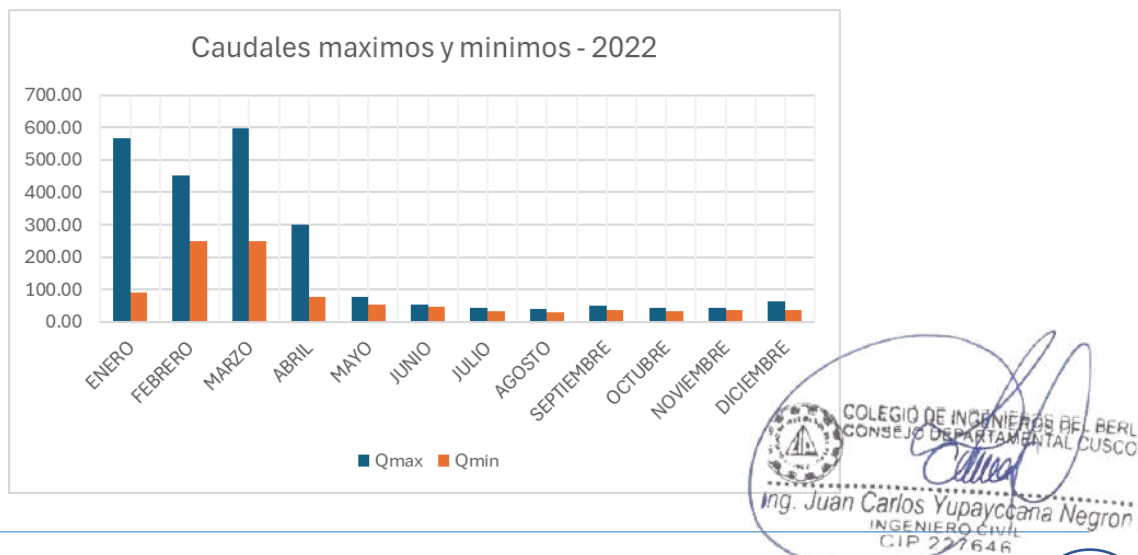

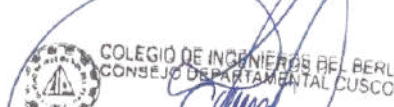


Tabla 140; Registro de Caudales – Año 2023


CAUDAL - AÑO 2023					CAUDAL - AÑO 2023				
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	DIARIO		SEMANAL		MENSUAL
01 -- Enero	62.59	Qmax	76.18	Q max	01 -- Marzo	89.74	Qmax	89.74	Qmax
02 -- Enero	63.55				02 -- Marzo	73.33			
03 -- Enero	67.81				03 -- Marzo	68.30			
04 -- Enero	68.73				04 -- Marzo	66.52			
05 -- Enero	76.18	Qmin	62.59		05 -- Marzo	66.92	Qmin	62.54	
06 -- Enero	73.20				06 -- Marzo	64.80			
07 -- Enero	67.76				07 -- Marzo	62.54			
08 -- Enero	62.84				08 -- Marzo	64.23			
09 -- Enero	62.45	Promedio	67.83		09 -- Marzo	60.64	Promedio	69.54	
10 -- Enero	60.31				10 -- Marzo	66.98			
11 -- Enero	60.59				11 -- Marzo	74.93			
12 -- Enero	58.06				12 -- Marzo	67.77			
13 -- Enero	52.83	Qmin	43.28	13 -- Marzo	71.22	Qmin	60.64		
14 -- Enero	50.03			14 -- Marzo	75.69				
15 -- Enero	45.75			15 -- Marzo	111.73				
16 -- Enero	43.28			16 -- Marzo	120.88				
17 -- Enero	39.99	Promedio	54.16	17 -- Marzo	128.58	Qmax	371.58		
18 -- Enero	44.13			18 -- Marzo	143.98				
19 -- Enero	49.06			19 -- Marzo	186.68				
20 -- Enero	49.63			20 -- Marzo	305.28				
21 -- Enero	47.71	Qmax	49.63	21 -- Marzo	326.73	Qmin	128.58		
22 -- Enero	45.20			22 -- Marzo	316.56				
23 -- Enero	41.08			23 -- Marzo	371.58				
24 -- Enero	41.92			24 -- Marzo	311.99				
25 -- Enero	41.98	Qmin	39.99	25 -- Marzo	277.15	Promedio	261.42		
26 -- Enero	55.45			26 -- Marzo	223.69				
27 -- Enero	61.93			27 -- Marzo	191.48				
28 -- Enero	60.84			28 -- Marzo	199.82				
29 -- Enero	66.64	Promedio	44.84	29 -- Marzo	200.73	Qmax	277.15		
30 -- Enero	82.85			30 -- Marzo	220.05				
31 -- Enero	99.56			31 -- Marzo	190.71				
01 -- Febrero	112.52	Qmax	147.47	PROMEDIO	01 -- Abril	185.23	Qmax	196.79	PROMEDIO
02 -- Febrero	114.38				02 -- Abril	167.00			
03 -- Febrero	128.55				03 -- Abril	191.83			
04 -- Febrero	141.22				04 -- Abril	183.93			
05 -- Febrero	143.45	Qmin	112.52		05 -- Abril	196.79	Qmin	167.00	
06 -- Febrero	147.47				06 -- Abril	196.13			
07 -- Febrero	126.27				07 -- Abril	176.04			
08 -- Febrero	104.75				08 -- Abril	155.85			
09 -- Febrero	124.19	Promedio	130.55		09 -- Abril	168.46	Promedio	185.28	
10 -- Febrero	132.39				10 -- Abril	148.24			
11 -- Febrero	125.37				11 -- Abril	138.33			
12 -- Febrero	136.16				12 -- Abril	131.25			
13 -- Febrero	140.42	Qmax	149.38	13 -- Abril	124.71	Promedio	140.15		
14 -- Febrero	149.38			14 -- Abril	114.20				
15 -- Febrero	154.64			15 -- Abril	104.70				
16 -- Febrero	180.24			16 -- Abril	106.93				
17 -- Febrero	167.62	Qmin	104.75	17 -- Abril	102.73	Qmax	106.93		
18 -- Febrero	152.01			18 -- Abril	94.78				
19 -- Febrero	129.29			19 -- Abril	91.61				
20 -- Febrero	117.57			20 -- Abril	79.08				
21 -- Febrero	108.98	Promedio	104.75	21 -- Abril	75.06	Promedio	93.55		
22 -- Febrero	127.95			22 -- Abril	72.30				
23 -- Febrero	135.58			23 -- Abril	67.68				
24 -- Febrero	139.60			24 -- Abril	65.80				
25 -- Febrero	115.50	Qmax	139.60	25 -- Abril	62.80	Qmin	54.97		
26 -- Febrero	108.32			26 -- Abril	62.76				
27 -- Febrero	106.73			27 -- Abril	62.58				
28 -- Febrero	96.94			28 -- Abril	59.76				
29 -- Febrero		Promedio	118.66	29 -- Abril	56.97	Promedio	62.85		
				30 -- Abril	54.97				

