

ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGOS DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES – INUNDACION FLUVIAL

“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN
SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA
RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE
ICHUÑA PROVINCIA GRAL SANCHEZ CERRO, DEP.
DE MOQUEGUA.

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN
SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA
ICHUÑA BÉLGICA, EN EL DISRTITO DE ICHUÑA,
PROVINCIA GRAL SANCHEZ CERRO, DEP. DE
MOQUEGUA.TACNA”



Tabla de contenido

I. CAPITULO 01: ASPECTOS GENERALES	13
1.1. OBJETIVOS GENERALES.....	13
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3. FINALIDAD	13
1.4. JUSTIFICACION	14
1.5. ANTECEDENTES	15
1.6. MARCO NORMATIVO	16
II. CAPITULO 02: CARACTERÍSTICAS GENERALES	17
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	17
2.2. BASE TOPOGRÁFICA	18
2.3. VIAS DE ACCESO.....	19
2.4. CARACTERÍSTICAS SOCIALES	20
2.4.1. POBLACIÓN.....	20
2.4.2. VIVIENDA-HOGAR	21
2.4.3. EDUCACION	22
2.4.4. SALUD.....	23
2.4.5. FLORA Y FAUNA	24
2.4.5.1. FLORA	24
2.4.5.2. FAUNA	24
2.5. CARACTERISTICAS ECONOMICAS.....	27
2.6. CONDICIONES FISICAS DEL TERRITORIO.....	28
2.6.1. Unidades geológicas	28
2.6.1.1. Qh-al.....	28
2.6.1.2. Qh-al (re)	28
2.6.1.3. Ki-hu	29
2.6.1.4. Ki-mu	29
2.6.1.5. Js-gr	29
2.6.1.6. P-pu	29
2.6.1.7. Js-la.....	29
2.6.1.8. P-pi.....	29

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.1.9. PN-pa	29
2.6.2. Unidades Geomorfológicas	30
2.6.2.1. Río Ichuña	30
2.6.2.2. Llanura de Inundación	31
2.6.2.3. Isla Fluvial	31
2.6.2.4. Cauce seco de Quebrada antropizada.....	31
2.6.2.5. Terraza Fluvial	31
2.6.2.6. Terraza Aluvial.....	31
2.6.2.7. Cono Aluvial Antropizado.....	31
2.6.2.8. Escarpe o Borde de Terraza Fluvio-Aluvial.....	31
2.6.2.9. Pie de Monte Deluvial.....	31
2.6.2.10. Terraza Antrópica	32
2.6.2.11. Cárcavas.....	32
2.6.2.12. Domo y Flujo de Lavas	32
2.6.2.13. Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica	32
2.6.2.14. Montaña roca sedimentaria	32
2.6.2.15. Alcantarillado Sedimentario	32
2.6.2.16. Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado.....	32
2.6.2.17. Alcantarillado aluvial.....	32
2.6.2.18. Terraza Aluvial Antrópica.	33
2.6.2.19. Cárcavas Antropizada.....	33
2.6.3. Pendiente De Terreno	34
2.6.3.1. Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (0-5°)	34
2.6.3.2. Pendiente moderada (5-15°).....	34
2.6.3.3. Pendiente fuerte (15-25°)	34
2.6.3.4. Pendiente muy fuerte (15-45°)	34
2.6.3.5. Pendiente extrema (> 45°).....	34
2.6.4. Altitud (elevación)	35
2.6.5. Condiciones climatológicas	36
2.6.5.1. Clima	36
2.6.5.2. Precipitaciones	39
2.6.5.3. Temperaturas Máximas (Ichuña).....	42
2.6.5.4. Velocidad Del Viento (Ichuña)	43

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.5.5. Rosa De Los Ventos.....	43
2.6.6. Hidrografía.....	44
2.6.6.1. Ubicación hidrográfica	44
2.6.6.2. Ubicación geográfica	45
2.6.6.3. Ubicación política	47
2.6.7. Características fisiográficas y geomorfológicas de la unidad hidrográfica.....	48
2.7. IDENTIFICACION DE PELIGROS NATURALES EN EL AREA DE INTERVENCION Y VIAS DE ACCESO	50
2.7.1. La identificación de peligros naturales en el área del proyecto a. Información histórica de emergencias (INDECI):	54
2.8. INCOMPATIBILIDAD DE UBICACIÓN SEGÚN NORMATIVA DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS..	55
III. CAPITULO 03: DETERMINACION DEL PELIGRO	58
3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO	58
3.2. IDENTIFICACION DEL AREA DE INFLUENCIA.....	59
3.3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA.....	60
3.3.1. Recopilación de información.....	60
3.3.2. Análisis de información recopilada	69
3.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBABLE ÁREA DE INFLUENCIA.....	71
3.5. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	71
3.6. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO (FACTORES CONDICIONANTES, FACTOR DESENCADENANTE)	73
3.6.1. Análisis De Factor Desencadenante	73
3.6.2. Análisis De Factor Condicionante.....	75
3.7. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	77
3.8. IDENTIFICAR Y CUANTIFICAR ELEMENTOS EXPUESTOS EN LA DIMENSIÓN SOCIAL, DIMENSIÓN ECONÓMICA Y DIMENSIÓN AMBIENTAL	80
3.9. DEFINICIÓN DE ESCENARIO	81
3.10. ESTRATIFICACIÓN DE PELIGRO.....	82
3.11. NIVELES DE PELIGRO	83
3.12. MAPA DE PELIGRO	86
IV. CAPITULO 04: ANALISIS DE VULNERABILIDAD	86
4.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	86

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.1.1. EXPOSICIÓN SOCIAL	88
4.1.2. EXPOSICIÓN ECONÓMICA	89
4.1.3. EXPOSICIÓN AMBIENTAL	92
4.2. VULNERABILIDAD EN DIMENSIÓN SOCIAL	94
4.2.1. ANALISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSION SOCIAL	94
4.2.2. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSION SOCIAL	95
4.2.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN SOCIAL	96
4.3. VULNERABILIDAD EN DIMENSIÓN ECONOMICA	97
4.3.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	97
4.3.2. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSION ECONÓMICA	98
4.3.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	100
4.4. VULNERABILIDAD EN DIMENSIÓN AMBIENTAL	102
4.4.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	102
4.4.2. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSION AMBIENTAL	103
4.4.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	104
4.5. ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	106
4.6. NIVELES DE LA VULNERABILIDAD.....	107
4.7. MAPA DE VULNERABILIDAD	108
V. CAPITULO 05: CALCULO DE RIESGO	108
5.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO	108
5.2. NIVELES DEL RIESGO	109
5.3. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO	109
5.4. MAPA DE RIESGO	111
5.5. MATRIZ DE RIESGO	112
5.6. CALCULO DE EFECTOS PROBABLES (DAÑOS Y PERDIDAS)	112
VI. CAPITULO 06: CONTROL DEL RIESGO	114
6.1. COSTO EFECTIVIDAD.....	114
6.2. CONTROL DE RIESGO.....	115
6.2.1. DE LA EVALUACION DE MEDIDAS.....	115
6.2.1.1. VALORACION DE CONSECUENCIAS	115
6.2.1.2. VALORACION DE FRECUENCIAS	115
6.2.1.3. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑOS	116

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

6.2.1.4. MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS.....	116
6.2.1.5. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA	116
6.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.....	117

VII. CAPITULO 07: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

119

7.1. CONCLUSIONES.....	119
7.2. RECOMENDACIONES	120
7.3. BIBLIOGRAFÍA	123

Índice de Cuadros

Cuadro N° 2.3-1 Vías de acceso.....	19
Cuadro N° 2.4-1 Población.	20
Cuadro N° 2.4-2 Población por edades del distrito.	20
Cuadro N° 2.4-3 Vivienda Hogar	21
Cuadro N° 2.4-4 Educación	22
Cuadro N° 2.4-5 Instituciones Educativas De Ichuña	22
Cuadro N° 2.4-6 Salud-seguro de salud y discapacidad.....	23
Cuadro N° 2.4-7 Centro De Salud Ichuña.....	23
Cuadro N° 2.4-8 Características del Centro De Salud Ichuña.	27
Cuadro N° 2.5-1 Población En edad para trabajar.....	27
Cuadro N° 2.5-2 Población Por Ramas De Actividades.....	28
Cuadro N° 2.5-3 Indicadores De Mercado Laboral	28
Cuadro N° 2.6-1 Historial De Precipitaciones Máximas En 24hrs.....	41
Cuadro N° 2.6-2 Estructura de ubicación hidrográfica	45
Cuadro N° 2.6-3 Ubicación geográfica de las cuencas de interés	46
Cuadro N° 2.6-4 Parámetros Morfométricos de la Cuenca y Subcuencas de interés (C1, S1, S2, S3 y S4)...	49
Cuadro N° 2.6-5 Parámetros Morfométricos de las Microcuencas o quebradas de interés (S5, S6, S7, S8 y S9).....	49
Cuadro N° 2.7-1 cuadro de reportes preliminares/complementarios/emergencia de INDECI correspondientes al estudio aproximado.....	50
Cuadro N° 2.8-1 Incompatibilidad De Ubicación	55
Cuadro N° 3.1-1 Umbrales De Precipitación.....	58
Cuadro N° 3.5-1 Matriz comparación de pares-Altura De Agua En Zona Inundable	72
Cuadro N° 3.5-2 Matriz normalización- Altura De Agua En Zona Inundable.....	72
Cuadro N° 3.5-3 Índice y Relación De Consistencia Del Parámetro Altura De Agua En Zona Inundable	73
Cuadro N° 3.6-1 Susceptibilidad De Terreno.....	73
Cuadro N° 3.6-2 Umbrales De Precipitación.....	74

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.6-3 Matriz Comparación De Pares- Umbral De Precipitación	74
Cuadro N° 3.6-4 Matriz Normalización- Umbral De Precipitación.....	75
Cuadro N° 3.6-5 Índice y Relación De Consistencia -Precipitación Máxima Diaria Acumulada En 24hr	75
Cuadro N° 3.6-6 Matriz Comparación De Pares-Factor Condicionante	75
Cuadro N° 3.6-7 Matriz Normalización-Factor Condicionante	75
Cuadro N° 3.6-8 Índice y Relación De Consistencia -Factor Condicionante.....	76
Cuadro N° 3.6-9 Matriz Comparación De Pares-Pendiente De Terreno.....	76
Cuadro N° 3.6-10 Matriz Normalización-Pendiente de terreno	76
Cuadro N° 3.6-11 Índice y Relación De Consistencia -Pendiente de terreno	77
Cuadro N° 3.6-12 Matriz Comparación De Pares- Geomorfología	77
Cuadro N° 3.6-13 Matriz Normalización- Geomorfología.....	78
Cuadro N° 3.6-14 Índice y Relación De Consistencia - Geomorfología	78
Cuadro N° 3.6-15 Matriz Comparación De Pares-Geología	79
Cuadro N° 3.6-16 Matriz Normalización-Geología	79
Cuadro N° 3.6-17 Índice y Relación De Consistencia - Geología	79
Cuadro N° 3.8-1 Parámetros Y Factores De Evaluación De Estudio.....	81
Cuadro N° 3.10-1 Estratificación De Peligro.....	83
Cuadro N° 3.11-1 Ponderación De Suceptibilidad De Terreno	83
Cuadro N° 3.11-2 Factores Desencadenantes	84
Cuadro N° 3.11-3 Factores Condicionantes	84
Cuadro N° 3.11-4 Ponderación De Parámetros De Evaluación.....	84
Cuadro N° 3.11-5 Suceptibilidad De Terreno.....	84
Cuadro N° 3.11-6 Altura De Agua En Zona Inundable.....	84
Cuadro N° 3.11-7 Matriz De Parámetros De Evaluación	85
Cuadro N° 3.11-8 Matriz De Niveles De Peligro	85
Cuadro N° 4.2-1 Tabla De Ponderación Para Parámetros De exposición.....	95
Cuadro N° 4.2-2 Matriz Comparación De Pares- Grupo Etareo	95
Cuadro N° 4.2-3 Matriz De Normalización de pares - Grupo Etareo.....	95
Cuadro N° 4.2-4 Índice y Relación De Consistencia - Grupo Etareo	95
Cuadro N° 4.2-5 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Fragilidad	96
Cuadro N° 4.2-6 Matriz Comparación De Pares- Nivel Educativo	96
Cuadro N° 4.2-7 Matriz De Normalización de pares - Nivel Educativo	96
Cuadro N° 4.2-8 Índice y Relación De Consistencia - Nivel Educativo.....	96
Cuadro N° 4.2-9 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Resiliencia.....	97
Cuadro N° 4.2-10 Matriz Comparación De Pares- Acceso A Seguros De Salud Frente A Un Desastre	97
Cuadro N° 4.2-11 Matriz de Normalización de pares - Acceso A Seguros De Salud Frente A Un Desastre...	97
Cuadro N° 4.2-12 Índice y Relación De Consistencia - Actitud Frente Al Riesgo De La Comunidad Educativa	97
Cuadro N° 4.3-1 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Exposición.....	98
Cuadro N° 4.3-2 Matriz Comparación De Pares- Distancia Mínima Al Rio	98
Cuadro N° 4.3-3 Matriz Normalización De Pares- Distancia Mínima Al Rio.....	98

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 4.3-4 Índice y Relación De Consistencia - Distancia Mínima Al Rio.....	98
Cuadro N° 4.3-5 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Fragilidad	99
Cuadro N° 4.3-6 Matriz Comparación De Pares- Tipo De Materiales De La Vivienda.....	99
Cuadro N° 4.3-7 Matriz Normalización De Pares- Tipo De Materiales De La Vivienda	99
Cuadro N° 4.3-8 Índice y Relación De Consistencia - Tipo De Materiales De La Vivienda	100
Cuadro N° 4.3-9 Matriz Comparación De Pares- Antigüedad Del Cerco Perimetral.....	100
Cuadro N° 4.3-10 Matriz Normalización De Pares- Antigüedad Del Cerco Perimetral	100
Cuadro N° 4.3-11 Índice y Relación De Consistencia - Antigüedad Del Cerco Perimetral	100
Cuadro N° 4.3-12 Tabla De Ponderación Para Parámetros De resiliencia	101
Cuadro N° 4.3-13 Matriz Comparación De Pares- Cumplimiento De La Normatividad Vigente CE -040 De Drenaje Pluvial.....	101
Cuadro N° 4.3-14 Matriz Normalización De Pares- Cumplimiento De La Normatividad Vigente CE -040 De Drenaje Pluvial.....	101
Cuadro N° 4.3-15 Índice y Relación De Consistencia - Cumplimiento De La Normatividad Vigente CE -040 De Drenaje Pluvial.....	101
Cuadro N° 4.4-1 Tabla De Ponderación Para Parámetros De exposición	102
Cuadro N° 4.4-2 Matriz Comparación De Pares- Distancia A Puntos De Contaminación	102
Cuadro N° 4.4-3 Matriz Normalización De Pares- Distancia A Puntos De Contaminación	102
Cuadro N° 4.4-4 Índice y Relación De Consistencia - Distancia A Puntos De Contaminación	102
Cuadro N° 4.4-5 Tabla De Ponderación Para Parámetros De fragilidad	103
Cuadro N° 4.4-6 Matriz Comparación De Pares- Estabilidad Y Tipo De Suelo	103
Cuadro N° 4.4-7 Matriz Normalización De Pares- Estabilidad Y Tipo De Suelo	104
Cuadro N° 4.4-8 Índice y Relación De Consistencia - Estabilidad Y Tipo De Suelo	104
Cuadro N° 4.4-9 Tabla De Ponderación Para Parámetros De resiliencia	104
Cuadro N° 4.4-10 Matriz Comparación De Pares- Manejo Y Disposición De Residuos Solidos	105
Cuadro N° 4.4-11 Matriz Normalización De Pares- Manejo Y Disposición De Residuos Solidos	105
Cuadro N° 4.4-12 Índice y Relación De Consistencia - Manejo Y Disposición De Residuos Solidos	105
Cuadro N° 4.4-13 Matriz Comparación De Pares- Manejo Y Disposición De Aguas Residuales	105
Cuadro N° 4.4-14 Matriz Normalización De Pares- Manejo Y Disposición De Aguas Residuales.....	106
Cuadro N° 4.4-15 Índice y Relación De Consistencia - Manejo Y Disposición De Aguas Residuales.....	106
Cuadro N° 4.5-1 Estratificación De Vulnerabilidad	106
Cuadro N° 4.6-1 Niveles De Vulnerabilidad	107
Cuadro N° 5.2-1 Calculo De Nivel De Riesgo.....	109
Cuadro N° 5.2-2 Niveles De Riesgo.....	109
Cuadro N° 5.3-1 Estratificación De Riesgo	109
Cuadro N° 5.5-1 Matriz De Riesgo.....	112
CUADRO N° 5.6-1 TABLAS DE DAÑOS PÉRDIDAS, COSTOS ADICIONALES, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN.....	113
Cuadro N° 6.2-1 Valoración De Consecuencias	115
Cuadro N° 6.2-2 Valoración De Frecuencias	115
Cuadro N° 6.2-3 Nivel De Consecuencia Y Daño	116

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 6.2-4 Medidas Cualitativas De Consecuencias Y Daños	116
Cuadro N° 6.2-5 Aceptabilidad Y Tolerancia de riesgo.....	116
Cuadro N° 6.2-6 Matriz de Aceptabilidad Y Tolerancia De Riesgo	117
Cuadro N° 6.2-7 Nivel De Priorización	117

Índice de Figuras

Figura N° 1.5-1 Susceptibilidad Por Inundación	16
Figura N° 2.1-1 Ubicación del distrito de Ichuña - Moquegua.....	18
Figura N° 2.2-1 Longitud de estudio topográfico.....	18
Figura N° 2.3-1 Longitud de estudio topográfico.....	19
Figura N° 2.4-1 Censos nacionales 2017	20
Figura N° 2.4-2 Censos nacionales 2017	21
Figura N° 2.4-3 Instituciones Educativas	23
Figura N° 2.4-4 Riesgo De Pasto En La Zona Norte Este De Moquegua	24
Figura N° 2.4-5 Riesgo De Producción De Papa En La Zona Norte Este De Moquegua	25
Figura N° 2.4-6 Riesgo De Producción De Maíz En La Zona Norte Este De Moquegua	25
Figura N° 2.4-7 Riesgo De Producción De Quinua En La Zona Norte Este De Moquegua	26
Figura N° 2.4-8 Centro de Salud.....	26
Figura N° 2.6-1 Mapa Geológico.....	30
Figura N° 2.6-2 Mapa Geomorfológico	33
Figura N° 2.6-3 Mapa de Pendientes.....	35
Figura N° 2.6-4 Mapa de Altitudes	36
Figura N° 2.6-5 Mapa de Climas del distrito de Ichuña - Año (1984-2010).....	39
Figura N° 2.6-6 Cuenca Tambo	39
Figura N° 2.6-7 Umbrales De Precipitación De puquina y ubinas.....	40
Figura N° 2.6-8 Umbrales De Precipitación De Carumas	40
Figura N° 2.6-9 Mapa de Precipitación En Verano De La Región De Moquegua	40
Figura N° 2.6-10 Precipitaciones Máximas En 24hrs.....	41
Figura N° 2.6-11 temperaturas máximas	43
Figura N° 2.6-12 temperaturas máximas	43
Figura N° 2.6-13 Rosa De Los Vientos.....	43
Figura N° 2.6-14 Jurisdicción Autoridad Nacional del Agua.....	44
Figura N° 2.6-15 Ubicación Hidrográfica.....	45
Figura N° 2.6-16 Ubicación geográfica de las cuencas de interés.....	46
Figura N° 2.6-17 Ubicación política del proyecto	47
Figura N° 2.7-1 Defensa ribereña de protección.....	52
Figura N° 2.7-2 Tramo medio del río Ichuña con defensa ribereña en margen izquierda.....	53
Figura N° 3.1-1 Flujograma Para El Mapa De Peligros.....	59
Figura N° 3.3-1 Porcentaje De Frecuencia De Eventos.....	61
Figura N° 3.3-2 Mapa de peligro por inundación – Susceptibilidad Regional	62