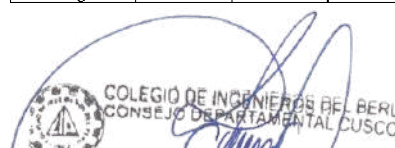

ING. JUAN R. RIMAQUI ZCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

CAUDAL - AÑO 2023					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Mayo	54.83	Qmax	124.86	Qmax	129.84
02 -- Mayo	54.39				
03 -- Mayo	52.71				
04 -- Mayo	53.50	Qmin	52.71		
05 -- Mayo	55.58				
06 -- Mayo	56.33				
07 -- Mayo	67.41	Promedio	64.95		
08 -- Mayo	124.86				
09 -- Mayo	129.84	Qmax	129.84		
10 -- Mayo	116.71				
11 -- Mayo	106.88				
12 -- Mayo	101.07	Qmin	74.22		
13 -- Mayo	94.13				
14 -- Mayo	93.75				
15 -- Mayo	84.06	Promedio	100.08		
16 -- Mayo	74.22				
17 -- Mayo	69.01	Qmax	69.01		
18 -- Mayo	64.74				
19 -- Mayo	62.10	Qmin	54.53		
20 -- Mayo	61.92				
21 -- Mayo	60.17				
22 -- Mayo	58.58	Promedio	60.77		
23 -- Mayo	55.12				
24 -- Mayo	54.53				
25 -- Mayo	53.03	Qmax	53.03		
26 -- Mayo	52.16				
27 -- Mayo	51.82				
28 -- Mayo	51.84	Qmin	50.52		
29 -- Mayo	51.90				
30 -- Mayo	50.98	Promedio	51.75		
31 -- Mayo	50.52				
01 -- Junio	49.09	Qmax	49.09		
02 -- Junio	47.29				
03 -- Junio	45.26				
04 -- Junio	43.21	Qmin	40.93		
05 -- Junio	42.50				
06 -- Junio	41.96				
07 -- Junio	40.93	Promedio	44.32		
08 -- Junio	40.35				
09 -- Junio	39.78	Qmax	40.35		
10 -- Junio	39.09				
11 -- Junio	37.81				
12 -- Junio	37.66	Qmin	37.04		
13 -- Junio	37.04				
14 -- Junio	37.47				
15 -- Junio	37.05	Promedio	38.28		
16 -- Junio	36.43				
17 -- Junio	35.63	Qmax	36.43		
18 -- Junio	35.55				
19 -- Junio	34.33				
20 -- Junio	34.18	Qmin	33.08		
21 -- Junio	33.95				
22 -- Junio	33.72				
23 -- Junio	33.08	Promedio	34.61		
24 -- Junio	34.02				
25 -- Junio	34.03	Qmax	34.03		
26 -- Junio	33.73				
27 -- Junio	33.52				
28 -- Junio	33.35	Qmin	32.04		
29 -- Junio	33.00				
30 -- Junio	32.04				
		Promedio	33.38		