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-3 Mapa de peligro por movimiento en masa - Susceptibilidad Regional.....	63
Figura N° 3.3-4 Mapa de peligro por sismo – Intensidades Sísmicas Máximas (periodo 1400-1960).....	64
Figura N° 3.3-5 Mapa de peligro por vulcanismo – Caída De Ceniza Y Pómez	65
Figura N° 3.3-6 Mapa de peligro por heladas - Susceptibilidad a heladas.....	66
Figura N° 3.3-7 Mapa de peligro por lluvias intensas – Susceptibilidad A Inundaciones Por Lluvias Asociadas A Eventos El Niño	67
Figura N° 3.3-8 Mapa de peligro por movimientos en masa por lluvias fuertes - Fuente cartografía SIGRID .	68
Figura N° 3.3-9 Recopilación Y Análisis De Información Recopilada	68
Figura N° 3.3-10 Evidencia De Verificación In Situ Y Mediciones Aproximadas De Alturas Relativas	69
Figura N° 3.3-11 evidencia del uso del programa Arcgis Pro 3.6 para análisis del archivo DME	70
Figura N° 3.7-1 Mapa de ubicación.....	80
Figura N° 3.12-1 Mapa De Peligros	86
Figura N° 4.1-1 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social	88
Figura N° 4.1-2 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social-Grupo Etereo.....	88
Figura N° 4.1-3 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social-Nivel Educativo	89
Figura N° 4.1-4 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social- Acceso A Seguros De Salud.....	89
Figura N° 4.1-5 Factores De Vulnerabilidad – Dimensión Económica.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4.1-6 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- año 2025.....	90
Figura N° 4.1-7 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica - Distancia Mínima Al Río año 2023.....	90
Figura N° 4.1-8 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- Distancia Mínima Al Río año 2014.....	91
Figura N° 4.1-9 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- Distancia Mínima Al Río año 2011.....	91
Figura N° 4.1-10 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- Tipo De Materiales De La Vivienda ..	91
Figura N° 4.1-11 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica - No Cumplimiento De La Normatividad Vigente Ce -040 De Drenaje Pluvial	92
Figura N° 4.1-12 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica - No Cumplimiento De La Normatividad Vigente Ce -040 De Drenaje Pluvial	92
Figura N° 4.1-13 Factores De Vulnerabilidad - Dimensión Ambiental.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4.1-14 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental - Manejo Y Disposición De Residuos Sólidos	93
Figura N° 4.1-15 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental - Distancia A Puntos De Contaminación	93
Figura N° 4.1-16 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental - Manejo Y Disposición De Aguas Residuales. ...	93
Figura N° 4.1-17 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental – gasto para el Manejo Y Disposición De Residuos Sólidos mediante el servicio de limpieza publica.....	94
Figura N° 4.7-1 Mapa De Vulnerabilidad	108
Figura N° 5.4-1 Mapa De Riesgo.....	111
Figura N° 7.2-1 Simulación En Máximas Avenidas Con Un Periodo De Retorno De 140 Años	122



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

PRESENTACIÓN

El objetivo principal del Informe de Evaluación del Riesgo de Desastres es identificar, analizar y valorar los riesgos de origen natural que podrían afectar el área propuesta para la construcción de infraestructura educativa, y establecer recomendaciones técnicas orientadas a la prevención y reducción del riesgo. Este proceso se desarrolla en concordancia con el enfoque de gestión prospectiva y correctiva del riesgo, y en el marco normativo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.

La evaluación se realiza conforme a lo establecido en el Manual para la Evaluación del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales – Segunda Versión (aprobado mediante R.J. N.º 112-2014-CENEPRED/J), así como los Lineamientos para la elaboración del Informe de Evaluación del Riesgo de Desastres en Proyectos de Infraestructura Educativa (R.J. N.º 058-2020-CENEPRED/J), y demás normativa técnica vigente aplicable a proyectos de inversión pública del sector educación.

El área de estudio comprende dos predios colindantes destinados a infraestructura educativa, en una zona urbana del distrito de Ichuña que presenta condiciones particulares de exposición y potencial peligro, debido a su proximidad al cauce del río Ichuña, así como su colindancia con un predio destinado a la futura construcción de un establecimiento de salud de categoría I-3. Esta situación demanda un análisis técnico riguroso y multidisciplinario que permita anticipar posibles escenarios de afectación por fenómenos naturales como inundaciones fluviales o pluviales, deslizamientos u otros eventos que pudieran comprometer la seguridad física de la infraestructura y de la población usuaria.

En ese sentido, el informe desarrolla un diagnóstico detallado del área de intervención, considerando la caracterización física del entorno, la recopilación de antecedentes de eventos peligrosos, el análisis de la susceptibilidad del terreno y la identificación de elementos expuestos en las dimensiones social, económica y ambiental. A partir de esta información se define el nivel de peligro, la vulnerabilidad y el nivel de riesgo, y se proponen medidas de control orientadas a garantizar condiciones mínimas de seguridad en la planificación del proyecto de inversión.

Este documento constituye un insumo técnico fundamental para la toma de decisiones en las siguientes etapas del ciclo de inversión, ya que permite identificar las condiciones actuales del terreno y valorar la factibilidad técnica de ejecución del proyecto desde el punto de vista de la gestión del riesgo de desastres.

Asimismo, su contenido permite anticipar necesidades de medidas estructurales y no estructurales que deberán ser consideradas en los estudios de preinversión y expediente técnico.

Confiamos en que este estudio contribuya de manera efectiva a la incorporación del análisis de riesgos en la planificación territorial y al desarrollo de una infraestructura educativa segura, resiliente y sostenible para la comunidad de Ichuña.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

INTRODUCCION

Desde el origen de nuestros días y a través del tiempo, el ser humano se ha encontrado siempre en la necesidad permanente de hacer frente a diversas dificultades, hechos, circunstancias y múltiples fenómenos recurrentes, tanto de orden natural, como generados o inducidos por su propia mano (antrópicos), que se producen en su entorno de vida y afectan directamente su integridad física, sus bienes y pertenencias.

Para protegerse de estos hechos y circunstancias (muchas veces impredecibles e inevitables), la naturaleza ha dotado al hombre de una respuesta natural - el Instinto de Conservación - que lo ha motivado desde los inicios de su evolución a actuar individualmente ante los fenómenos que le afectan. Posteriormente, con el devenir del tiempo y a la par del desarrollo de las sociedades, la demarcación de los territorios y el nacimiento de las Naciones empezó a trabajar colectiva y organizadamente.

Los desastres son interrupciones graves en el proceso de desarrollo. Pueden alterarlo, frenarlo u obstruirlo, y deben ser considerados como variables de trabajo, junto a los factores políticos y sociales. Como señala el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), "aproximadamente el 75% de la población mundial vive en zonas que han sido azotadas, al menos una vez entre 1980 y el 2000, por un terremoto, un ciclón tropical, una inundación o una sequía."

El terreno peruano se encuentra expuesto a diversos eventos geodinámicos, debido a la interacción entre las condiciones físicas que presente un área geográfica específica, como factores condicionantes, tales como: pendiente, geología, tipos de suelos, cobertura vegetal, entre otros; y los factores desencadenantes como precipitaciones pluviales, sismicidad y actividades inducidas por la acción humana. Tales eventos generan los denominados peligros naturales, impactos significativos en daños en las poblaciones y a la infraestructura física, así como a las actividades productivas y otros medios de vida.

Estos procesos provocan desastres en asentamientos humanos ubicados en zonas de alto riesgos, debido a la ocupación no planificada del territorio, a la fragilidad de la construcción de las edificaciones como resultados de la informalidad, la improvisación y también la falta de conocimiento sobre la importancia de la prevención y reducción del riesgo de desastres.

A raíz de lo ocurrido, se ha elaborado el presente Informe de Evaluación de Riesgo que determina los niveles de peligro y contiene un análisis de vulnerabilidad ante la ocurrencia de flujos de detritos que afecten el área de estudio. Los resultados permitirán identificar medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres para minimizar los impactos negativos contra el distrito de Ichuña.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

REFERENCIAS DE DATA E INFORMACION

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en su condición de organismo público adscrito al Ministerio de Defensa (MINDEF) y en cumplimiento de sus funciones conferidas por la Ley N°29664 – Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD), como este responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y de su correspondiente Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014 – 2021, en los procesos de estimación, prevención, reducción y reconstrucción.

En esta línea de acción, el equipo técnico ha elaborado el presente Informe de Evaluación del Riesgo, este procedimiento técnico que identifica los peligros de desastre en el área de estudio, analiza la vulnerabilidad y determinar los niveles de riesgos por ocurrencia de peligros naturales del tipo flujos de detritos, e identifica las medidas de prevención y reducción del riesgo ante esa clase de eventos naturales.

En el presente informe se ha aplicado la metodología del "Manual para la evaluación del riesgo originado por Fenómenos Naturales" segunda versión, que permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros, analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al peligro, en función a los factores exposición, fragilidad y resiliencia. Así como, la determinación y zonificación de los niveles de riesgos y finalmente, la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

I. CAPITULO 01: ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo del presente estudio es realizar un análisis y evaluación de los peligros y vulnerabilidades de origen natural y/o antrópico sobre las infraestructuras proyectadas durante la implementación del perfil de los proyectos: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIOLÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA y su área de influencia. A fin de generar información técnica confiable que permita adoptar decisiones adecuadas para la prevención y reducción del riesgo, de acuerdo con la normativa vigente del SINAGERD y los lineamientos técnicos del CENEPRED.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y determinar los niveles de peligro, y elaborar el mapa de peligro del área de influencia.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad de la infraestructura propuesta en el proyecto, y elaborar el mapa de vulnerabilidad correspondiente.
- Evaluar la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo en las condiciones proyectables de las infraestructuras de Educación.
- Identificar las medidas de control de riesgo.
- Proponer medidas estructurales y no estructurales de control del riesgo que contribuyan a garantizar condiciones mínimas de seguridad para el desarrollo del proyecto educativo.
- Emitir recomendaciones técnicas orientadas a la incorporación del análisis de riesgo en la planificación territorial y en las etapas posteriores del ciclo de inversión.

1.3. FINALIDAD

La finalidad del presente informe de Evaluación del Riesgo de Desastres es aportar información técnica sistematizada y objetiva sobre la peligrosidad, vulnerabilidad y nivel de riesgo del área propuesta para la implementación de los proyectos de infraestructura educativa en el distrito de Ichuña, con el propósito de que esta información sea utilizada en los procesos de toma de decisiones durante la fase de formulación, y como insumo clave para el diseño e implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres.

Asimismo, se busca contribuir con un documento técnico para para ser utilizado en la formulación y aprobación de proyectos que puedan ser construidos de forma segura y resiliente de infraestructura educativa, y para que se adopte las medidas de prevención y reducción de riesgos desastre en em marco estipulado según la normativa vigente con el fin de garantizar la protección de la vida humana, la

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

continuidad del servicio educativo y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, en concordancia con los principios de gestión prospectiva y correctiva del riesgo establecidos por el SINAGERD.

1.4. JUSTIFICACION

El área de intervención de los proyectos educativos se encuentra próxima al cauce del río Ichuña, en una zona de valle aluvial con antecedentes de afectación por eventos hidrometeorológicos, así como presencia de defensas ribereñas de diferentes etapas constructivas. Estas condiciones geográficas, sumadas al hecho de que la infraestructura proyectada será de carácter esencial al tratarse de instituciones de educación superior tecnológica y pedagógica, hacen indispensable contar con una evaluación técnica de riesgo que determine con precisión la exposición y los posibles impactos de fenómenos naturales como inundaciones, desbordes o erosión fluvial.

Además, en cumplimiento de la normativa vigente en materia de inversión pública y gestión del riesgo de desastres, la inclusión de este análisis es obligatoria para asegurar que las futuras edificaciones educativas se ubiquen en zonas seguras, evitando inversiones expuestas a peligros no mitigados, y reduciendo los costos sociales y económicos derivados de emergencias.

Paralelamente, en el año 2025 se identificó en el repositorio digital del CENEPRED un "INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES – INUNDACIÓN FLUVIAL" PARA LOS PROYECTOS, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLOGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, elaborado por encargo del Gobierno Regional de Moquegua. Si bien el mismo se encuentra aprobado por el CENEPRED. Este estudio EVAR en sus conclusiones indica que el nivel de riesgo estimado es ALTO, lo que lo ubica como INACEPTABLE según el enfoque de CENEPRED. POR TANTO, SE DEBEN DESARROLLAR ACTIVIDADES INMEDIATAS Y PRIORITARIAS PARA EL MANEJO DE RIESGO, con el objetivo de reducir el riesgo a un nivel ACEPTABLE antes de la elaboración del estudio de PREINVERSIÓN.

Por tanto, este estudio actual busca complementar y actualizar el análisis considerando las medidas siguientes:

- Actualizar el diseño de obras de protección ante inundaciones considerando un periodo de retorno mínimo de 139 años
- Incorporar en la etapa de formulación del proyecto de inversión estudios técnicos complementarios que sustenten medidas de mitigación adecuadas.
- Adecuar el diseño y accesos del predio P08044481 para garantizar su compatibilidad normativa con el proyecto de salud adyacente.
- Implementar medidas estructurales de prevención frente al riesgo de inundación fluvial.
- Actualizar y monitorear el EVAR; ya que el riesgo es dinámico.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

1.5. ANTECEDENTES

La región Moquegua ha sido históricamente afectada por diversos fenómenos naturales, en especial por inundaciones fluviales, deslizamientos, huaycos y sismos, cuyos impactos han ocasionado considerables daños en viviendas, infraestructura pública, tierras agrícolas e incluso pérdidas humanas. La Ley N° 30191 y el D.U. N° 004-2015 establecieron medidas para la preparación y respuesta frente a desastres, priorizando regiones vulnerables como Moquegua debido a su compleja geodinámica y su exposición a lluvias intensas y fenómenos como El Niño.

A nivel distrital, Ichuña ha registrado múltiples eventos hidrometeorológicos adversos, siendo particularmente vulnerable por su localización colindante al cauce del río Ichuña. Según los reportes históricos del INDECI, se documentan eventos de inundaciones y huaycos en los años 1995, 1996, 1997, 2006, 2011 y 2013, algunos de ellos con decenas de damnificados, viviendas destruidas y afectaciones agrícolas en el distrito de Ichuña y sus alrededores. Entre los casos más relevantes se encuentra la inundación del 25 de enero de 1995, que dejó 33 damnificados, y la ocurrida el 11 de abril del mismo año, con 45 viviendas destruidas y 900 damnificados.

En respuesta a esta problemática estructural de exposición al peligro fluvial, la Municipalidad Distrital de Ichuña formuló y ejecutó el proyecto "Mejoramiento del Servicio de Control contra Inundaciones por Desborde de Río en los Sectores de Tomapata – Crusanipampa", orientado a proteger la zona urbana del distrito. Este proyecto fue diseñado para un caudal de 633.10 m³/s (periodo de retorno de 50 años) y una profundidad de socavación de 2.19 m, conforme al estudio hidráulico realizado. La intervención consideró una defensa ribereña tipo enrocado, la cual fue culminada y actualmente se encuentra en funcionamiento, brindando una primera barrera de protección a las áreas aledañas, incluidos los predios actualmente en evaluación.

En el año 2025 se identificó en el repositorio digital del CENEPRED un "Informe de Evaluación de Riesgo por Inundación Fluvial por Desborde del Río Ichuña", elaborado por encargo del Gobierno Regional de Moquegua con asistencia externa del CEGEPP E.I.R.L. Si bien dicho informe incluyó una extensa evaluación del entorno urbano próximo al cauce, y en julio el mismo año se identificó en el repositorio digital del CENEPRED otro informe denominándose "INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES – INUNDACIÓN FLUVIAL" PARA LOS PROYECTOS, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, elaborado por encargo del Gobierno Regional de Moquegua. Aprobado el estudio EVAR cabe decir que sus conclusiones indica que el nivel de riesgo estimado es ALTO, lo que lo ubica como INACEPTABLE según el enfoque de CENEPRED. por tanto, SE DEBEN DESARROLLAR ACTIVIDADES INMEDIATAS Y PRIORITARIAS PARA EL MANEJO DE RIESGO, con el objetivo de reducir el riesgo a un nivel ACEPTABLE antes de la elaboración del estudio de PREINVERSIÓN.

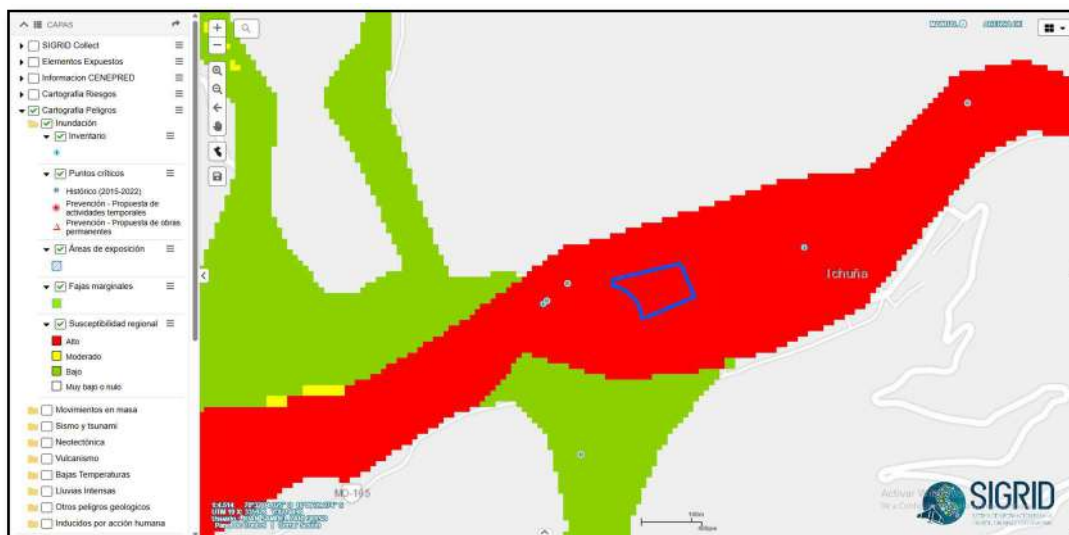
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

En respuesta a la aprobación del último informe el gobierno regional de Moquegua la sub gerencia de estudios y proyectos solicita actualización y complementación de información del EVAR anterior aprobado a fin de poder manejar los riesgos de manera eficaz y con exactitud ante los peligros futuros.