CAUDAL - AÑO 2023					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Julio	30.60	Qmax	30.60	Qmax	35.72
02 -- Julio	30.14				
03 -- Julio	30.02				
04 -- Julio	30.12	Qmin	29.27		
05 -- Julio	29.91				
06 -- Julio	29.48	Promedio	29.93		
07 -- Julio	29.27				
08 -- Julio	29.59	Qmax	30.22		
09 -- Julio	29.24				
10 -- Julio	29.12				
11 -- Julio	29.19	Qmin	29.05		
12 -- Julio	29.05				
13 -- Julio	29.40				
14 -- Julio	29.82	Promedio	29.45		
15 -- Julio	30.22				
16 -- Julio	30.63	Qmax	33.75		
17 -- Julio	30.57				
18 -- Julio	30.62	Qmin	30.41		
19 -- Julio	30.68				
20 -- Julio	30.46				
21 -- Julio	30.41	Promedio	30.95		
22 -- Julio	30.52				
23 -- Julio	33.75				
24 -- Julio	33.78	Qmax	35.72		
25 -- Julio	34.06				
26 -- Julio	34.41				
27 -- Julio	34.80	Qmin	33.78		
28 -- Julio	35.00				
29 -- Julio	35.36	Promedio	34.85		
30 -- Julio	35.68				
31 -- Julio	35.72				
01 -- Agosto	34.72	Qmax	34.72		
02 -- Agosto	31.58				
03 -- Agosto	30.50				
04 -- Agosto	30.62	Qmin	30.50		
05 -- Agosto	33.12				
06 -- Agosto	33.23	Promedio	32.27		
07 -- Agosto	32.15				
08 -- Agosto	32.33	Qmax	34.03		
09 -- Agosto	30.39				
10 -- Agosto	30.11	Qmin	29.66		
11 -- Agosto	29.75				
12 -- Agosto	29.66				
13 -- Agosto	30.68	Promedio	31.24		
14 -- Agosto	34.03				
15 -- Agosto	33.03	Qmax	31.70		
16 -- Agosto	31.70				
17 -- Agosto	30.33	Qmin	28.17		
18 -- Agosto	29.58				
19 -- Agosto	29.05				
20 -- Agosto	28.73	Promedio	29.29		
21 -- Agosto	28.42				
22 -- Agosto	28.39				
23 -- Agosto	28.17	Qmax	30.04		
24 -- Agosto	28.17				
25 -- Agosto	27.96				
26 -- Agosto	27.88	Qmin	27.87		
27 -- Agosto	27.87				
28 -- Agosto	27.99				
29 -- Agosto	28.35	Promedio	28.43		
30 -- Agosto	29.16				
31 -- Agosto	30.04				


ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAUDAL - AÑO 2023					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Setiembre	30.24	Qmax	31.78	Qmax	33.78
02 -- Setiembre	29.74				
03 -- Setiembre	30.43				
04 -- Setiembre	30.67	Qmin	29.74		
05 -- Setiembre	30.11				
06 -- Setiembre	30.47				
07 -- Setiembre	31.78	Promedio	30.49		
08 -- Setiembre	33.61	Qmax	33.78		
09 -- Setiembre	33.78				
10 -- Setiembre	32.35				
11 -- Setiembre	29.87	Qmin	29.09	Qmin	27.39
12 -- Setiembre	29.09				
13 -- Setiembre	29.45				
14 -- Setiembre	29.68	Promedio	30.96		
15 -- Setiembre	29.88	Qmax	33.72		
16 -- Setiembre	29.88				
17 -- Setiembre	29.32				
18 -- Setiembre	27.39	Qmin	27.39		
19 -- Setiembre	30.95				
20 -- Setiembre	32.45				
21 -- Setiembre	31.43	Promedio	30.89	PROMEDIO	31.14
22 -- Setiembre	32.00				
23 -- Setiembre	33.72				
24 -- Setiembre	32.15	Qmax	33.65		
25 -- Setiembre	32.83				
26 -- Setiembre	31.28				
27 -- Setiembre	30.90	Qmin	30.90		
28 -- Setiembre	32.10				
29 -- Setiembre	33.04				
30 -- Setiembre	33.65	Promedio	32.28		
01 -- Octubre	34.05	Qmax	39.47	Qmax	46.97
02 -- Octubre	38.33				
03 -- Octubre	38.46				
04 -- Octubre	39.47	Qmin	34.05		
05 -- Octubre	38.62				
06 -- Octubre	36.85				
07 -- Octubre	37.33	Promedio	37.58		
08 -- Octubre	35.71	Qmax	46.97		
09 -- Octubre	46.97				
10 -- Octubre	44.07				
11 -- Octubre	43.28	Qmin	35.71	Qmin	34.05
12 -- Octubre	38.95				
13 -- Octubre	35.87				
14 -- Octubre	40.06	Promedio	40.39		
15 -- Octubre	38.23	Qmax	36.64		
16 -- Octubre	35.25				
17 -- Octubre	34.94				
18 -- Octubre	35.85	Qmin	34.07		
19 -- Octubre	34.42				
20 -- Octubre	34.07				
21 -- Octubre	34.41	Promedio	35.19	PROMEDIO	38.14
22 -- Octubre	35.97				
23 -- Octubre	36.64				
24 -- Octubre	34.84	Qmax	44.66		
25 -- Octubre	35.87				
26 -- Octubre	43.17				
27 -- Octubre	42.26	Qmin	34.84		
28 -- Octubre	44.66				
29 -- Octubre	40.28				
30 -- Octubre	37.47	Promedio	39.32		
31 -- Octubre	36.00				