Figura N° 1.5-1 Susceptibilidad Por Inundación



Fuente: SIGRID/ CENEPRED

1.6. MARCO NORMATIVO

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd.
- Decreto Supremo N°048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y sus modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N.° 26821 – Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.
- Ley N.° 29338 – Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N.° 001-2010-AG – Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N.° 004-2011-VIVIENDA – Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Manual para la Evaluación del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales – CENEPRED (2015).
- Lineamientos para la Evaluación del Riesgo en el marco del SINAGERD (2021)
- Guía para la Elaboración del Estudio Hidrológico e Hidráulico para Proyectos de Infraestructura Educativa – PRONIED (2018).
- Manual de Hidrología e Hidráulica para Proyectos de Infraestructura Educativa – PRONIED (2018)
- Protocolo para la Elaboración de Mapas de Peligro por Inundación Fluvial – CENEPRED (2014)
- Directiva N.° 001-2021-CENEPRED – Parámetros de aceptabilidad y tolerancia del riesgo.
- Resolución Jefatural N° 112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación de Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N.º 126-2020-MINEDU – Lineamientos para el diseño de infraestructura educativa resiliente.
- Lineamientos del Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED).
- Resolución Jefatural N.º 016-2022-ANA – Metodología para la delimitación de faja marginal.
- Ley N.º 31358 – Ley de Gestión de Riesgo de Desastres en el Proceso de Inversión Pública
- Directiva General N.º 001-2022-EF/63.01 – Directiva General del Sistema Nacional de
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación de Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación de Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111-2012-PCM, de fecha 02 de noviembre del 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

II. CAPITULO 02: CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los proyectos MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLOGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA tienen la siguiente ubicación política y geográfica

UBICACIÓN POLÍTICA

DEPARTAMENTO: Moquegua

PROVINCIA: General Sánchez Cerro

DISTRITO: Ichuña

UBICACIÓN GEOGRÁFICA (COORDENAS DATUM WGS 84 UTM 19S)

Proyecto 01: Este: 335220.00 m, Norte: 8214841.00 m y Altitud: 3777. 10m.s.n.m

Proyecto 02: Este: 335276.00 m, Norte: 8214857.00 m y Altitud: 3777. 10m.s.n.m



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.1-1 Ubicación del distrito de Ichuña - Moquegua



Fuente: SIGRID/ CENEPRED - Elaboración Propia

2.2. BASE TOPOGRÁFICA

La base topográfica se obtuvo a partir de un levantamiento topográfico con drones realizado por la consultora, haciendo uso complementario de un GPS diferencial y diferentes equipos topográficos a partir del cual se obtuvo un Mapa topográfico que contiene curvas de nivel (líneas que unen puntos con igual altitud). Asimismo, se complementó la información topográfica de los alrededores del área de estudio, en base a imágenes satelitales del tipo radar que han sido generales por el satélite ALOS. sus procesamientos con los sistemas de información geográfica han permitido generar curvas de nivel y modelos de elevación para una longitud estudio topográfico de aproximadamente 5,589.00 m.

Figura N° 2.2-1 Longitud de estudio topográfico



Fuente: SIGRID/ CENEPRED - Elaboración Propia



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.3. VIAS DE ACCESO

El acceso, desde la ciudad de Moquegua – Plaza De Armas hacia el área de estudio se detalla de la siguiente manera:

Cuadro N° 2.3-1 Vías de acceso.

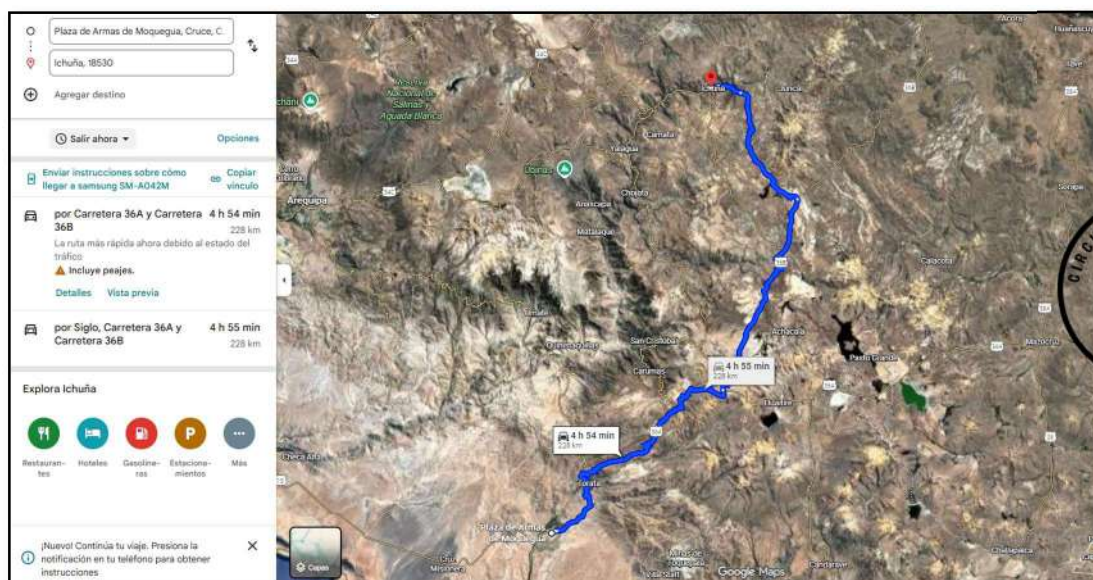
TRAMO	VÍA	DISTANCIA (km)
Av. Ilo - Av. Andrés A Cáceres (Moquegua)	Carretera asfaltada	1.40 km
Av. Andrés A Cáceres - Carretera 36A - La Carretera 36B	Carretera asfaltada y trocha	176.00 km
La Carretera 36B – Ubicación De Los Proyectos	Carretera asfaltada y trocha	50.70 km

Fuente: GOOGLE MAPS

Ingreso 01: El área de estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Ichuña, Provincia de General Sánchez Cerro y se llega a él mediante una carretera asfaltada y trocha en su mayoría (228.10 km).

El trayecto estimado desde la Plaza de Armas de Moquegua hasta el Distrito de Ichuña toma alrededor de 5 horas, transitando por las carreteras 36A y 36B, atravesando sectores como Torata, Omate, y Pasto Grande. La vía se encuentra parcialmente asfaltada y en su tramo final presenta condiciones variables, con algunos segmentos de afirmado, lo que puede dificultar el tránsito en temporada de lluvias. En su tramo final, el acceso hacia los terrenos evaluados (predios con partidas registrales N° P08044481 y P08044482) se realiza por vías afirmadas y caminos de penetración desde el núcleo urbano de Ichuña, próximos a instalaciones públicas como el estadio, el centro de salud (proyecto en desarrollo), y otras instituciones locales. La zona se encuentra urbanizada parcialmente, lo que facilita su conectividad con el resto del distrito.

Figura N° 2.3-1 Longitud de estudio topográfico



Fuente: GOOGLE MAPS

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.4. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

2.4.1. POBLACIÓN

Es la población total proyectada con base en el método de componentes demográficos, el cual considera información de fecundidad, mortalidad y migración, Para una mejor y fácil interpretación de la dinámica demográfica. Se muestra las siguientes graficas:

Cuadro N° 2.4-1 Población.

Población / Variable indicador	Cifras absolutas.	%
Población total 2017	3207	-
Población total 2017 masculina	1662	51.8
Población total 2017 femenina	1545	48.2
Población Urbana	905	28.2
Población Rural	2302	71.8
Hogares	3095	-

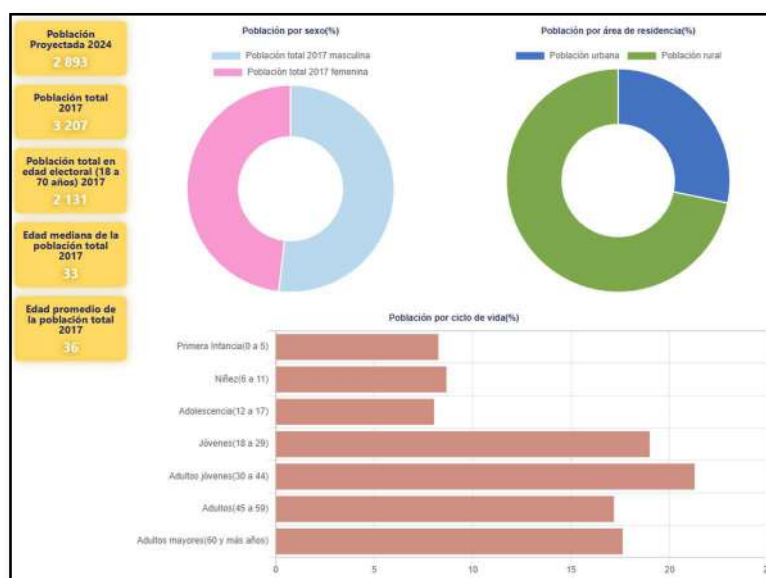
Fuente: Censo Nacional 2017: Población y Vivienda – INEI

Cuadro N° 2.4-2 Población por edades del distrito.

Población / Variable indicador	Cifras absolutas.	%
Población de 0 a 5 años	265	8.3
Población de 6 a 11 años	278	8.7
Población de 12 a 17 años	258	8.0
Población de 18 a 29 años	609	19.0
Población de 30 a 44 años	682	21.3
Población de 45 a 59 años	551	17.2
Población de 60 y más años	565	17.6

Fuente: Censo Nacional 2017: Población y Vivienda – INEI

Figura N° 2.4-1 Censos nacionales 2017



Fuente: Población y Vivienda – INEI



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.4.2. VIVIENDA-HOGAR

Es la población total proyectada con base en el método de componentes demográficos, el cual considera información de fecundidad, mortalidad y migración, Para una mejor y fácil interpretación de la dinámica demográfica. Se muestra las siguientes graficas:

Cuadro N° 2.4-3 Vivienda Hogar

VIVIENDA HOGAR / Variable indicador	Unidad	AÑO 2017
Con acceso a red pública domiciliaria	Vivienda	341
Viviendas particulares con acceso a agua por pilón de uso público (agua potable)	Vivienda	4
Viviendas particulares que se abastecen de agua por río, acequia, manantial o similar	Vivienda	305
Abastecimiento de agua de pozo	Vivienda	637
Con cobertura de energía eléctrica de red publica	Vivienda	727
Sin cobertura de energía eléctrica de red publica	Vivienda	628
Con conexión de servicio higiénico por red pública de desagüe dentro de la vivienda	Vivienda	4
Con conexión de servicio higiénico por red pública de desagüe fuera de la vivienda	Vivienda	341
Con servicio eliminación de excretas por pozo negro o ciego	Vivienda	637
Con servicio higiénico por río, acequia o canal	Vivienda	305
Carecen de servicios higiénicos	Vivienda	4
dispone de computadora	Hogar	120
dispone de equipo de sonido	Hogar	72
dispone de lavadora de ropa	Hogar	9
dispone de refrigeradora o congeladora	Hogar	22
Hogares que dispone de televisor a color	Hogar	212
Utilizan bosta o estiércol para cocinar	Hogar	516
Utilizan leña para cocinar	Hogar	1035

Fuente: <https://estadist.inei.gob.pe/>

Figura N° 2.4-2 Censos nacionales 2017



Fuente: Población y Vivienda – INEI

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.4.3. EDUCACION

En el sector educación, el crecimiento de la población escolar se enfrenta a problemas como: la falta de infraestructura adecuada, equipamiento, material de enseñanza y la ausencia de docentes debidamente calificados para el mejor desarrollo educacional de la población

Para una mejor y fácil interpretación de la dinámica demográfica. Se muestra las siguientes graficas:

Cuadro N° 2.4-4 Educación

EDUCACION	CIFRAS ABSOLUTAS	%
Población analfabeta	322	12.8
Hombres analfabetos	59	4.6
Mujeres analfabetas	263	21.3

Fuente: Fuente: Social – INEI (<https://estadist.inei.gob.pe/dashboard/social/>)

Cuadro N° 2.4-5 Instituciones Educativas De Ichuña

Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Dirección de IE
1257369	ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA	Superior Tecnológica	CALLE S/N 103
1545623	ALIANZA ICHUÑA BELGICA	Superior Pedagógica	CALLE SAN IGNACIO 105
0225128	200	Inicial - Cuna Jardín	CALLE MOQUEGUA S/N
0614479	223	Inicial - Jardín	TOTORANI
0708503	242	Inicial - Jardín	YANAHUARA
0745786	248	Inicial - Jardín	MIRAFLORES
0745794	250	Inicial - Jardín	CRUCERO
0793562	253	Inicial - Jardín	MAYCUNACA
0793570	255	Inicial - Jardín	CALLE OYO-OYO S/N
1127539	260	Inicial - Jardín	CARRETERA ANTAJAHUA
0287177	43094	Primaria	YANAHUARA
0287151	43092	Primaria	MAYCUNACA
0287169	43093	Primaria	UMALZO
0286807	ANTONIO RAYMONDI	Primaria	SANTA CRUZ DE OYO OYO
0856369	43168	Primaria	MIRAFLORES
1127570	SAN IGNACIO DE LOYOLA	Primaria	HUAYCHUNI
0656702	TECNICO AGROPECUARIO CESAR VIZCARRA VARGAS	Primaria	CALLE LOS ANGELES S/N
0708610	FERNANDO BELAUDE TERRY	Primaria	CHAJE
0680926	43151	Primaria	CARRETERA ANTAJAHUA
0656736	43145	Primaria	SICUANI
1125301	TECNICO AGROPECUARIO CESAR VIZCARRA VARGAS	Secundaria	CALLE LOS ANGELES S/N
0591099	MARISCAL RAMON CASTILLA	Secundaria	CALLE MOQUEGUA S/N
0708701	ANTONIO RAYMONDI	Secundaria	SANTA CRUZ DE OYO OYO
0286799	MARISCAL RAMON CASTILLA	Primaria	CALLE MOQUEGUA S/N
1260439	ESTATAL DE TOLAPALCA	Secundaria	TOLAPALCA
1209584	ICHUÑA	Técnico Productiva	CARRETERA AREQUIPA S/N
1546993	FERNANDO BELAUDE TERRY	Secundaria	CHAJE
1336361	ESTATAL DE TOLAPALCA	Primaria	TOLAPALCA
1545649	TECNICO AGROPECUARIO CHARAMAYA	Secundaria	CHARAMAYA
1373604	SAN IGNACIO DE LOYOLA	Secundaria	HUAYCHUNI
1373612	SAN IGNACIO DE LOYOLA	Inicial - Jardín	HUAYCHUNI
1373562	CORONEL ALFONSO UGARTE	Inicial - Jardín	CALAUJATA
1373588	CORONEL ALFONSO UGARTE	Primaria	CALAUJATA
1373596	CORONEL ALFONSO UGARTE	Secundaria	CALAUJATA
1774712	SAN JUAN DE CHARAMAYA	Inicial No Escolarizado	CHARAMAYA S/N
1626712	FERNANDO BELAUDE TERRY	Inicial - Jardín	CHAJE
1648153	366	Inicial - Jardín	CALLE SAN IGNACIO S/N
1648161	ESTATAL DE TOLAPALCA	Inicial - Jardín	TOLAPALCA



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

1774716	EL UNIVERSO DE LOS NIÑOS	Inicial No Escolarizado	SANTA CRUZ DE OYO OYO S/N
1752575	TECNICO AGROPECUARIO CHARAMAYA	Primaria	CHARAMAYA
3940554	HUELLITAS DEL FUTURO	Inicial No Escolarizado	CRUCERO
3960334	ESTRELLITAS DE YANAHUARA	Inicial No Escolarizado	SAN JUAN DE YANAHUARA S/N
1793850	TECNICO AGROPECUARIO CHARAMAYA	Inicial - Jardín	CHARAMAYA
3987386	SEMILLITAS DE HUAYCHUNI	Inicial No Escolarizado	CALLE HUAYCHUNI S/N
3987387	URPICHAY	Inicial No Escolarizado	CALLE TOLAPALCA S/N
3999571	WAWA PUKLLANA	Inicial No Escolarizado	SAN IGNACIO MZ A2 LOTE 1
3999572	PULGARCITOS	Inicial No Escolarizado	CALLE AREQUIPA 11
4000355	NIÑOS SOLIDARIOS	Inicial No Escolarizado	CALLE MAYCUNACA MZ SN
4000357	OSITOS	Inicial No Escolarizado	JIRON MOQUEGUA MZ SN
4005219	GOTITAS DE AMOR	Inicial No Escolarizado	UMALZO MZ SN

Fuente: <https://escale.minedu.gob.pe/>

Figura N° 2.4-3 Instituciones Educativas



Fuente: <https://sigmed.minedu.gob.pe/>

2.4.4. SALUD

La Dirección Regional de Salud - Tacna a través de la micro Red de Salud Frontera, brinda la asistencia médica a la población del Distrito Ichuña.

Cuadro N° 2.4-6 Salud-seguro de salud y discapacidad

VIVIENDA HOGAR	CIFRAS ABSOLUTAS	%
Población que no tiene ningún seguro de salud	514	16.00
Población con Seguro Integral de Salud (SIS)	2693	84.00
Población con al menos una discapacidad	276	8.60
Población con dificultad o limitación para moverse o caminar	2931	91.40

Fuente: <https://estadist.inei.gob.pe/dashboard/social>

Cuadro N° 2.4-7 Centro De Salud Ichuña.

CÓDIGO ÚNICO	ESTABLECIMIENTO DE SALUD	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	DIRECCIÓN
--------------	--------------------------	--------------	-----------	----------	-----------

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



2848	CENTRO DE SALUD ICHUÑA	TACNA	TACNA	ICHUÑA	CALLE CALLE LIMA S/N S/N CALLE LIMA S/N ICHUÑA GENERAL SANCHEZ CERRO MOQUEGUA
------	------------------------	-------	-------	--------	--

Fuente: elaboración propia - Sistema Geo Espacial De Redes Integradas De Salud

2.4.5. FLORA Y FAUNA

Según El Geo Visor De Senamhi, La provincia de General Sánchez Cerro y distrito de Ichuña, Se Observa Que Las Actividades Principales De La Zona Son El Cultivo Y La Ganadería.

2.4.5.1. FLORA

El distrito de Ichuña tiene grandes extensiones de áreas verdes, debido a que la agricultura es la principal actividad económica y fuente de trabajo siendo los productos de mayor producción el maíz, la papa, la quinua, entre otros tenemos, Alamo, Eucalipto, Cipres.

Además, las cosechas de las plantas de cultivo se dan convenientemente en épocas de verano y sobre todo en los meses de febrero y marzo. Cabe resaltar que la comunidad actualmente cuenta con dos viveros para la reforestación de la zona y para el comercio y beneficio de la propia comunidad.

2.4.5.2. FAUNA

En cuanto a la fauna el distrito cuenta ganado vacuno, ovino, caprino, equino además en menor proporción animales menores, aves (parihuanas, perdices, loros, phurukutus, etc.) camélidos sudamericanos.