CAUDAL - AÑO 2023					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Noviembre	35.10	Qmax	42.38	Qmax	126.03
02 -- Noviembre	34.80				
03 -- Noviembre	34.43				
04 -- Noviembre	35.23	Qmin	34.43		
05 -- Noviembre	41.11				
06 -- Noviembre	41.22				
07 -- Noviembre	42.38	Promedio	37.75		
08 -- Noviembre	38.57	Qmax	36.88		
09 -- Noviembre	45.61				
10 -- Noviembre	48.27				
11 -- Noviembre	45.36	Qmin	48.27		
12 -- Noviembre	44.96				
13 -- Noviembre	36.88				
14 -- Noviembre	39.99	Promedio	42.89		
15 -- Noviembre	43.52	Qmax	56.43		
16 -- Noviembre	47.00				
17 -- Noviembre	44.44				
18 -- Noviembre	46.21	Qmin	44.44		
19 -- Noviembre	50.69				
20 -- Noviembre	47.51				
21 -- Noviembre	53.66	Promedio	50.04		
22 -- Noviembre	56.43	Qmax	126.03		
23 -- Noviembre	54.41				
24 -- Noviembre	52.58				
25 -- Noviembre	65.19	Qmin	52.58		
26 -- Noviembre	73.61				
27 -- Noviembre	84.43				
28 -- Noviembre	109.54	Promedio	87.91		
29 -- Noviembre	126.03	Qmax	198.62		
30 -- Noviembre	103.99				
01 -- Diciembre	132.08				
02 -- Diciembre	139.83	Qmin	103.40		
03 -- Diciembre	198.62				
04 -- Diciembre	166.53				
05 -- Diciembre	141.72	Promedio	143.01		
06 -- Diciembre	118.93	Qmax	254.31		
07 -- Diciembre	103.40				
08 -- Diciembre	87.83				
09 -- Diciembre	132.64	Qmin	87.83		
10 -- Diciembre	134.76				
11 -- Diciembre	139.99				
12 -- Diciembre	184.77	Promedio	165.13		
13 -- Diciembre	254.31	Qmax	377.15		
14 -- Diciembre	212.53				
15 -- Diciembre	174.20				
16 -- Diciembre	211.47	Qmin	149.94		
17 -- Diciembre	301.03				
18 -- Diciembre	377.15				
19 -- Diciembre	302.40	Promedio	245.12		
20 -- Diciembre	223.28	Qmax	129.16		
21 -- Diciembre	225.15				
22 -- Diciembre	170.59				
23 -- Diciembre	149.94	Qmin	87.34		
24 -- Diciembre	129.16				
25 -- Diciembre	112.70				
26 -- Diciembre	100.42	Promedio	100.20		
27 -- Diciembre	97.59	Qmax	126.03		
28 -- Diciembre	87.34				
29 -- Diciembre	89.24				
30 -- Diciembre	92.19	Qmin	44.44		
31 -- Diciembre	92.96				
		Promedio	50.04		
		Qmax	126.03		



ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP. 227646

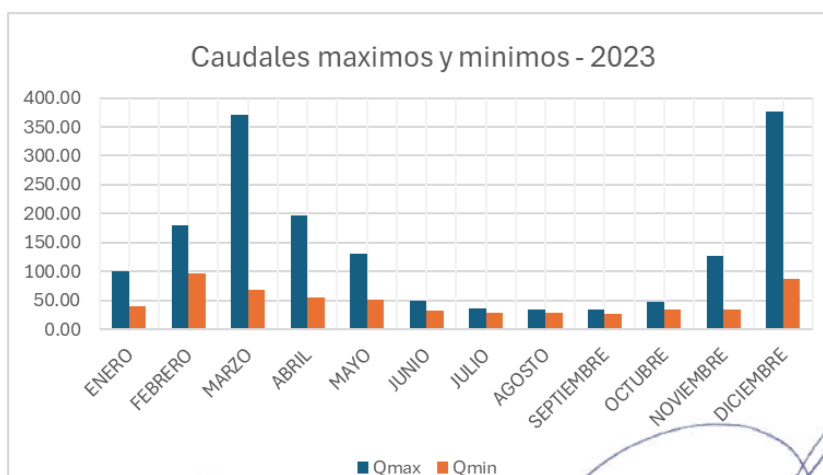
Tabla 141: Caudales máximo, mínimo y promedio – Año 2023

Caudales (m ³ /s) - 2023			
MES	Qmax	Qmin	Promedio
ENERO	99.56	39.99	58.19
FEBRERO	180.24	96.94	130.98
MARZO	371.58	67.77	154.88
ABRIL	196.79	54.97	116.61
MAYO	129.84	50.52	69.96
JUNIO	49.09	32.04	37.57
JULIO	35.72	29.05	31.34
AGOSTO	34.72	27.87	30.25
SEPTIEMBRE	33.78	27.39	31.14
OCTUBRE	46.97	34.05	38.14
NOVIEMBRE	126.03	34.43	54.10
DICIEMBRE	377.15	87.34	164.02

Gráfico 27: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2023



Gráfico 28: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos por meses – año 2023