Figura N° 2.4-4 Riesgo De Pasto En La Zona Norte Este De Moquegua



Fuente: SENAMI

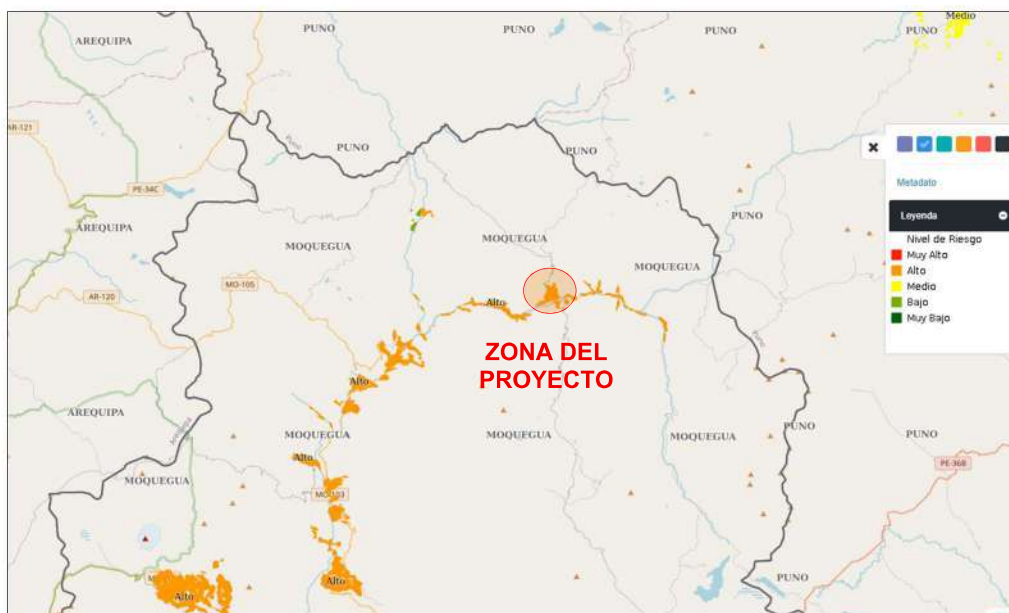


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.4-5 Riesgo De Producción De Papa En La Zona Norte Este De Moquegua



Fuente: SENAMI

Figura N° 2.4-6 Riesgo De Producción De Maíz En La Zona Norte Este De Moquegua



Fuente: SENAMI



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

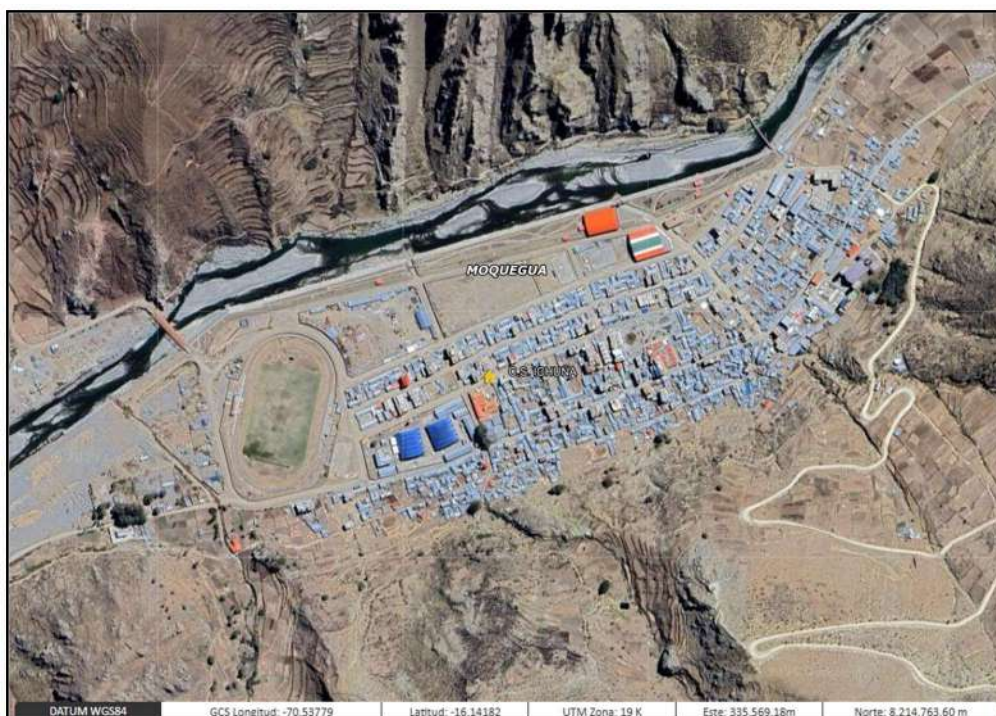
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.4-7 Riesgo De Producción De Quinua En La Zona Norte Este De Moquegua



Fuente: SENAMI

Figura N° 2.4-8 Centro de Salud



FUENTE: <https://visor.geoperu.gob.pe/>



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 2.4-8 Características del Centro De Salud Ichuña.

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Nombre	Centro De Salud Ichuña
Ubigeo	180204
Tipo establecimiento	Establecimiento De Salud Sin Internamiento
Microrred	Ichuña
Provincia	Moquegua
Distrito	Ichuña
Dirección	Calle Lima S/N, Ichuña General Sánchez Cerro Moquegua
Director	GIAN VICTOR RIVERA VILLAR
Fecha creación	sábado, 16 de junio de 1962
Distancia al hospital	--
Altitud	3820 m.s.n.m.
Horario atención	07:00-19:00
Población asignada	Ichuña
Email	--
Teléfono	958310772
Nivel de atención	Primer Nivel

Fuente: Sistema Geo Espacial De Redes Integradas De Salud y Google Map

2.5. CARACTERÍSTICAS ECONOMICAS

Es la población total proyectada con base en el método de componentes demográficos, el cual considera información de población económicamente activa y no activa, Según el INEI - Censos Nacionales 2017: XII De Población, VII De Vivienda Y III De Comunidades Indígenas.

Para una mejor y fácil interpretación de la dinámica demográfica. Se muestra las siguientes graficas:

Cuadro N° 2.5-1 Población En edad para trabajar

Población En edad para trabajar	Cifras Absolutas	%
Población de 14 a 29 años de edad	763	29.79
Población de 30 a 44 años de edad	682	26.63
Población de 45 a 64 años de edad	706	27.57
Población de 65 a más años de edad	410	16.01
TOTAL	2561	100.00

Fuente: INEI 2017



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 2.5-2 Población Por Ramas De Actividades

Población Por Ramas De Actividades	Cifras Absolutas	%
Agricultura/Pesca/Minería	1213	47.36
Comercio al por Mayor y Menor	61	2.38
Construcción	98	3.83
Industrias Manufactureras	21	0.82
Otros Servicios	256	10.00
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	25	0.98
PEA Desocupada	142	5.54
Población Económicamente No Activa (No PEA)	745	29.09
TOTAL	2561	100.00

Fuente: INEI 2017

Cuadro N° 2.5-3 Indicadores De Mercado Laboral

Indicadores De Mercado Laboral	Unidad	%
Tasa de desempleo de la población	Porcentaje	7.80
Tasa de ocupación de la Población Económicamente Activa	Porcentaje	92.20
TOTAL	Porcentaje	100.00

Fuente: INEI 2017

2.6. CONDICIONES FISICAS DEL TERRITORIO

2.6.1. Unidades geológicas

En el área de intervención y su entorno se identifican distintas formaciones geológicas, que incluyen depósitos recientes del río, materiales antiguos estabilizados y afloramientos de rocas volcánicas y sedimentarias. Estas unidades reflejan la historia geológica del valle y son importantes para entender el comportamiento del terreno ante fenómenos naturales. A continuación, se describen todas las unidades geológicas presentes, tal como se representan en el mapa geológico oficial:

2.6.1.1. Qh-al

Depósitos aluviales conformados por gravas y arenas mal seleccionadas, con matriz limo-arcillosa. Se ubican principalmente en el cauce activo del río Ichuña. Son materiales sueltos, sin consolidación, con alta susceptibilidad a la erosión y a procesos de inundación.

2.6.1.2. Qh-al (re)

Corresponde a depósitos aluviales antiguos, actualmente estabilizados. Están compuestos por arenas y gravas mal seleccionadas. Esta unidad está presente en gran parte del área urbana y en los predios evaluados, lo que indica que la zona fue parte del antiguo cauce del río, aunque hoy ya no recibe aporte de sedimentos.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.1.3. Ki-hu

Formación Hualhuani, compuesta por capas de areniscas, limolitas y lodolitas. Estas rocas sedimentarias de origen antiguo forman parte de las laderas que rodean el valle. Tienen una estructura más estable que los depósitos sueltos del fondo del valle.

2.6.1.4. Ki-mu

Formación Murco. Se trata de una unidad sedimentaria formada por capas de areniscas, limolitas y limoarcillitas de color rojizo. Se presenta en las zonas más elevadas del entorno y aporta estabilidad al relieve, aunque puede tener variaciones en su resistencia.

2.6.1.5. Js-gr

Formación Gramadal, perteneciente al Grupo Yura. Está formada por intercalaciones de caliza gris oscura de grano fino. Aparece en sectores más alejados del núcleo urbano y representa un ambiente geológico marino antiguo.

2.6.1.6. P-pu

Grupo Puno, formado por capas de origen volcánico y sedimentario. Es una unidad geológica antigua que aparece en sectores del sur del área de estudio, con rocas endurecidas que han resistido la erosión.

2.6.1.7. Js-la

Formación Labra, también del Grupo Yura. Conformada por areniscas cuarzosas gris blanquecinas y capas intercaladas de areniscas calcáreas. Estas rocas tienen origen sedimentario y forman parte de relieves intermedios en el entorno.

2.6.1.8. P-pi

Formación Pías o Grupo Mitú - Miembro Pilco / similar regional, originados por Los movimientos tectónicos de la fase Tardiorogénica Hercínica fracturaron la corteza, creando grandes depresiones (valles tectónicos o grabens). Presentan Arenas ricas en cuarzo fuertemente consolidadas y compactadas por el tiempo y la presión.



2.6.1.9. PN-pa

Otra unidad de rocas ígneas intrusivas, también de tipo pórfido andesítico. Aflora en zonas más extensas del entorno del distrito y representa una base geológica firme.

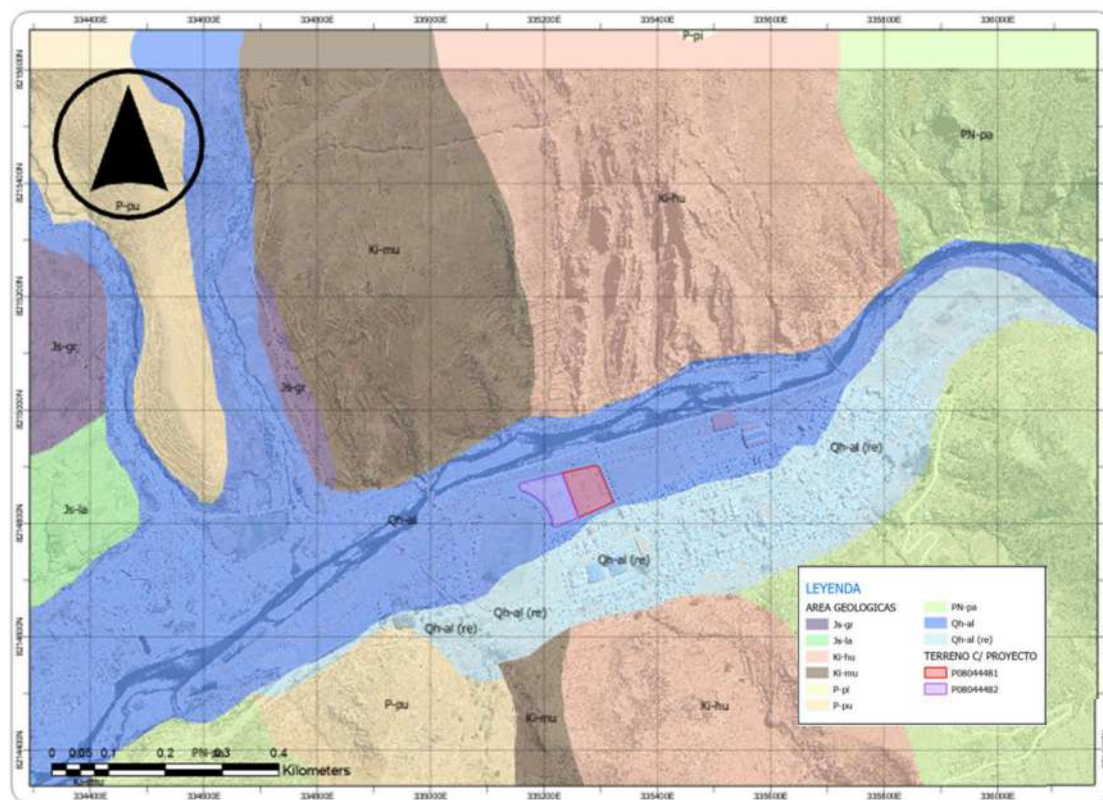
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

En conjunto, la zona evaluada se encuentra principalmente sobre depósitos aluviales estabilizados (unidad Qh-al re), lo que indica que antiguamente formó parte del lecho del río, aunque actualmente ya no es parte activa del cauce. Estas condiciones deben ser tomadas en cuenta en el análisis de peligros y diseño de infraestructura, especialmente por su cercanía al río Ichuña.

Figura N° 2.6-1 Mapa Geológico



FUENTE: Elaboración Propia

2.6.2. Unidades Geomorfológicas

Los estudios sobre geomorfología en nuestro país han tenido gran interés, especialmente por el estudio de los valles fluviales (en el ámbito nacional) y recientemente por el actual cambio climático que afecta la Tierra. Los mapas geomorfológicos, como herramientas para el análisis de los peligros naturales, se consideran indispensables al estar relacionados con procesos geodinámicos.

2.6.2.1. Río Ichuña

El Río Ichuña es un curso de agua real ubicado en la parte alta de la cuenca del río Tambo, en el sur de Perú. Geomorfológicamente, es un sistema fluvial que modela el paisaje a través de procesos de erosión, transporte y sedimentación, formando geoformas asociadas como valles, cauces y terrazas a lo largo de su curso.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.2.2. Llanura de Inundación

Un área plana adyacente a un río o arroyo que se inunda periódicamente cuando el nivel del agua se eleva (durante lluvias intensas o deshielo). Estas llanuras se forman por la acumulación de sedimentos (aluviones) depositados por el río al desbordarse, resultando en suelos fértiles.

2.6.2.3. Isla Fluvial

Una masa de tierra o banco de arena expuesta de forma permanente o temporal, situada dentro del cauce de un río. Se forma por la acumulación de sedimentos transportados por el agua, a menudo en áreas donde la velocidad del flujo disminuye o el cauce se ensancha.

2.6.2.4. Cauce seco de Quebrada antropizada

Un canal natural (quebrada) por el cual el agua fluye solo de manera intermitente o estacional, y que ha sido alterado o modificado por la actividad humana (antropizado). Las alteraciones pueden incluir canalización, construcción de infraestructuras o uso del terreno para otros fines, afectando su dinámica natural.

2.6.2.5. Terraza Fluvial

Superficies planas o escalonadas, elevadas sobre el nivel actual del cauce del río. Representan antiguos fondos de valle o llanuras de inundación que han quedado "colgados" debido a que el río ha erosionado su cauce hacia niveles más bajos, un proceso conocido como incisión fluvial.

2.6.2.6. Terraza Aluvial

Similar a la terraza fluvial, pero específicamente compuesta por depósitos aluviales (sedimentos heterogéneos). Se forman por la acumulación de estos materiales y su posterior disección por el curso de agua, creando niveles topográficos distintos.

2.6.2.7. Cono Aluvial Antropizado

Una geoforma de acumulación en forma de abanico, depositada por corrientes de agua efímeras o estacionales al salir de un área confinada (como una montaña) hacia una llanura, y que ha sido modificada por la acción humana. La antropización puede implicar la urbanización del cono, alteración de los canales de flujo, etc.

2.6.2.8. Escarpe o Borde de Terraza Fluvio-Aluvial

El talud o pendiente pronunciada que marca el límite entre una superficie de terraza (fluvial o aluvial) y el nivel inferior, ya sea otra terraza más baja o el cauce actual del río. Se forma por la erosión lateral y vertical del río.

2.6.2.9. Pie de Monte Deluvial

Una superficie inclinada ubicada en la base (pie) de sistemas montañosos, formada principalmente por la acumulación de depósitos de rocas (materiales transportados por gravedad, escorrentía superficial no canalizada, caída de lluvia).

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.2.10. Terraza Antrópica

Una superficie de terreno artificialmente nivelada o construida por humanos (por ejemplo, para agricultura mediante andenes o para infraestructuras) que imita la forma de una terraza natural, pero su origen es antrópico (humano).

2.6.2.11. Cárcavas

Zanjas o surcos profundos y estrechos que se forman en laderas o terrenos con poca vegetación debido a la erosión hídrica concentrada, específicamente en rocas sedimentarias poco consolidadas.

2.6.2.12. Domo y Flujo de Lavas

Geoformas volcánicas. Un domo de lava es una estructura de forma cupular formada por la extrusión lenta de lava viscosa, mientras que un flujo de lava es una corriente de roca fundida que se mueve sobre la superficie, solidificándose en el proceso.

2.6.2.13. Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica

Una gran elevación del terreno (montaña) cuyo sustrato geológico está compuesto por rocas que originalmente eran sedimentarias pero que han sufrido procesos de metamorfismo (cambios por presión y temperatura).

2.6.2.14. Montaña roca sedimentaria

Una elevación del terreno (montaña) cuyo sustrato rocoso está formado por rocas sedimentarias (como arenisca, caliza, lutita), que se forman por la acumulación y cementación de sedimentos.

2.6.2.15. Alcantarillado Sedimentario

se refiere a una unidad de terreno de baja pendiente formada por depósitos de materiales (gravas, arenas, limos) que han sido transportados y depositados por agua (deluvial) o gravedad (coluvial) desde las montañas, creando una especie de "conducto" natural o abanico donde los materiales finos se mezclan con los horribles, conformando el pie de monte, y que luego es modificado o intervenido por actividades humanas.

2.6.2.16. Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado

Una estructura de ingeniería civil (no una unidad geomorfológica natural) construida por humanos utilizando rocas grandes (mampostería) para proteger las orillas del río de la erosión fluvial y el socavamiento.

2.6.2.17. Alcantarillado aluvial

Posee una susceptibilidad muy alta. Ante avenidas extraordinarias o caudales máximos, el agua recupera su "cauce histórico". Si el alcantarillado se obstruye o su capacidad de diseño es superada, genera inundaciones repentinas por desborde y reflujo hacia las zonas urbanas colindantes, presentan depósitos cuaternarios aluviales sueltos (gravas, arenas y limos) con alta permeabilidad original, pero reducida por la infraestructura.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

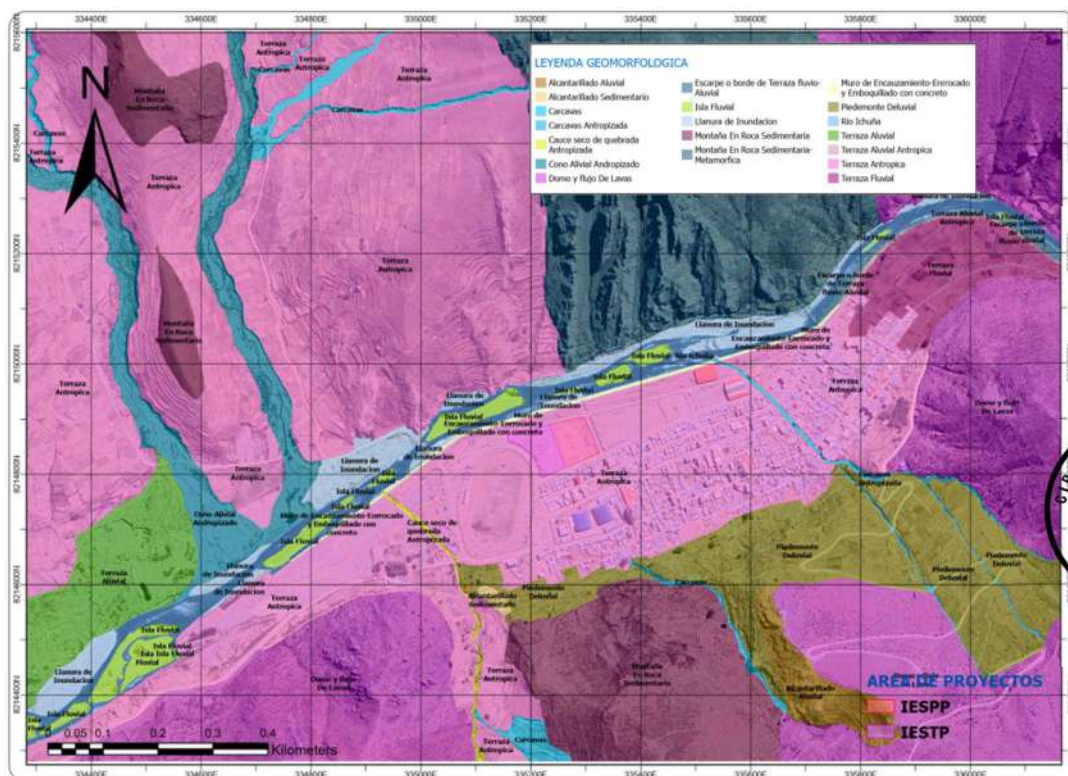
2.6.2.18. Terraza Aluvial Antrópica.