ING. JUAN R. RIMACHI ECAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1




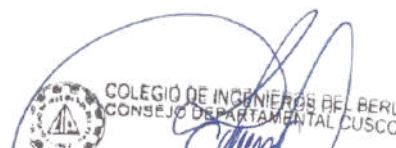
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 142: Registro de Caudales – Año 2024

CAUDAL - AÑO 2024							
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL			
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL			
01 -- Enero	113.71	Qmax	225.14	Q max	417.51		
02 -- Enero	124.32						
03 -- Enero	135.90						
04 -- Enero	159.91						
05 -- Enero	176.02	Qmin	113.71				
06 -- Enero	225.14						
07 -- Enero	192.90						
08 -- Enero	144.83						
09 -- Enero	118.99	Promedio	159.09				
10 -- Enero	104.63						
11 -- Enero	100.36						
12 -- Enero	87.07	Qmin	78.47	Qmin	78.47		
13 -- Enero	78.47						
14 -- Enero	90.01						
15 -- Enero	87.24						
16 -- Enero	99.37	Promedio	95.77				
17 -- Enero	100.20						
18 -- Enero	116.20						
19 -- Enero	119.74						
20 -- Enero	112.57	Qmin	100.04			PROMEDIO	159.79
21 -- Enero	104.50						
22 -- Enero	103.07						
23 -- Enero	100.04						
24 -- Enero	111.23	Promedio	108.44				
25 -- Enero	189.32						
26 -- Enero	266.83						
27 -- Enero	417.51						
28 -- Enero	285.45	Qmin	189.32				
29 -- Enero	279.88						
30 -- Enero	300.33						
31 -- Enero	307.61						
01 -- Febrero	294.75	Qmax	294.75	Qmax	308.78		
02 -- Febrero	237.96						
03 -- Febrero	255.97						
04 -- Febrero	230.30						
05 -- Febrero	191.28	Qmin	179.11				
06 -- Febrero	179.11						
07 -- Febrero	207.47						
08 -- Febrero	254.28						
09 -- Febrero	242.36	Qmax	272.04				
10 -- Febrero	231.96						
11 -- Febrero	232.91						
12 -- Febrero	211.01						
13 -- Febrero	272.04	Promedio	244.82			Qmin	179.11
14 -- Febrero	269.15						
15 -- Febrero	301.71						
16 -- Febrero	243.84						
17 -- Febrero	204.34	Qmax	308.78				
18 -- Febrero	194.26						
19 -- Febrero	184.21						
20 -- Febrero	251.05						
21 -- Febrero	308.78	Promedio	241.17	PROMEDIO	234.20		
22 -- Febrero	247.67						
23 -- Febrero	190.34						
24 -- Febrero	195.40						
25 -- Febrero	200.49	Qmax	281.70				
26 -- Febrero	205.94						
27 -- Febrero	230.81						
28 -- Febrero	240.83						
29 -- Febrero	281.70	Promedio	224.15				

CAUDAL - AÑO 2024							
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL			
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL			
01 -- Marzo	349.00	Qmax	355.94	Qmax	359.64		
02 -- Marzo	292.39						
03 -- Marzo	240.43						
04 -- Marzo	255.21						
05 -- Marzo	329.90	Qmin	240.43				
06 -- Marzo	355.94						
07 -- Marzo	309.62						
08 -- Marzo	264.93						
09 -- Marzo	269.57	Promedio	299.68				
10 -- Marzo	258.98						
11 -- Marzo	310.98						
12 -- Marzo	260.23	Qmin	191.87	Qmin	191.87		
13 -- Marzo	204.04						
14 -- Marzo	191.87						
15 -- Marzo	197.62						
16 -- Marzo	198.70	Promedio	236.50				
17 -- Marzo	307.62						
18 -- Marzo	294.92						
19 -- Marzo	255.75						
20 -- Marzo	359.64	Qmin	200.91			PROMEDIO	268.50
21 -- Marzo	288.36						
22 -- Marzo	277.43						
23 -- Marzo	234.82						
24 -- Marzo	200.91	Promedio	277.43				
25 -- Marzo	195.40						
26 -- Marzo	212.52						
27 -- Marzo	264.64						
28 -- Marzo	320.41	Qmin	195.40				
29 -- Marzo	291.91						
30 -- Marzo	234.94						
31 -- Marzo	294.68						
01 -- Abril	321.33	Qmax	321.59	Qmax	321.59		
02 -- Abril	275.26						
03 -- Abril	321.59						
04 -- Abril	272.56						
05 -- Abril	240.22	Qmin	203.40				
06 -- Abril	213.49						
07 -- Abril	203.40						
08 -- Abril	201.73						
09 -- Abril	210.16	Qmax	266.40				
10 -- Abril	205.84						
11 -- Abril	237.55						
12 -- Abril	266.40						
13 -- Abril	217.60	Promedio	220.22			Qmin	93.08
14 -- Abril	202.24						
15 -- Abril	187.98						
16 -- Abril	168.61						
17 -- Abril	174.64	Qmax	187.98				
18 -- Abril	172.07						
19 -- Abril	169.15						
20 -- Abril	154.96						
21 -- Abril	154.86	Promedio	168.90	PROMEDIO	166.86		
22 -- Abril	142.39						
23 -- Abril	134.03						
24 -- Abril	127.44						
25 -- Abril	120.07	Qmin	93.08				
26 -- Abril	112.91						
27 -- Abril	106.74						
28 -- Abril	101.57						
29 -- Abril	95.90	Promedio	114.90				
30 -- Abril	93.08						


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1


COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAUDAL - AÑO 2024					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Julio	37.58	Qmax	37.58	Qmax	37.58
02 -- Julio	37.20				
03 -- Julio	36.90				
04 -- Julio	36.89	Qmin	34.58		
05 -- Julio	35.92				
06 -- Julio	34.58	Promedio	36.30		
07 -- Julio	35.04				
08 -- Julio	35.46	Qmax	35.46		
09 -- Julio	34.89				
10 -- Julio	33.78				
11 -- Julio	33.59				
12 -- Julio	33.35	Qmin	33.06	Qmin	31.96
13 -- Julio	33.09				
14 -- Julio	33.06				
15 -- Julio	33.06	Promedio	33.79		
16 -- Julio	32.78				
17 -- Julio	32.45	Qmax	32.78		
18 -- Julio	32.26				
19 -- Julio	32.22				
20 -- Julio	32.58	Qmin	32.08		
21 -- Julio	32.33				
22 -- Julio	32.38				
23 -- Julio	32.08	Promedio	32.39	PROMEDIO	33.65
24 -- Julio	32.27				
25 -- Julio	32.69	Qmax	32.78		
26 -- Julio	32.62				
27 -- Julio	32.60				
28 -- Julio	32.63	Qmin	31.96		
29 -- Julio	32.78				
30 -- Julio	31.96				
31 -- Julio	32.00	Promedio	32.44		
01 -- Agosto	32.06				
02 -- Agosto	34.28	Qmax	34.68		
03 -- Agosto	34.45				
04 -- Agosto	34.54				
05 -- Agosto	34.68	Qmin	32.06		
06 -- Agosto	34.68				
07 -- Agosto	34.59				
08 -- Agosto	33.94	Promedio	34.18		
09 -- Agosto	33.77				
10 -- Agosto	34.38				
11 -- Agosto	34.56	Qmax	34.73		
12 -- Agosto	34.73				
13 -- Agosto	34.37				
14 -- Agosto	34.46	Qmin	33.77	Qmin	32.06
15 -- Agosto	34.40				
16 -- Agosto	34.49				
17 -- Agosto	36.32	Promedio	36.32		
18 -- Agosto	35.65				
19 -- Agosto	35.24				
20 -- Agosto	35.53	Qmax	34.49		
21 -- Agosto	35.44				
22 -- Agosto	34.80				
23 -- Agosto	35.09	Promedio	35.32	PROMEDIO	35.01
24 -- Agosto	35.24				
25 -- Agosto	35.58				
26 -- Agosto	35.38	Qmax	37.22		
27 -- Agosto	35.24				
28 -- Agosto	36.19				
29 -- Agosto	37.22	Qmin	35.24		
30 -- Agosto	36.74				
31 -- Agosto	37.12				

CAUDAL - AÑO 2024					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Mayo	91.39	Qmax	120.36	Qmax	120.36
02 -- Mayo	89.96				
03 -- Mayo	91.72				
04 -- Mayo	113.20	Qmin	80.07		
05 -- Mayo	120.36				
06 -- Mayo	104.83	Promedio	98.05		
07 -- Mayo	92.88				
08 -- Mayo	80.07				
09 -- Mayo	78.77	Qmax	78.77		
10 -- Mayo	77.16				
11 -- Mayo	74.45				
12 -- Mayo	72.08	Qmin	68.03		
13 -- Mayo	69.60				
14 -- Mayo	68.72				
15 -- Mayo	68.72	Promedio	72.19		
16 -- Mayo	68.03				
17 -- Mayo	67.04	Qmax	67.04		
18 -- Mayo	65.73				
19 -- Mayo	64.54				
20 -- Mayo	63.13	Qmin	57.56		
21 -- Mayo	63.24				
22 -- Mayo	63.03				
23 -- Mayo	59.35	Promedio	62.95		
24 -- Mayo	57.56				
25 -- Mayo	56.59	Qmax	56.59		
26 -- Mayo	56.35				
27 -- Mayo	54.97				
28 -- Mayo	53.56	Qmin	49.96		
29 -- Mayo	51.54				
30 -- Mayo	50.46	Promedio	53.35		
31 -- Mayo	49.96				
01 -- Junio	49.69	Qmax	49.87		
02 -- Junio	49.87				
03 -- Junio	49.03				
04 -- Junio	48.03	Qmin	45.78		
05 -- Junio	47.01				
06 -- Junio	46.39				
07 -- Junio	45.78	Promedio	47.97		
08 -- Junio	45.34				
09 -- Junio	44.67	Qmax	45.34		
10 -- Junio	45.10				
11 -- Junio	44.19				
12 -- Junio	43.39	Qmin	42.89		
13 -- Junio	42.89				
14 -- Junio	42.93				
15 -- Junio	43.25	Promedio	43.97		
16 -- Junio	42.78				
17 -- Junio	42.79	Qmax	48.01		
18 -- Junio	43.22				
19 -- Junio	47.63				
20 -- Junio	47.28	Qmin	42.78		
21 -- Junio	48.01				
22 -- Junio	47.63				
23 -- Junio	44.69	Promedio	45.50		
24 -- Junio	43.37				
25 -- Junio	41.13	Qmax	43.37		
26 -- Junio	40.05				
27 -- Junio	38.96				
28 -- Junio	38.42	Qmin	37.94		
29 -- Junio	38.48				
30 -- Junio	37.94				
		Promedio	39.76		