Su susceptibilidad varía según la altura (nivel de terraza baja, media o alta). Al estar antropizada, la impermeabilización del suelo reduce significativamente la infiltración natural, aumentando el agua superficial. El parámetro de inundación aquí está ligado a la erosión lateral o socavamiento del talud por el río; al desestabilizarse la base de la terraza, se provocan colapsos de las estructuras construidas encima, presentan conglomerados y terrazas aluviales con capas superpuestas de rellenos antrópicos (material de desmote o suelos compactados artificialmente).

2.6.2.19. Cárcavas Antropizadas.

Aunque la inundación fluvial ocurre principalmente en las zonas bajas, las cárcavas antropizadas actúan como vectores de peligro. Durante una crecida o lluvias intensas, estas zanjas sufren erosión remontante acelerada. Aportan grandes volúmenes de sedimentos y lodo directamente al cauce principal del río, elevando el nivel del lecho (colmatación) y facilitando que el río se desborde aguas abajo con mayor facilidad, materiales predominantemente finos, no consolidados (limos y arcillas aluvio-colviales) con baja coherencia y alta vulnerabilidad al arrastre hidráulico.

Figura N° 2.6-2 Mapa Geomorfológico



Fuente: Elaboración Propia

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.3. Pendiente De Terreno

El mapa de pendientes de la región Moquegua fue elaborado en base a los planos topográficos del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), a escala 1:100 000, a mayor pendiente se facilita el escurrimiento superficial y, por ende, la erosión hídrica o pluvial. Sin embargo, algunos procesos lentos, como la reptación de suelos y ocasionales deslizamientos, ocurren con un mínimo de pendiente. En el caso de las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros, El cauce del río Ichuña en el tramo crítico tiene una pendiente de 2,5 a 3% aproximadamente.

Se tomaron en consideración 05 rangos o grados de pendiente: muy baja, baja, media, fuerte, muy fuerte y abrupta estas se describen a continuación:

2.6.3.1. Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (0-5°)

Áreas muy susceptibles a inundaciones, de inclinación suave, afectadas o cortadas por eventos que se generan en zonas más altas o de pendiente más inclinada, usado para la agricultura

2.6.3.2. Pendiente moderada (5-15°)

corresponden a las laderas de lomeríos, colinas suaves y elevaciones menores, cuyo escurrimiento superficial se considera de alto a medio. Conforman relieves inclinados, sus laderas presentan una susceptibilidad alta a media a las inundaciones, puede ser usado para la agricultura.

2.6.3.3. Pendiente fuerte (15-25°)

Conforman relieves inclinados, sus laderas presentan una susceptibilidad media a inundaciones, requiere practicas especiales para la agricultura y construcción.

2.6.3.4. Pendiente muy fuerte (15-45°)

Caracterizado por presentar baja susceptibilidad a inundaciones, presenta limitaciones para el uso de agricultura y construcción.

2.6.3.5. Pendiente extrema (> 45°)

Se consideran muy baja susceptibilidad a inundaciones, no adecuada para la agricultura o construcción.

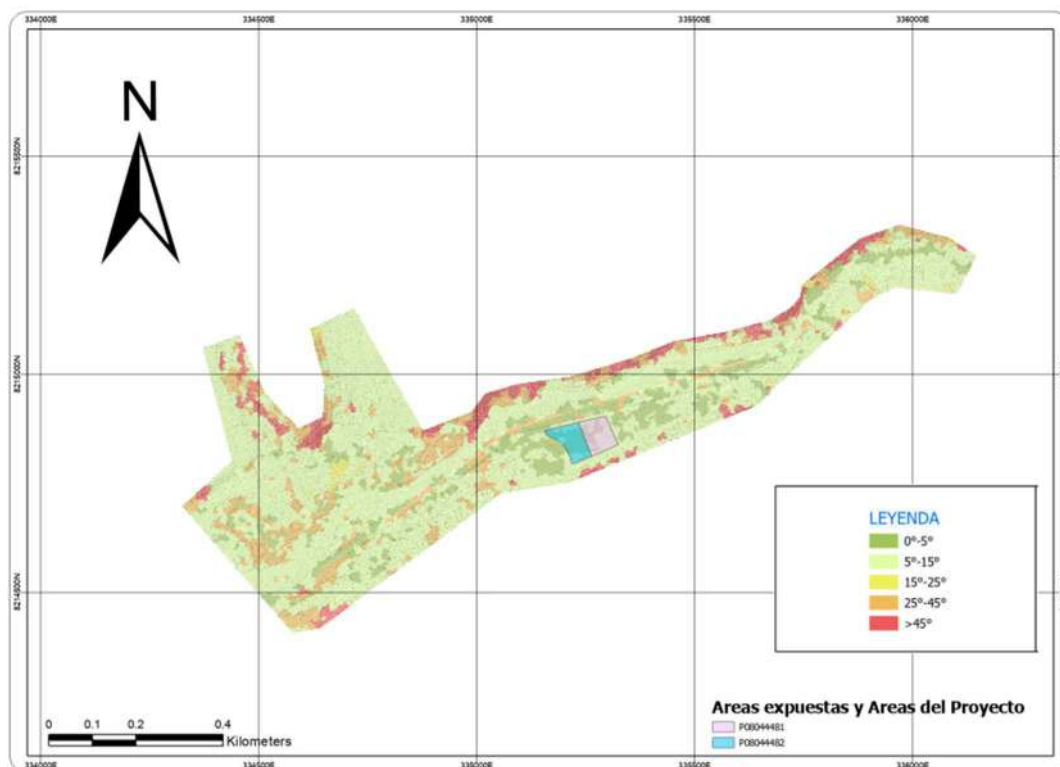


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.6-3 Mapa de Pendientes



Fuente: Elaboración Propia

2.6.4. Altitud (elevación)

El área de intervención se encuentra ubicada en el sector noroccidental del distrito de Ichuña, dentro de un valle alto andino modelado por la acción fluvial del río Ichuña. De acuerdo con el modelo digital de elevación procesado a partir de imágenes satelitales y datos topográficos disponibles, se ha determinado que los terrenos de los predios evaluados se sitúan a una altitud aproximada entre 3,781 y 3,788 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.).

Esta altitud corresponde a una zona de piso ecológico "suni" o "jalca", caracterizada por un clima frío de montaña, con notoria oscilación térmica diaria y fuerte influencia de la estacionalidad de lluvias.

Desde el punto de vista topográfico, el terreno presenta una elevación ligeramente mayor que el cauce actual del río Ichuña, con una diferencia altimétrica aproximada de 3 a 5 metros. Esta diferencia relativa permite un escurrimiento superficial natural hacia el cauce, pero también implica una condición de exposición moderada en caso de crecidas del río si las defensas hidráulicas fuesen superadas o fallaran. La información de altitud ha sido utilizada como base para el análisis de altura relativa del terreno respecto al río, parámetro clave en la evaluación del peligro por inundación fluvial en la zona.

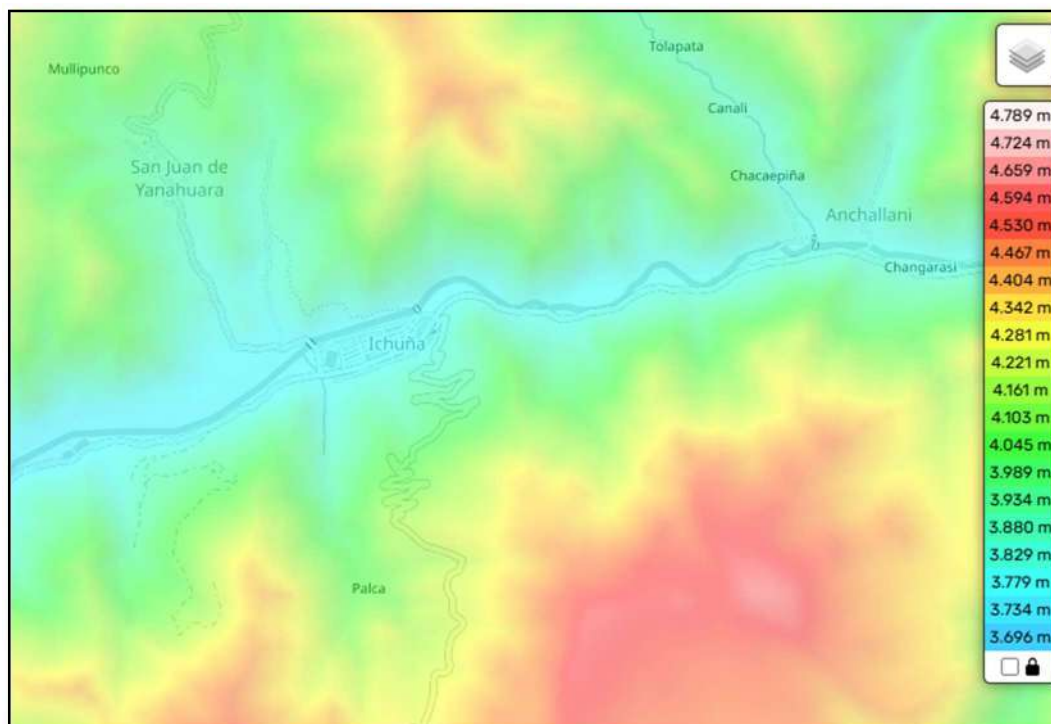


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.6-4 Mapa de Altitudes



Fuente: <https://es-pe.topographic-map.com/>

2.6.5. Condiciones climatológicas

2.6.5.1. Clima

El área de influencia del proyecto se caracteriza por presentar un clima predominantemente frío de montaña, correspondiente a la región ecológica de la sierra sur del Perú, con marcada estacionalidad de lluvias. De acuerdo con los datos registrados por la Estación Meteorológica Convencional Ichuña (código 100059), ubicada a una altitud de 3,778 m s.n.m., en las coordenadas 16°8'27.91" S y 70°32'33.73" W, se dispone de información confiable para caracterizar el comportamiento climático local, y de los datos obtenidos de SENAMHI tenemos los siguientes tipos de clima en el distrito Ichuña.

Lluvioso con invierno seco. Semifrígido.- B (i) D'

Clima de tipo lluvioso, semifrígido y con invierno seco. Ocupa 0.24% del área nacional y se encuentra en los departamentos de Arequipa y Moquegua. En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, el flujo de humedad del este y factores locales. Mientras que, en invierno, las DANAS pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 13°C a 15°C y temperaturas mínimas de -7°C a -5°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias oscilan entre los 500 mm y 700 mm aproximadamente.

Lluvioso con otoño e invierno secos. Frío - B (o,i) C'

Clima de tipo lluvioso, frío y con otoño e invierno seco. Ocupa 10% del área nacional y se encuentra en los departamentos de la región Andina, a excepción de Piura, Lambayeque y Cajamarca. En el verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, el flujo de humedad del este, el Jet de Bajos Niveles al Este de los Andes y por factores locales. Mientras que, en invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve en el centro y sur del país; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 9°C a 19°C y temperaturas mínimas de -3°C a 3°C. Además, los acumulados anuales de precipitación de pueden variar desde los 500 mm hasta los 1200 mm aproximadamente.

Lluvioso con otoño e invierno secos. Semifrío - B (o,i) D'

Clima de tipo lluvioso, semifrío y con otoño e invierno seco. Ocupa 0,14% del área nacional y se encuentra en los departamentos de Puno y cercanos a esta.

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, el flujo de humedad del este y factores locales. Mientras que, en invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 11°C a 15°C de y temperaturas mínimas de -7°C a -1°C. Asimismo, los acumulados anuales de precipitación varían de 500 mm a 700 mm aproximadamente.

Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Frío - B (r) C'

Clima de tipo lluvioso, frío y muy húmedo durante todo el año. Ocupa 0,23% del área nacional y se encuentra en pequeñas áreas de Cajamarca, La Libertad, Cusco y Puno. En verano, el tiempo de esta área está determinado por el paso la ZCIT, el Alta de Bolivia, el flujo de humedad del este y por factores locales. En invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve en la zona sur del país; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 11°C a 17°C de y temperaturas mínimas de -1°C a 5°C. Los acumulados anuales de precipitación en estas áreas pueden alcanzar valores de 2000 mm y 3000 mm.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Semiseco con invierno seco. Frío - C (i) C'

Clima de tipo semiseco, frío y con invierno seco. Ocupa 3% del área nacional y se encuentra en áreas de Lima, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa y Puno. En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, por el flujo de humedad del este y por factores locales. Mientras que, en el invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve, en las zonas altas del centro y sur del país; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 13°C a 17°C de y temperaturas mínimas de -7°C a 5°C. Además, los acumulados anuales de precipitación varían de 200 mm a 700 mm aproximadamente.

Semiseco con invierno seco. Semifrío - C (i) D'

Clima de tipo semiseco, semifrío y con invierno seco. Ocupa 1% del área nacional y se encuentra en áreas de Arequipa, Moquegua y Tacna. En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, por el flujo de humedad del este y por factores locales. Mientras que, en el invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 11°C a 15°C y temperaturas mínimas de -11°C a -7°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias alcanzan valores entre los 500 mm y 700 mm aproximadamente.

Semiseco con otoño e invierno secos. Frío - C (o, i) C'

Clima de tipo semiseco, frío y con otoño e invierno seco. Ocupa 1% del área nacional y se encuentra en pequeñas áreas de Ancash, Lima, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno.

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, por el flujo de humedad del este y por factores locales. Mientras que, en el invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 15°C a 19°C y temperaturas mínimas de -1°C a -3°C. Además, los acumulados anuales de lluvias varían de 700 mm a 900 mm aproximadamente.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Fuente: <https://snirh.ana.gob.pe/>

Dentro de ella están las estaciones como Puquina, Ubinas, Carumas de las que se tiene registro de umbrales de precipitación según las publicaciones dentro el repositorio del SENAMHI

Figura N° 2.6-7 Umbrales De Precipitación De puquina y ubinas

Umbrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación : Puquina
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR> 30,5 mm
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	18,2 mm<RR≤ 30,5 mm
90p<RR/día≤95p	Lluvioso	14,0 mm<RR≤ 18,2 mm
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso	7,0 mm<RR≤ 14,0 mm
Umbrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación : Ubinas
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR> 24,9 mm
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	16,0 mm<RR≤ 24,9 mm
90p<RR/día≤95p	Lluvioso	12,5 mm<RR≤ 16,0 mm
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso	7,1 mm<RR≤ 12,5 mm

Fuente: repositorio del SENAMHI

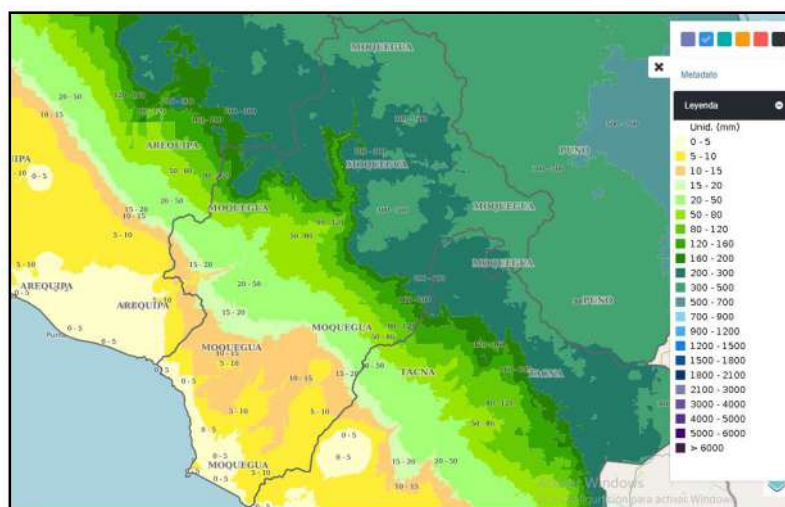
Figura N° 2.6-8 Umbrales De Precipitación De Carumas

Umbrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación : Carumas
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR> 50,4 mm
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	22,2 mm<RR≤ 50,4 mm
90p<RR/día≤95p	Lluvioso	15,6 mm<RR≤ 22,2 mm
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso	9,8 mm<RR≤ 15,6 mm

Fuente: repositorio del SENAMHI

Generalmente el departamento de Moquegua presenta diferente precipitación siendo en verano donde presenta precipitaciones máximas en el periodo de 3 meses (120 días) aproximadamente a continuación se muestra mapa de precipitaciones durante la estación de verano en la región de Moquegua.

Figura N° 2.6-9 Mapa de Precipitación En Verano De La Región De Moquegua



Fuente: SENAMHI



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Los registros históricos de precipitación (en mm) del distrito de Ichuña que abarcan el periodo 2020 – 2025, y permiten identificar una estacionalidad muy marcada entre la estación de verano de cada año.

Figura N° 2.6-10 Precipitaciones Máximas En 24hrs



Fuente: SENAMHI -Elaboración Propia

Cuadro N° 2.6-1 Historial De Precipitaciones Máximas En 24hrs

MESES	PRECIPITACION MAXIMA (MM/24HRS)	PRECIPITACION MAXIMA (MM/24HRS) PROMEDIO ANUAL
Nov-20	0.05	14.28
Dic-20	28.50	
Ene-21	19.30	
Feb-21	38.70	
Mar-21	8.70	
Abr-21	S/D	10.82
May-21	0.00	
Jun-21	0.00	
Jul-21	0.00	
Ago-21	3.60	
Set-21	3.90	
Oct-21	16.90	
Nov-21	14.90	
Dic-21	13.00	
Ene-22	20.60	7.93
Feb-22	34.20	
Mar-22	14.40	
Abr-22	7.50	
May-22	0.00	
Jun-22	0.00	
Jul-22	0.30	
Ago-22	0.00	
Set-22	0.00	
Oct-22	0.00	
Nov-22	1.20	9.29
Dic-22	16.90	
Ene-23	13.40	
Feb-23	33.60	
Mar-23	18.20	
Abr-23	0.00	
May-23	2.30	
Jun-23	0.00	
Jul-23	0.00	
Ago-23	0.00	
Set-23	0.00	10.45
Oct-23	5.80	
Nov-23	7.00	
Dic-23	31.20	
Ene-24	21.00	
Feb-24	17.60	
Mar-24	25.80	
Abr-24	10.40	
May-24	7.70	
Jun-24	0.20	



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Jul-24	0.00	9.72
Ago-24	0.00	
Set-24	0.00	
Oct-24	2.80	
Nov-24	25.40	
Dic-24	14.50	
Ene-25	24.30	
Feb-25	18.80	
Mar-25	13.70	
Abr-25	13.00	
May-25	11.10	
Jun-25	0.00	
Jul-25	2.10	
Ago-25	0.00	
Set-25	8.90	
Oct-25	5.30	
Nov-25	S/D	
Dic-25	S/D	

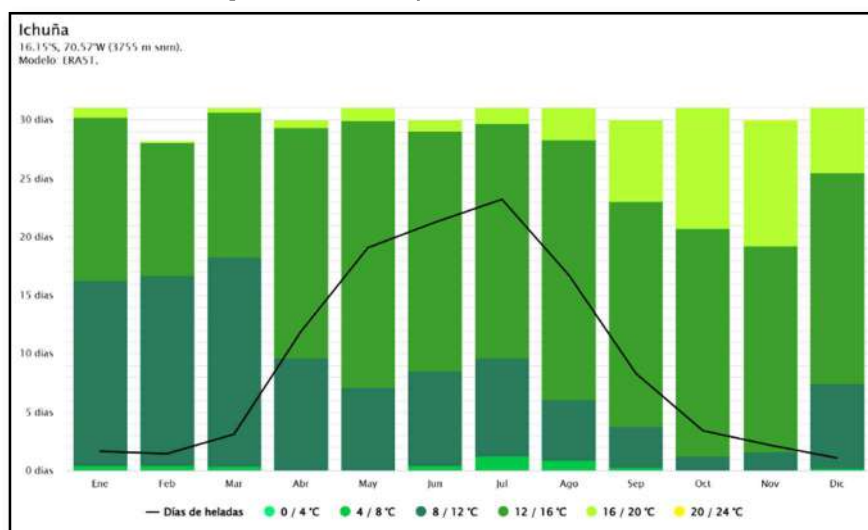
Fuente: SENAMHI -Elaboración Propia

- Periodo lluvioso: Diciembre a marzo, concentrando más del 80% de las precipitaciones anuales.
- Mes más lluvioso: Febrero, con una media mensual de aproximadamente 9.78 mm/día
- Precipitación máxima registrada: 38.7 mm en 24 horas (evento extremo).
- Intensidad promedio esperada en 24 horas: 10.41 mm/24h (valor promedio anual).
- Intensidad máxima esperada en 1 hora (estimada): alrededor de 5.7 mm/h.

2.6.5.3. Temperaturas Máximas (Ichuña)

Se muestra en la imagen siguiente, el diagrama de la temperatura máxima en *Ichuña* muestra cuántos días al mes llegan a ciertas temperaturas, presentando en la mayor parte del año sus temperaturas máximas están entre 12°C a 16°C, y que el mayor periodo de heladas están en los meses de mayo a agosto siendo el mes más frío el mes de julio.

Figura N° 2.6-11 temperaturas máximas



Fuente: <https://www.meteoblue.com/>



APROBACIÓN

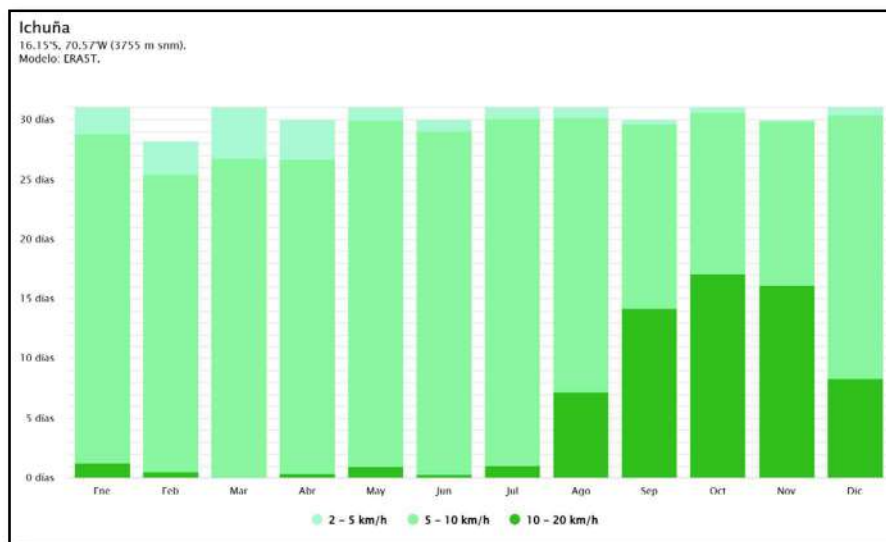
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.5.4. Velocidad Del Viento (Ichuña)

Se muestra en la imagen siguiente, el diagrama de *Ichuña* muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad, presentando mayor mayores vientos entre los meses de agosto a diciembre desde 10km/h hasta 20km/h.

Figura N° 2.6-12 temperaturas máximas

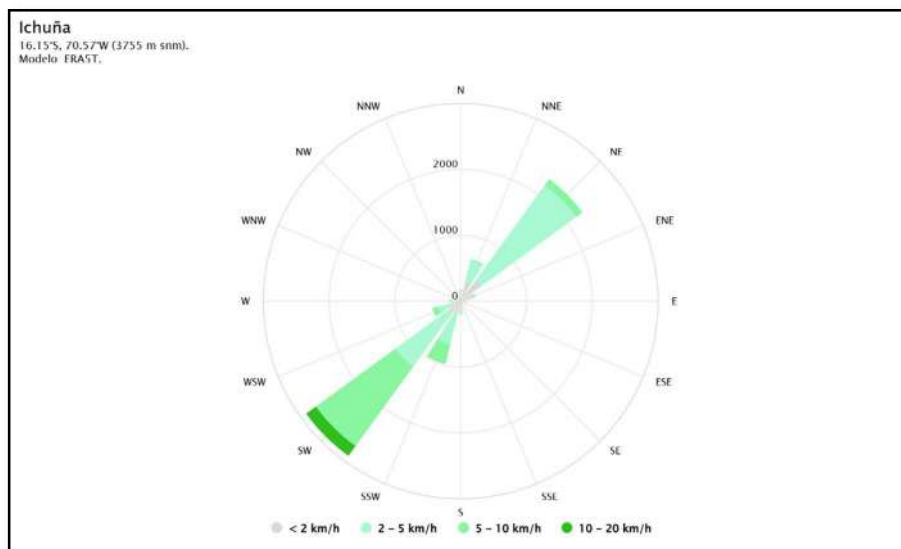


Fuente: <https://www.meteoblue.com/>

2.6.5.5. Rosa De Los Vientos

La Rosa de los Vientos para Ichuña muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada.

Figura N° 2.6-13 Rosa De Los Vientos



Fuente: <https://www.meteoblue.com/>



APROBACIÓN

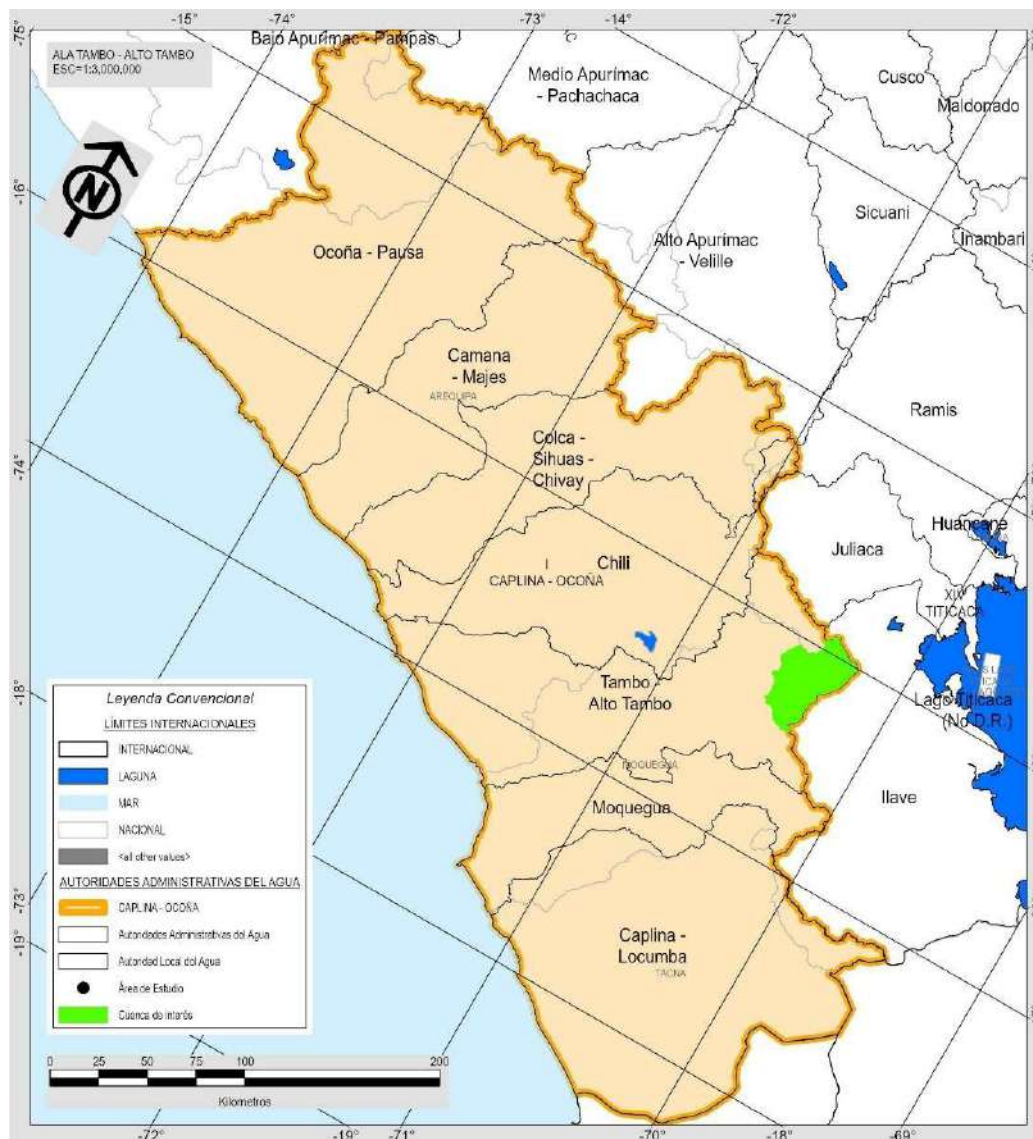
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.6. Hidrografía

Conforme a la delimitación establecida en la Resolución Jefatural N°0546-2009-ANA, el proyecto se ubica en la Autoridad Administrativa del Agua I Caplina Ocoña y la Autoridad Local del Agua Tambo – Alto Tambo.

Figura N° 2.6-14 Jurisdicción Autoridad Nacional del Agua



Fuente: Elaboración propia (Arcgis Pro-3.3) – Autoridad Nacional del Agua



2.6.6.1. Ubicación hidrográfica

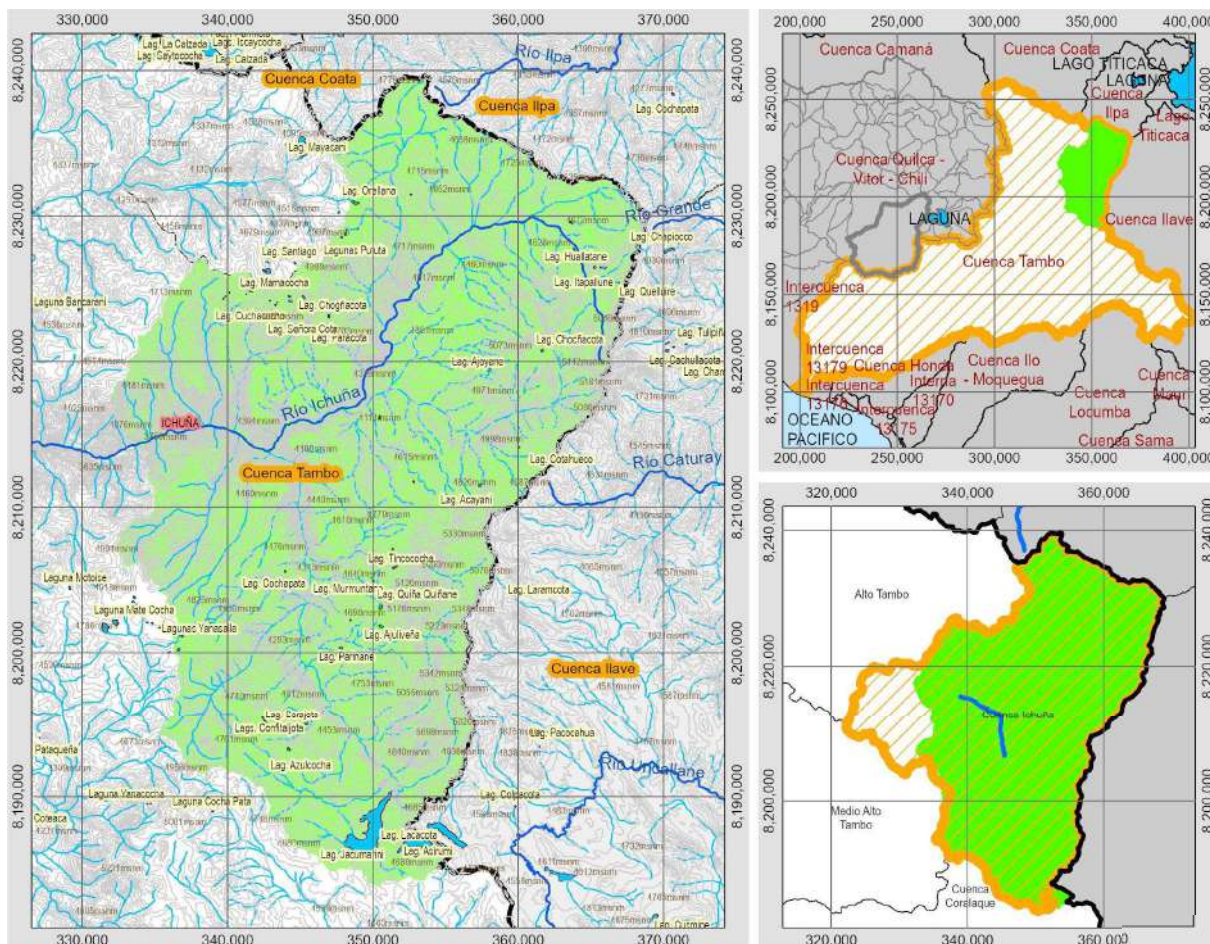
Se determinó conforme a la delimitación establecida en la Resolución Ministerial N°033-2008-AG, precisando los niveles a la que pertenece según lo siguiente:

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.6-15 Ubicación Hidrográfica



Fuente: Elaboración propia (Arcgis Pro-3.3)

Cuadro N° 2.6-2 Estructura de ubicación hidrográfica

Orden	Nombre
1	Región hidrográfica del Pacífico
2	Unidad Hidrográfica 13
3	Unidad Hidrográfica 131
4	Cuenca Tambo
5	Subcuenca Ichuña
6	Microcuencas de Interés

Fuente: Autoridad Nacional del agua



2.6.6.2. Ubicación geográfica

Referimos al centroide las unidades hidrográficas del presente estudio.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

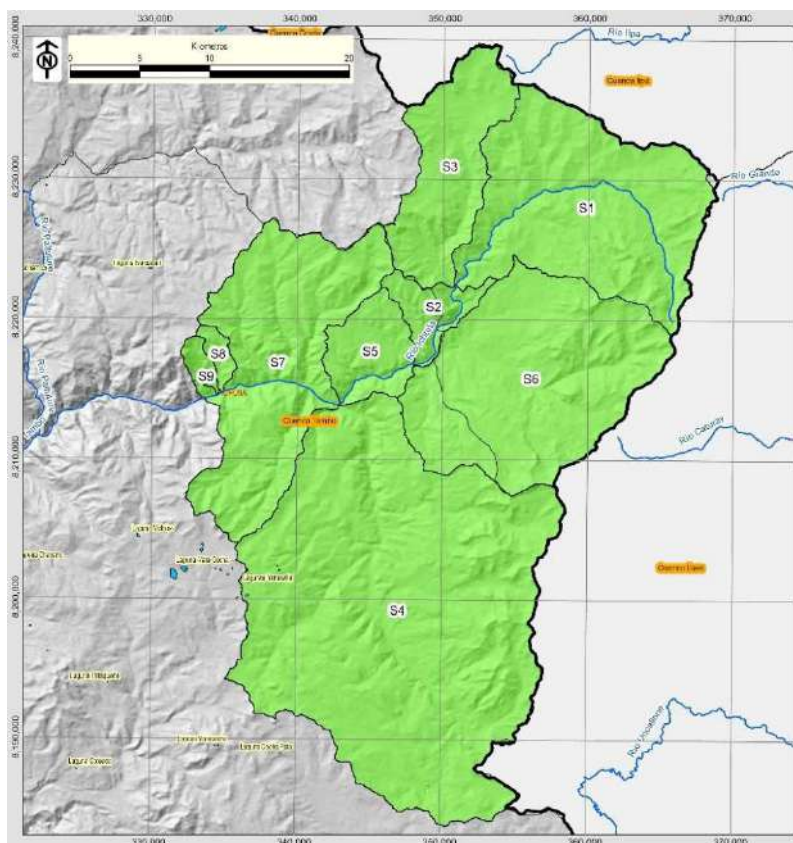
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 2.6-3 Ubicación geográfica de las cuencas de interés

Subcuenca	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
S1	359,840	8,228,025	4,544
S2	349,169	8,220,661	4,393
S3	350,399	8,230,944	4,641
S4	346,983	8,199,224	4,316
S5	345,004	8,217,704	4,234
S6	356,081	8,215,809	4,401
S7	338,650	8,216,878	4,084
S8	334,530	8,217,453	4,170
S9	333,252	8,216,830	4,117

Fuente: Elaboración propia, UTM-WGS84

Figura N° 2.6-16 Ubicación geográfica de las cuencas de interés



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

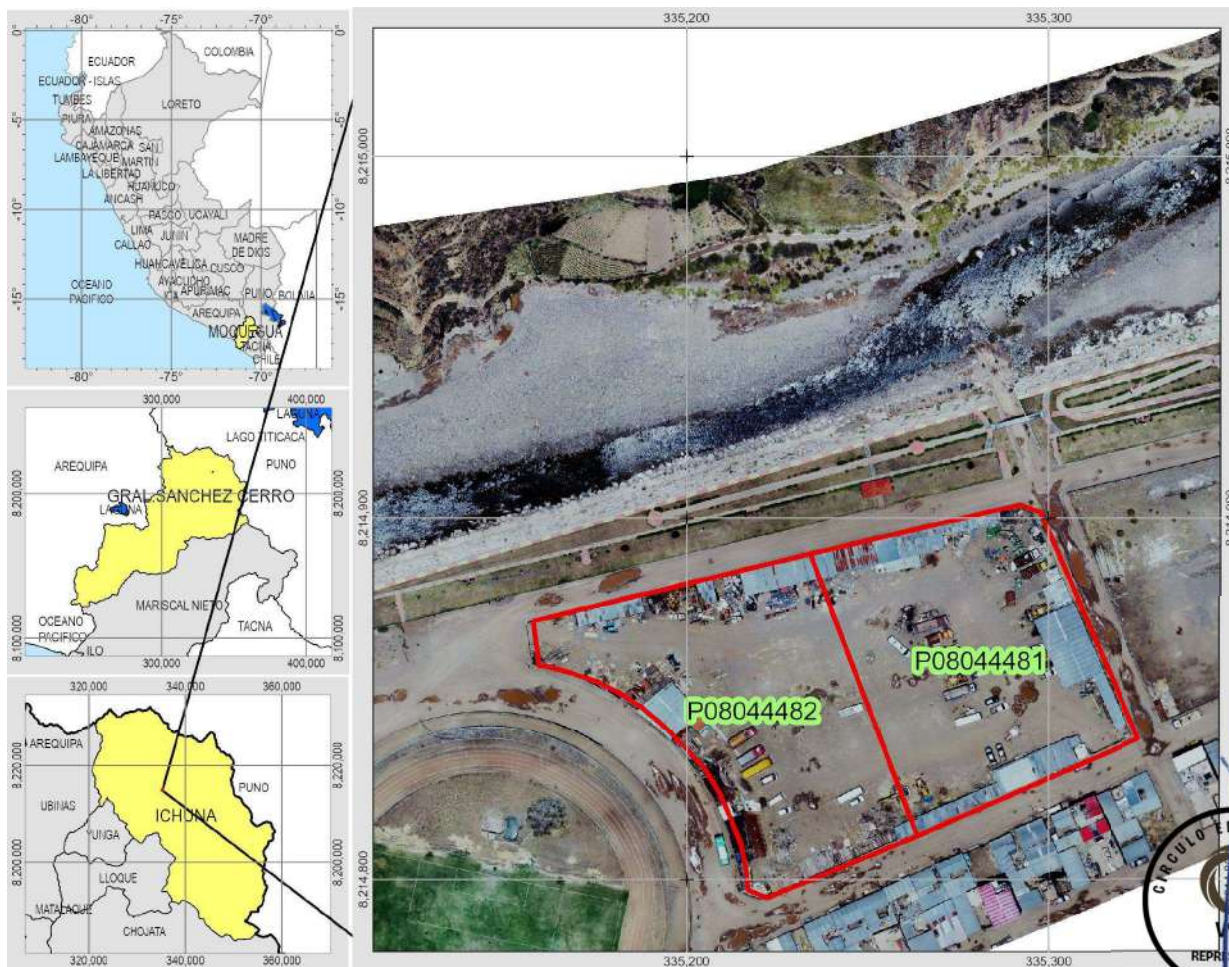
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.6.3. Ubicación política