ING. JUAN R. RIMACHICAMA
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021-CENEPRED/1



Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

CAUDAL - AÑO 2024					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Setiembre	37.42	Qmax	37.42	Qmax	49.22
02 -- Setiembre	37.20				
03 -- Setiembre	36.68				
04 -- Setiembre	36.38	Qmin	36.25		
05 -- Setiembre	36.47				
06 --Setiembre	36.71				
07 -- Setiembre	36.25	Promedio	36.73		
08 -- Setiembre	35.91				
09 --Setiembre	36.12				
10 -- Setiembre	35.64	Qmax	37.59		
11 -- Setiembre	35.40				
12 -- Setiembre	35.04				
13 -- Setiembre	34.41	Qmin	34.41		
14 --Setiembre	35.70				
15 -- Setiembre	37.59				
16 --Setiembre	38.66	Promedio	35.73		
17 --Setiembre	39.00				
18 --Setiembre	37.49				
19 -- Setiembre	37.71	Qmax	39.00		
20 -- Setiembre	38.02				
21 -- Setiembre	37.95				
22 -- Setiembre	37.90	Qmin	37.49		
23 -- Setiembre	38.21				
24 -- Setiembre	37.54				
25 -- Setiembre	37.41	Promedio	38.12		
26 -- Setiembre	38.26				
27 -- Setiembre	41.05				
28 -- Setiembre	48.13	Qmax	49.22		
29 -- Setiembre	49.22				
30 -- Setiembre	45.58				
01 -- Octubre	42.45	Qmin	37.41		
02 -- Octubre	42.11				
03 -- Octubre	42.17				
04 -- Octubre	42.25	Promedio	42.46		
05 -- Octubre	45.24				
06 -- Octubre	44.52				
07 -- Octubre	41.84	Qmax	45.24		
08 -- Octubre	40.39				
09 --Octubre	39.42				
10 -- Octubre	40.79	Qmin	41.84		
11 -- Octubre	41.95				
12 -- Octubre	41.73				
13 -- Octubre	41.01	Promedio	41.11		
14 --Octubre	42.95				
15 -- Octubre	40.66				
16 --Octubre	43.82	Qmax	43.83		
17 --Octubre	43.83				
18 --Octubre	41.73				
19 -- Octubre	38.50	Qmin	32.49		
20 -- Octubre	34.88				
21 -- Octubre	34.31				
22 -- Octubre	32.49	Promedio	37.80		
23 -- Octubre	32.84				
24 -- Octubre	36.49				
25 -- Octubre	37.94	Qmax	53.32		
26 -- Octubre	40.13				
27 -- Octubre	41.95				
28 -- Octubre	47.48	Qmin	36.49		
29 -- Octubre	46.01				
30 -- Octubre	47.96				
31 -- Octubre	53.32	Promedio	43.91		

CAUDAL - AÑO 2024					
CAUDAL		CAUDAL		CAUDAL	
DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
01 -- Noviembre	52.35	Qmax	52.35	Qmax	177.60
02 -- Noviembre	45.34				
03 -- Noviembre	42.20				
04 -- Noviembre	41.19	Qmin	39.75		
05 -- Noviembre	39.75				
06 -- Noviembre	43.53				
07 -- Noviembre	40.15	Promedio	43.50		
08 -- Noviembre	40.83				
09 -- Noviembre	37.76				
10 -- Noviembre	36.51	Qmax	36.51		
11 -- Noviembre	44.96				
12 -- Noviembre	45.00				
13 -- Noviembre	51.21	Qmin	73.78	Qmin	36.51
14 -- Noviembre	64.68				
15 -- Noviembre	73.78				
16 -- Noviembre	82.11	Promedio	49.34		
17 -- Noviembre	145.40				
18 -- Noviembre	169.38				
19 -- Noviembre	147.38	Qmax	169.38		
20 -- Noviembre	126.03				
21 -- Noviembre	124.28				
22 -- Noviembre	111.36	Qmin	82.11	PROMEDIO	88.16
23 -- Noviembre	130.12				
24 -- Noviembre	160.17				
25 -- Noviembre	177.60	Promedio	129.51		
26 -- Noviembre	137.68				
27 -- Noviembre	110.22				
28 -- Noviembre	99.39	Qmax	177.60		
29 -- Noviembre	112.69				
30 -- Noviembre	111.65				
01 -- Diciembre	103.59	Qmin	99.39		
02 -- Diciembre	117.82				
03 -- Diciembre	119.04				
04 -- Diciembre	119.36	Promedio	129.91		
05 -- Diciembre	103.68				
06 -- Diciembre	101.79				
07 -- Diciembre	98.68	Qmax	119.36	Qmax	165.23
08 -- Diciembre	103.26				
09 -- Diciembre	154.32				
10 -- Diciembre	127.71	Qmin	103.26		
11 -- Diciembre	133.91				
12 -- Diciembre	128.51				
13 -- Diciembre	140.21	Promedio	136.26		
14 -- Diciembre	161.87				
15 -- Diciembre	140.29				
16 -- Diciembre	140.97	Qmax	165.23		
17 -- Diciembre	118.59				
18 -- Diciembre	101.68				
19 -- Diciembre	140.55	Qmin	101.68		
20 -- Diciembre	165.23				
21 -- Diciembre	150.88				
22 -- Diciembre	143.05	Promedio	139.81	PROMEDIO	121.27
23 -- Diciembre	157.52				
24 -- Diciembre	153.99				
25 -- Diciembre	121.01	Qmax	153.99		
26 -- Diciembre	104.83				
27 -- Diciembre	94.95				
28 -- Diciembre	84.25	Qmin	73.70		
29 -- Diciembre	76.99				
30 -- Diciembre	77.00				
31 -- Diciembre	73.70	Promedio	98.34		