La zona de emplazamiento de los elementos expuestos, los predios de código P08044481 y P08044482 ambos se encuentran ubicados en:

- Región : Moquegua
- Provincia : General Sánchez Cerro
- Distrito : Ichuña
- Sector : Centro Poblado Ichuña

Figura N° 2.6-17 Ubicación política del proyecto



Fuente: Elaboración propia (Arcgis Pro-3.3)

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.6.7. Características fisiográficas y geomorfológicas de la unidad hidrográfica

Cuadro N° 2.6-4 Parámetros Morfométricos de la Cuenca y Subcuencas de interés (C1, S1, S2, S3 y S4)

Parámetros/Subcuenca	C1	S1	S2	S3	S4
Área (km²)	1,149.29	184.79	22.58	82.95	454.12
Clasificación A	Intermedia-Grande	Pequeña	Muy Pequeña	Pequeña	Intermedia-Pequeña
Perímetro (km)	236.82	87.84	36.24	64.68	136.20
Longitud de Cauce (km)	56.90	29.59	10.16	21.74	46.09
Clasificación Cauce	Mediano	Corto	Corto	Corto	Corto
Índice de Compacidad (Kc)	1.97	1.82	2.15	2.00	1.80
Clasificación Kc	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada, drenaje distribuido, buena laminación natural	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada, drenaje distribuido, buena laminación natural	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal
Factor de Forma (Ff)	0.35	0.21	0.22	0.18	0.21
Clasificación Ff	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
Re-L (Km)	107.79	39.22	16.78	29.54	60.63
Re-l (Km)	10.66	4.71	1.35	2.81	7.49
Densidad de Drenaje (km/km²)	0.070	0.067	0.385	0.023	0.065
Clasificación Dd	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta escorrentía
Slope Cuenca (%)	23.6	20.8	32.9	20.4	22.7
Slope Río (%)	1.8	3.3	4.6	2.8	2.0
Elevación Máxima (msnm)	5,333	5,169	4,895	4,975	5,333
Elevación Media (msnm)	4,536	4,571	4,380	4,598	4,565
Elevación Mínima (msnm)	3,747	4,171	3,947	4,171	3,848
Coef. de Masividad (m/km²)	3.95	24.74	193.96	55.43	10.05
Coef. Orográfico	0.02	0.11	0.85	0.25	0.05
Tc Kirpich (hr)	7.01	3.37	1.30	2.81	5.72
Tc US corps (hr)	13.89	7.55	3.14	6.14	11.60
Tc Californiana (hr)	21.59	8.34	2.41	6.58	16.57
Tc Giandotti (hr)	8.65	3.98	1.99	3.49	6.36
Tc U.S. Hathaway (hr)	5.37	3.44	1.93	3.08	4.74
Tc Australiana (hr)	9.63	5.34	2.11	4.37	8.38
Tc promedio (hr)	11.02	5.34	2.15	4.41	8.89
Tiempo de Concentración (min)	661.4	320.1	128.7	264.7	533.5
Tiempo de Retardo (min)	396.83	192.07	77.24	158.82	320.12

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 2.6-5 Parámetros Morfométricos de las Microcuencas o quebradas de interés (S5, S6, S7, S8 y S9)

Parámetros/Subcuenca	S5	S6	S7	S8	S9
Área (km²)	36.58	193.86	162.49	6.16	5.77
Clasificación A	Pequeña	Pequeña	Pequeña	Muy Pequeña	Muy Pequeña
Perímetro (km)	34.68	78.48	102.00	16.50	14.22
Longitud de Cauce (km)	12.68	23.50	23.80	6.24	5.32
Clasificación Cauce	Corto	Corto	Corto	Corto	Corto
Índice de Compacidad (Kc)	1.62	1.59	2.26	1.88	1.67
Clasificación Kc	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada, drenaje distribuido, buena laminación natural	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia
Factor de Forma (Ff)	0.23	0.35	0.29	0.16	0.20
Clasificación Ff	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
Re-L (Km)	14.89	33.46	47.60	7.42	6.18
Re-l (Km)	2.46	5.79	3.41	0.83	0.93
Densidad de Drenaje (km/km²)	0.189	0.051	0.066	0.000	0.000
Clasificación Dd	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía
Slope Cuenca (%)	24.0	21.5	31.3	34.9	41.6
Slope Río (%)	6.7	4.7	5.1	12.9	19.2
Elevación Máxima (msnm)	4,695	5,316	5,059	4,602	4,803
Elevación Media (msnm)	4,258	4,584	4,435	4,244	4,222
Elevación Mínima (msnm)	3,848	3,948	3,747	3,761	3,757
Coef. de Masividad (m/km²)	116.41	23.64	27.29	688.84	731.59
Coef. Orográfico	0.50	0.11	0.12	2.92	3.09
Tc Kirpich (hr)	1.33	2.46	2.40	0.60	0.45
Tc US corps (hr)	3.46	5.92	5.88	1.78	1.46
Tc Californiana (hr)	2.49	5.53	5.37	0.88	0.62
Tc Giandotti (hr)	1.86	3.43	3.12	0.85	0.69
Tc U.S. Hathaway (hr)	1.96	2.84	2.80	1.20	1.02
Tc Australiana (hr)	2.33	3.93	3.98	1.20	0.95
Tc promedio (hr)	2.24	4.02	3.92	1.09	0.87
Tiempo de Concentración (min)	134.2	241.0	235.3	65.2	51.9
Tiempo de Retardo (min)	80.54	144.63	141.21	39.10	31.14

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.7. IDENTIFICACION DE PELIGROS NATURALES EN EL AREA DE INTERVENCION Y VIAS DE ACCESO

A. Información recopilada en la plataforma del INDECI (Instituto De Defensa Civil):

Con el propósito de identificar los peligros naturales con antecedentes históricos en el entorno inmediato del área de estudio, se consultó la plataforma de INDECI. El análisis se centró en un área aproximado y similar al área de estudio topográfico desarrollado del proyecto, comprendiendo también los accesos principales. Como resultado de esta consulta, se obtuvieron registros de eventos de origen natural ocurridos entre los años 2017 y 2025, que han generado diversos tipos de afectación en la población, la infraestructura y los medios de vida dentro del área de estudio ubicado en distrito de Ichuña. Esta información se sistematizó en una tabla cronológica y un cuadro resumen, siguiente.

Cuadro N° 2.7-1 cuadro de reportes preliminares/complementarios/emergencia de INDECI correspondientes al estudio aproximado

FECHA INICIO	FECHA FIN	DÍAS DEL EVENTO	EVENTO	LOCALIDAD DE ICHUÑA / DESCRIPCION DEL EVENTO	DOCUMENTO
1/05/2017	2/08/2017	94.00	DESCENSO DE TEMPERATURA	Localidad De Ichuña / Descenso De Temperatura	INFORME DE EMERGENCIA N° 845 - 09/12/2017 / COEN - INDECI / 10:50 HORAS (Informe N° 01)
19/12/2017	1/03/2018	73.00	PRECIPITACIONES PLUVIALES	Localidad De Ichuña / Precipitaciones Pluviales	INFORME CONSOLIDADO DE EMERGENCIA N° 003 - 22/05/2018/COEN - INDECI/14:30 HORAS (Informe N° 01)
3/06/2018	3/07/2018	31.00	BAJAS TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES SOLIDAS	Localidad De Ichuña / Bajas Temperaturas Y Precipitaciones Solidas	INFORME DE EMERGENCIA N° 152 - 03/07/2018 / COEN - INDECI/13:00 HORAS (Informe N° 02)
3/06/2018	14/06/2018	12.00	BAJAS TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES SOLIDAS	Localidad De Ichuña / Bajas Temperaturas Y Precipitaciones Solidas	INFORME DE EMERGENCIA N° 296 - 05/09/2018 / COEN - INDECI/15:15 HORAS (Informe N° 07)
3/01/2020	4/01/2020	2.00	INUNDACIÓN	Inundación De Una Vivienda En El Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N° 051 - 04/01/2020 / COEN - INDECI / 15:00 HORAS (Reporte N° 1)
4/08/2021	11/08/2021	8.00	NEVADAS	Afectaron A La Ganadería (Camélidos Sudamericanos)	REPORTE COMPLEMENTARIO N° 4116 - 11/8/2021 / COEN - INDECI / 11:30 HORAS (Reporte N° 2)
4/01/2022	5/01/2022	2.00	HELADAS	Heladas Que Afectaron Áreas De Cultivo (Papas) En Las Comunidades De Paltuturi Y Tolopalca	REPORTE COMPLEMENTARIO N° 095 - 5/1/2022 / COEN - INDECI / 18:20 HORAS (Reporte N° 1)
11/01/2022	12/01/2022	2.00	NEVADAS	Registraron Nevadas Que Afectaron Afectación A La Ganadería (Camélidos Sudamericanos Y Ovinos) Y Afectación A La Agricultura (Habas, Papas Y Maizales) En Las Comunidades Campesinas De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N° 247 - 12/1/2022 / COEN - INDECI / 17:00 HORAS (Reporte N° 1)
10/02/2022	17/02/2022	8.00	NEVADAS	Registraron Heladas Que Afectaron A Los Cultivos (Maíz Y Papa) En Las Comunidades De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N° 1522 - 17/2/2022 / COEN - INDECI / 20:20 HORAS (Reporte N° 2)
24/03/2023	10/04/2023	18.00	LLUVIAS INTENSAS	Lluvias Intensas Que Afectaron A Una Vivienda En Centro Poblado Y Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N° 3600 - 10/4/2023 / COEN -

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

					INDECI / 10:00 HORAS (Reporte N.º 2)
2/06/2024	25/06/2024	24.00	HELADAS	Helada Que Ocasionó Daños A Las Personas (Iras) Y Producción Agrícola (Cultivos) En El Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 6782 - 11/8/2024 / COEN-INDECI / 21:55 HORAS (Reporte N.º 4)
26/11/2024	27/11/2024	2.00	HUAICO	A Consecuencia De Lluvias Intensas Se Produjo La Activación De La Quebrada Oyo Oyo, Ocasionando Un Huaico Que Afectó A Las Vía Mo-103 Del Centro Poblado De Santa Cruz De Oyo Oyo	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 11839 - 27/11/2024 / COEN-INDECI / 22:35 HORAS (Reporte N.º 1)
26/11/2024	5/12/2024	10.00	GRANIZADA	Registraron Granizadas Que Causaron Afectación A Los Medios De Vida (Agricultura) En El Centro Poblado De Santa Cruz De Oyo Oyo, Comunidad Campesina De Miraflores, Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 12135 - 5/12/2024 / COEN-INDECI / 21:20 HORAS (Reporte N.º 2)
2/12/2024	3/12/2024	2.00	LLUVIAS INTENSAS	Lluvias Intensas Que Ocasionó Daños A Medios De Vida (Agricultura); Asimismo, A Consecuencia De Lluvias Intensas Se Registró Un Huaico Que Ocasionó Daños A La Infraestructura De Riego En El Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 12194 - 7/12/2024 / COEN-INDECI / 22:49 HORAS (Reporte N.º 2)
29/11/2024	3/12/2024	5.00	DESIZAMIENTO	Lluvias Intensas Se Produjo Un Deslizamiento Que Ocasionó Daños A La Infraestructura De Transporte, Infraestructura De Riego Y Medios De Vida (Producción Agrícola) En El Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 12358 - 13/12/2024 / COEN-INDECI / 04:30 HORAS (Reporte N.º 2)
11/12/2024	16/12/2024	6.00	GRANIZADAS	Se Registraron Granizadas Que Afectaron A Los Medios De Vida (Cultivos) En El Centro Poblado De Santa Cruz De Oyo Oyo, Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 12486 - 17/12/2024 / COEN - INDECI / 04:30 HORAS (Reporte N.º 2)
17/12/2024	23/12/2024	7.00	DEFLAGRACIÓN	Se Registró Una Deflagración De Balón De Gas Que Causó Daños A La Salud De Una Persona Y Daños Materiales (Vivienda) En La Calle Arequipa S/N, Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 12683 - 23/12/2024 / COEN - INDECI / 21:00 HORAS (Reporte N.º 2)
18/01/2025	18/01/2025	1.00	GRANIZADA	Se Registró Granizada Que Afectaron A Los Medios De Vida (Cultivos) En La Comunidad Campesina De Sicuani, Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 2757 - 28/2/2025 / COEN - INDECI / 19:30 HORAS (Reporte N.º 2)
7/03/2025	14/03/2025	8.00	LLUVIAS INTENSAS	Lluvias Intensas Se Incrementó El Caudal Del Río Jesús María, Provocando Una Erosión Que Afectó A La Carretera Crucero Jesus Maria - Juncal E Inundación Que Causó Daños A La Agricultura En El Sector De Antajahua, Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 5415 - 30/4/2025 / COEN - INDECI / 02:05 HORAS (Reporte N.º 2)
13/03/2025	14/03/2025	2.00	LLUVIAS INTENSAS	Las Lluvias Intensas El Caudal Del Río Alto Tambo Se Incrementó, Provocando Una Inundación Por Desborde De Río, Que Viene Causando Daños Al Camino De Herradura En La Localidad De Antajahua, También Provoco Una Erosión, Que Viene Causando Daños Materiales (Vivienda) En La Localidad De Maycunaca.	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 5415 - 30/4/2025 / COEN - INDECI / 02:05 HORAS (Reporte N.º 2)
8/12/2025	12/12/2025	5.00	HELADA	Se Registró Helada Que Ocasiono Daños A Medios De Vida (Producción Agrícola) En Diferentes Localidades Del Distrito De Ichuña	REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 13634 - 22/12/2025 / COEN-INDECI / 01:20 HORAS (Reporte N.º 1)



Fuente: Elaboración propia con consulta a la plataforma de INDECI sobre reportes preliminares/complementarios/emergencia

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

B. Información recopilada de la Cartografía de peligros del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID):

Se revisó la plataforma geoespacial del SIGRID del CENEPRED, consultando la cartografía de peligros en la zona del proyecto. La consulta se realizó mediante la plataforma geoespacial del SIGRID del CENEPRED el cual fue complementada posteriormente mediante inspección en campo y tomas fotográficas anteriores repositorios. Cabe precisar que esta información se utiliza como referencia técnica para el análisis en campo y no es concluyente, dado que corresponde a estudios a nivel general y escala regional. Su utilidad radica en orientar la identificación preliminar de zonas críticas que serán analizadas con mayor detalle durante las fases de evaluación específica y validación geotécnica del proyecto.

Para este estudio, se delimitó en el visor del SIGRID el polígono correspondiente al área aproximada de estudio topográfico del proyecto (cauce del río, muro enrocado e infraestructura proyectada) y se activaron las capas temáticas de cartografía de peligros. Como resultado, se extrajeron mapas asociados a los siguientes peligros:

- Peligro por inundación
- Peligro por movimiento en masa
- Peligro por sismo:
- Peligro por vulcanismo:
- Peligro por heladas
- Peligro por lluvias intensas
- Peligro por movimientos en masa por lluvias fuertes

Se puede observar detalladamente la información en el punto 3.3.1 recopilación de información, sobre los peligros mencionado anteriormente

C. Información recopilada de Inspección de campo:

Figura N° 2.7-1 Defensa ribereña de protección



Fuente: elaboración propia inspección a campo



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Descripción de foto 1: La fotografía muestra un tramo del río Ichuña en época de avenidas, con caudal medio y un lecho predominantemente compuesto por bloques, gravas y arenas gruesas, lo cual es característico de cursos fluviales de régimen torrencial. Se observa claramente una defensa ribereña construida en el margen derecho del río, consistente en un enrocado revestido con concreto ciclópeo. Esta estructura protege un malecón peatonal con veredas pavimentadas, barandas metálicas y áreas verdes, diseñado para el uso público.

En la margen opuesta (izquierda) se aprecian laderas escarpadas con cobertura vegetal rala, dominada por ichu y arbustos dispersos. El cauce presenta una sección ancha con islas de sedimentos depositados, indicio de una dinámica fluvial activa y de posible expansión lateral del caudal en eventos de avenida. La imagen evidencia que existe una infraestructura de defensa construida para mitigar el riesgo de inundación fluvial. No se observan daños estructurales visibles en el muro, lo cual sugiere que se encuentra en condiciones funcionales aceptables. Sin embargo, la presencia de sedimentos recientes en el cauce y su configuración abierta indican que, en eventos hidrológicos extremos, el caudal podría incrementar significativamente, generando riesgo de desborde. Si bien la defensa ofrece una primera línea de protección, se considera que persiste un peligro potencial debido a la proximidad del cauce y las crecientes avenidas en los meses de diciembre a marzo del año siguiente, la exposición de zonas urbanas contiguas y la falta de validación técnica del diseño hidráulico frente a caudales de mayor periodo de retorno. Se recomienda que este riesgo sea evaluado con mayor precisión mediante modelamiento hidráulico y revisión de niveles de inundación históricos.

Figura N° 2.7-2 Tramo medio del río Ichuña con defensa ribereña en margen izquierda



Fuente: CENEPRED - EVAR PUBLICADO



Descripción de foto 2: La imagen muestra un tramo del cauce del río Ichuña con dirección aguas abajo. En el margen izquierdo (vista derecha) se observa una defensa ribereña construida con enrocado revestido, que forma parte del malecón urbano. La estructura tiene pendiente regular y coronamiento protegido con barandas metálicas, lo que denota una intervención permanente y funcional. El cauce está compuesto por material rocoso de gran tamaño, con flujo

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

visible de régimen base. Al fondo se distingue una estructura metálica tipo puente vehicular, lo que confirma conectividad vial cercana. Este tramo cuenta con una defensa ribereña en buen estado, sin evidencias de socavación ni deterioro. Aunque el lecho del río es amplio y con material grueso, no se identifican signos de desborde en este sector. Por tanto, no se observa peligro aparente en esta sección.