ING. JUAN R. RIMACHI CCAMA
INGENIERO CIVIL - CIP 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

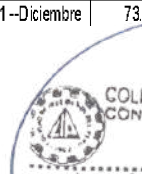
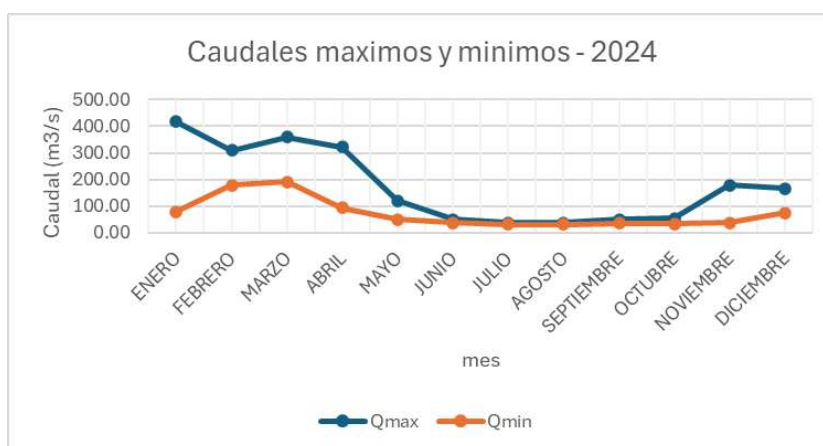

COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negrón
INGENIERO CIVIL
CIP 227646

Tabla 143: Caudales Máximos, mínimos y promedio – Año 2024

Caudales (m ³ /s) - 2024			
MES	Qmax	Qmin	Promedio
ENERO	417.51	78.47	159.79
FEBRERO	308.78	179.11	234.20
MARZO	359.64	191.87	268.50
ABRIL	321.59	93.08	186.86
MAYO	120.36	49.96	72.23
JUNIO	49.87	37.94	44.33
JULIO	37.58	31.96	33.65
AGOSTO	37.22	32.06	35.01
SEPTIEMBRE	49.22	34.41	38.17
OCTUBRE	53.32	32.49	41.39
NOVIEMBRE	177.60	36.51	88.16
DICIEMBRE	165.23	73.70	121.27

Gráfico 29: Grafica representativa de caudales máximos y mínimos durante el año 2024




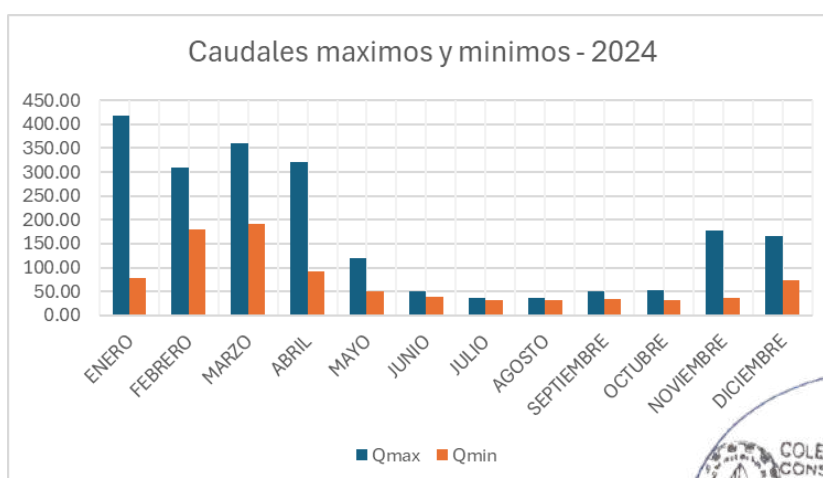

ING. JUAN R. RIVAS PACHECO
INGENIERO CIVIL - CIP. 161648
R.J. N° 117-2021- CENEPRED/1

Gráfico 30: Grafica de barras comparando los caudales mínimos y máximos




COLEGIO DE INGENIEROS DEL BERL
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Juan Carlos Yupayccana Negron
INGENIERO CIVIL
CIP 227646