2.7.1. La identificación de peligros naturales en el área del proyecto a. Información histórica de emergencias (INDECI):

Mediante el análisis integrado de tres fuentes de información se tiene que:

a. Información recopilada en la plataforma del INDECI (Instituto De Defensa Civil):

Se analizaron 21 eventos registrados desde el 2017 al 2025, en un área aproximada y similar al área del estudio topográfico. Se informa que, las lluvias intensas resultaron ser el fenómeno más recurrente (19.05% del total), seguido por eventos como bajas temperaturas y precipitaciones solidas (helada, granizo y nevadas), que, si bien fueron menos frecuentes, generaron afectación de personas y daños reportados a nivel distrital. No obstante, también se identificaron registros de daños directos atribuibles específicamente a inundación, huaycos y deslizamiento en el área de los predios evaluados y próximos a estos.

b. Cartografía de peligros del SIGRID:

Los mapas temáticos del SIGRID revelan que el área de intervención se encuentra dentro de una zona de susceptibilidad alta a heladas, media a movimientos en masa, y baja a lluvias intensas asociadas a El Niño. Asimismo, el nivel de peligro sísmico es bajo. Esta información confirma la exposición general del distrito a múltiples amenazas de origen natural, aunque con variaciones en intensidad y alcance según el fenómeno.

c. Inspección de campo:

Durante la visita de campo se verificó la proximidad del proyecto (≈30 m) al río Ichuña y la existencia de una defensa ribereña tipo enrocado en aparente buen estado, construida previamente para proteger el área urbana consolidada. Sin embargo, se constató también que el área de estudio, se identificó la creciente avenidas del caudal en el mes de diciembre 2025, del se encuentra en una terraza baja del valle, con escasa elevación relativa respecto al cauce, lo que sugiere una exposición potencial al desborde fluvial en caso de precipitaciones extremas, y que en consecuencia superan en un futuro la capacidad de diseño de la infraestructura existente.

Si bien las heladas son el fenómeno más frecuente, el **Peligro Por Inundación Fluvial** representa la amenaza más relevante para el análisis de riesgo del presente estudio, debido a la localización de los predios evaluados respecto al río Ichuña, precipitaciones dentro de la zona de estudio y la configuración topográfica del terreno y la dependencia de una defensa ribereña existente. Por tanto, el análisis de peligro a desarrollar en los siguientes capítulos se centrará en este fenómeno, como medida preventiva para asegurar la viabilidad y sostenibilidad de la futura infraestructura educativa.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.8. INCOMPATIBILIDAD DE UBICACIÓN SEGÚN NORMATIVA DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Con la finalidad de asegurar la adecuada localización del proyecto de inversión y verificar el cumplimiento de las normativas vigentes, se ha desarrollado un análisis exhaustivo sobre la posible incompatibilidad normativa de los terrenos propuestos para el desarrollo de la infraestructura educativa. Este análisis se ha realizado considerando los criterios establecidos por los dispositivos legales que regulan la ubicación de Instituciones Educativas Estatales (IIEE), con énfasis en restricciones relacionadas con la cercanía a fuentes de riesgo, servicios incompatibles o actividades que puedan generar conflicto funcional.

El siguiente cuadro resume las 19 posibles incompatibilidades normativas, detallando los dispositivos legales aplicables, su presencia o no en el área de intervención, y la justificación técnica correspondiente en cada caso.

Cuadro N° 2.8-1 Incompatibilidad De Ubicación

Incompatibilidad por cercanía de las IIEE	Dispositivo Legal que sustenta la incompatibilidad de ubicación	SI-NO	JUSTIFICACIÓN
1	En relación con los velatorios y cementerios.	NO	No existe velatorio formal en la zona y el cementerio del distrito se encuentra a más de 1 km de distancia (aproximadamente 1410 m en línea recta)
2	En relación con los establecimientos de salud.	NO	El terreno P08044481 se encuentra colindante al predio donde se ha proyectado un nuevo establecimiento de salud. Según la nueva Norma Técnica de Salud aprobada mediante R.M. N° 637-2024/MINSA, los establecimientos educativos no deben ubicarse próximos a infraestructuras de salud cuando puedan afectar negativamente la accesibilidad, operación o evacuación. Dado que ambos predios están separados únicamente por una vía local, se considera que existe una distancia que no impide los accesos operación o evacuación de manera funcional entre ambas infraestructuras, especialmente en contextos de emergencia, considerando que la infraestructura educativa cuenta con aproximadamente 90 alumnos. En consecuencia, se califica esta condición como compatible.
		NO	El terreno P08044482 se encuentra a una distancia aproximada de 130 metros del predio donde se ha proyectado el nuevo establecimiento de salud. Esta separación es suficiente para evitar interferencias funcionales relacionadas con accesibilidad, operación o evacuación. Además, ambos predios se encuentran en manzanas distintas, sin colindancia directa. Por tanto, no se configura una condición de incompatibilidad de ubicación según la normativa vigente.
3	En relación con las plantas envasadoras de gas licuado de petróleo (GLP)	NO	No se ha identificado la presencia de plantas envasadoras de gas licuado de petróleo (GLP) en un radio menor a 100 metros respecto a los predios evaluados (P08044481 y P08044482). Por tanto, no se configura una condición de incompatibilidad de ubicación según lo establecido en el D.S. N° 027-94-EM, modificado por el D.S. N° 065-2008-EM.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4	En relación con las estaciones de servicio y puestos de venta de combustibles (grifos), gasocentros y establecimientos de venta al público de GNV.	D.S. N° 054-93-EM (modificado por el D.S. N° 037-2007-EM) Reglamento de Seguridad para Establecimientos de Venta al Público de Combustibles Derivados de Hidrocarburos D.S. N° 006-2005-EM y todas sus modificatorias Reglamento para la instalación y operación de Establecimientos de Venta al Público de Gas Natural Vehicular (GNV)	NO	No existen grifos, gasocentros ni establecimientos formales de venta al público de GNV en el distrito de Ichuña. Solo se identificaron tiendas que comercializan combustibles a granel, lo cual no se enmarca dentro de los establecimientos regulados por la normativa específica. Por tanto, no se configura una condición de incompatibilidad de ubicación.
5	En relación con los locales de comercialización y consumo de bebidas alcohólicas.	Ley N° 28681 Ley que regula la comercialización, consumo y publicidad de bebidas alcohólicas D.S. N° 012-2009-SA Reglamento de la Ley N° 28681, que regula la Comercialización, Consumo y Publicidad de Bebidas Alcohólicas	NO	En el área de intervención no existen locales exclusivos para la venta o consumo de bebidas alcohólicas
6	En relación con las plantas de abastecimiento de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos.	D.S. N° 045-2001-EM y sus modificatorias Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y otros productos derivados de los Hidrocarburos	NO	En el área de intervención no existen plantas de abastecimiento de combustibles líquidos reguladas por el MINEM
7	En relación con las fajas marginales de las fuentes de agua, naturales o artificiales.	D.S. N° 001-2010-AG Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos	No identificada con certeza	El terreno evaluado se encuentra próximo al cauce del río Ichuña, protegido por una defensa ribereña. Sin embargo, la faja marginal del río no ha sido delimitada oficialmente por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Dado que la delimitación de la faja marginal constituye un criterio legal fundamental para definir la compatibilidad de usos del suelo —conforme al D.S. N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos—, resulta técnicamente imprescindible que se gestione dicha delimitación en el corto plazo. Solo con esta información podrá verificarse si la ubicación del proyecto educativo no interfiere con zonas de dominio restringido por seguridad hidráulica. Hasta entonces, no es posible asegurar la plena compatibilidad de la ubicación del proyecto con la normativa hídrica vigente.
8	En relación con el sistema de transporte de hidrocarburos por ductos.	D.S. N° 081-2007-EM (modificado por D.S. N° 007-2012-EM) Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos	NO	No existen infraestructuras de transporte de hidrocarburos por ductos en el área de intervención ni en zonas adyacentes.
9	En relación con los pozos para la exploración y explotación de hidrocarburos.	D.S. N° 032-2004-EM Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos	NO	En el área de intervención y alrededores no existen pozos de exploración ni explotación de hidrocarburos conforme al marco normativo vigente.
10	En relación con los aeródromos.	D.S. N° 050-2001-MTC Reglamento de la Ley de Aeronáutica Civil y sus modificatorias	NO	No se identifican aeródromos cercanos que generen interferencia con el funcionamiento del servicio educativo proyectado.
11	En relación con la servidumbre de líneas aéreas de instalaciones eléctricas.	R.M. N° 214-2011-MEM/DM Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)	NO	El terreno no se encuentra afectado por servidumbre de líneas aéreas de media o alta tensión, según inspección de campo
12	En relación con la servidumbre de electroductos.	Decreto Ley N° 25884 y sus modificatorias Ley de Concesiones Eléctricas	NO	El área de intervención no se encuentra dentro de la zona de influencia ni servidumbre de electroductos de transmisión
13	En relación con las restricciones radioeléctricas en	R.M. N° 120-2005-MTC/03 Norma Técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público	NO	No se ha identificado la presencia de estaciones radioeléctricas de alta potencia o uso restringido en las inmediaciones del

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

	áreas de uso público cuando una IE se encuentre próximo a una estación radioeléctrica.			área de intervención. No se prevé afectación por interferencias electromagnéticas que comprometan el funcionamiento de equipos o servicios educativos.
14	En relación con las plantas de tratamiento de aguas residuales.	D.S. N° 011-2006-VIVIENDA Norma OS.090 del RNE Plantas de tratamiento de aguas residuales	NO	No existe una planta de tratamiento de aguas residuales próxima a los terrenos P08044481 ni P08044482. La ausencia de esta infraestructura descarta restricciones por olores, vectores o riesgos sanitarios.
15	En relación con la faja de terreno lateral y colindante al derecho de vía.	D.S. N° 034-2008-MTC Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial	NO	Ambos terrenos se ubican junto a una vía urbana local, no están adyacentes a vías nacionales o redes viales de alta velocidad, por lo que no aplican restricciones por derecho de vía nacional conforme al Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.
16	En relación con las zonas restringidas colindante a las vías ferroviarias.	D.S. N° 032-2005-MTC Reglamento Nacional de Ferrocarriles	NO	En el distrito de Ichuña no existe infraestructura ferroviaria activa ni proyectada cercana al área de intervención, por lo que no se configura una zona restringida ferroviaria.
17	En relación con los casinos y máquinas tragamonedas.	Ley N° 27153 Ley que regula la explotación de los juegos de casino y máquinas tragamonedas y sus modificatorias	NO	No se ha identificado la existencia de casinos ni locales con máquinas tragamonedas en las inmediaciones de los terrenos evaluados. El distrito no cuenta con actividad formal en este rubro.
18	En relación con los centros penitenciarios	D. Leg N° 1229 Decreto Legislativo que declara de interés público y prioridad nacional el fortalecimiento de la infraestructura y los servicios penitenciarios D.S. N° 007-2016-JUS Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1229, que declara de interés público y prioridad nacional el fortalecimiento de la infraestructura y los servicios penitenciarios	NO	No se identifican centros penitenciarios dentro del área de intervención ni en las proximidades del distrito de Ichuña. Por tanto, no se configura incompatibilidad normativa de ubicación conforme al D. Leg. N° 1229 y su reglamento.
19	En relación con los hostales, peñas, discotecas, video-pubs, bingos y salas de billar.	Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades El artículo 79°, numeral 3.6.4 señala que, en materia de organización del espacio físico y uso del suelo, establece que son funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales, normar, regular y otorgar autorizaciones, derechos y licencias y realizar la fiscalización de la apertura de establecimientos comerciales, industriales y de actividades.	NO	En el entorno del área de intervención no se identifican establecimientos de alto impacto nocturno como discotecas, peñas o video-pubs. Solo existen pequeños hostales y tiendas de abarrotes con venta minoritaria de bebidas, sin concentración significativa de personas ni actividades incompatibles con el uso educativo. No se configura una incompatibilidad de acuerdo con la Ley Orgánica de Municipalidades.

Fuente: CENEPRED - EVAR PUBLICADO

Del análisis realizado se concluye que, de las 19 condiciones evaluadas, ninguna configura una incompatibilidad normativa directa, en lo referente a la proximidad del terreno P08044481 a un establecimiento de salud proyectado, según la R.M. N.º 637-2024/MINSA. Este caso amerita complementar medidas como señalización en las vías colindantes entre el proyecto educativo y el centro de salud proyectado.

En general, la mayoría de restricciones normativas no se configuran en el área de intervención, lo cual respalda técnicamente la viabilidad de los terrenos analizados, con las salvedades ya señaladas que deberán ser abordadas con las medidas complementarias o de gestión correspondientes.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEVIS PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



III. CAPITULO 03: DETERMINACION DEL PELIGRO

3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO

La determinación del nivel de peligro por inundación fluvial se desarrolló siguiendo un enfoque metodológico propuesto en los "Lineamientos para la Elaboración de Evaluaciones de Riesgo por Peligros Naturales", emitidos por el CENEPRED. Esta metodología se basa en la caracterización del fenómeno, la identificación de factores condicionantes y desencadenantes, así como la aplicación de parámetros específicos para evaluar el nivel de peligro.

a. Parámetros del peligro

El proceso se inicia con la caracterización del peligro de inundación fluvial, que implica la elaboración de la situación de la zona de estudio, en función de las condiciones físicas del entorno natural e intervenido. Esta etapa incluyó la recopilación de información primaria mediante observación de campo, verificación técnica del terreno y toma de registros fotográficos, así como la recopilación de información secundaria proveniente de fuentes oficiales, como imágenes satelitales, cartografía temática y documentos técnicos disponibles.

b. Análisis de la susceptibilidad

La susceptibilidad del área de intervención fue determinada a partir del análisis de factores condicionantes y factores desencadenantes, definidos a partir de variables geoespaciales que inciden en la ocurrencia del fenómeno:

- Factores condicionantes:
 - Pendientes de terreno, determinada mediante el análisis de modelos digitales de elevación realizadas en el estudio topográfico (archivos DEM), y clasificarlos en 5 niveles.
 - Unidades geomorfológicas, identificadas a partir de la interpretación de formas del terreno visibles en imágenes satelitales y verificación de campo.
 - Unidades geológicas, interpretadas con base en la cartografía geológica oficial del INGEMMET, complementada con revisión visual de la litología superficial.
- Factor desencadenante:
 - Umbrales de precipitación, se utilizaron datos en base al repositorio institucional del **SENAMHI** publicado el año 2014, con el título "**Umbrales Y Precipitaciones Absolutas**", y se utiliza la técnicamente la estación de puquina por el porcentaje de influencia q tiene esta estación al centroide de la cuenca tambo y como lo menciona en el estudio hidrológico.



Cuadro N° 3.1-1 Umbrales De Precipitación

Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación: Puquina
Extremadamente lluvioso	RR > 30,5 mm
Muy lluvioso	18,2 mm < RR ≤ 30,5 mm
Lluvioso	14,0 mm < RR ≤ 18,2 mm
Moderadamente lluvioso	7,0 mm < RR ≤ 14,0 mm
No lluvioso y/o ligeramente lluvioso	RR ≤ 7,0 mm

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Fuente: Repositorio Institucional del SENAMHI

c. Parámetro de evaluación del fenómeno para el proyecto y elementos expuestos

Para definir el parámetro que mejor represente el fenómeno de inundación fluvial en el contexto de este estudio, se estableció la **altura de agua en zona inundable**. Este parámetro integra aspectos clave como, la altura del agua durante precipitaciones extremas en zonas inundable y cercanas al cauce fluvial, y sus impactos o daños que pudieran generar a los elementos expuestos. El comportamiento hidráulico del río ante eventos de crecida ocasionados por las precipitaciones máximas, modifican la probabilidad de inundación hacia los predios evaluados o elementos expuestos.

d. Determinación del nivel de peligro y elaboración del mapa

Con base en el parámetro definido, se procedió a la clasificación del nivel de peligro mediante descriptores cualitativos y rangos cuantitativos establecidos en la metodología CENEPRED. Posteriormente, se elaboró el mapa de peligro por inundación fluvial, que representa gráficamente los niveles de amenaza presentes en el área de intervención.

Figura N° 3.1-1 Flujograma Para El Mapa De Peligros

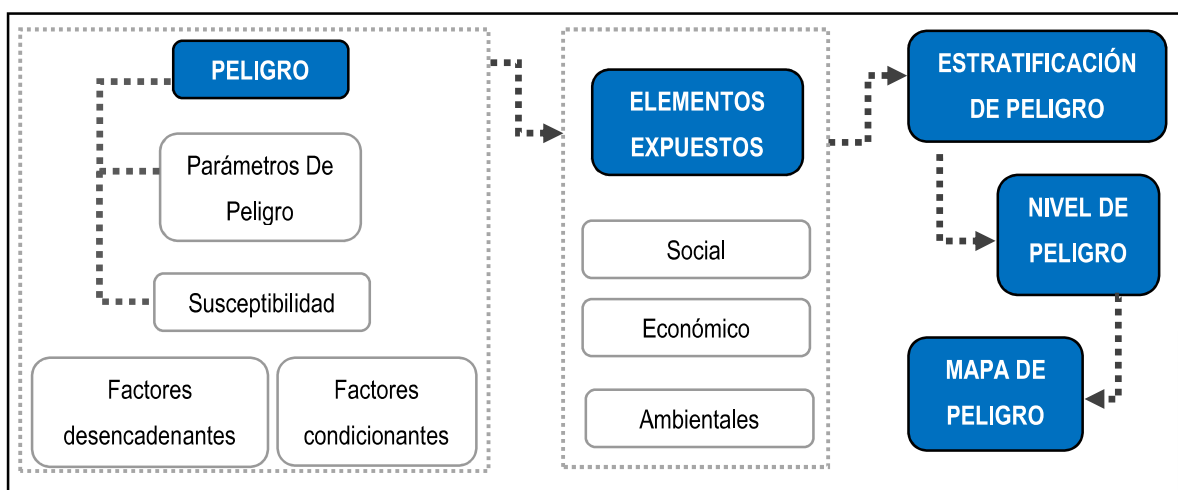


Imagen n°26 - Metodología para la determinación de peligro

Fuente: Elaboración Propia

3.2. IDENTIFICACION DEL AREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del peligro corresponde al espacio geográfico que podría verse afectado por la ocurrencia del fenómeno natural analizado en este caso, la inundación fluvial, considerando las condiciones físicas, geomorfológicas e hidrológicas que permiten estimar su posible extensión. Esta delimitación constituye una etapa clave en la evaluación del peligro, ya que sobre ella se establecerán los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo, la identificación del área de influencia se ha realizado con base en los siguientes criterios técnicos.

- Áreas de posible confluencia frente a futuras precipitaciones fuertes y continuas.
- Proximidad y configuración del cauce del río Ichuña.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

- Presencia de infraestructura de defensa ribereña.
- Morfología del terreno (pendientes, altura relativa de las zonas inundables).
- Información secundaria recopilada en gabinete (cartografía base, imágenes satelitales).
- Validación en campo de los límites de afectación potencial observados.

Dicha área ha sido delimitada mediante herramientas de análisis geoespacial, definiendo un polígono que incluye solo los predios donde se desarrollarán los proyectos educativos, en función del comportamiento histórico del río y de su configuración topográfica actual.

Es importante precisar que el área de influencia del peligro en estudio es la misma que el área del estudio topográfico, la cual ha sido presentada en la "Figura N° 2.2 1 Longitud de estudio topográfico", requerido por los lineamientos de formulación de proyectos de inversión. El área de estudio identifica exclusivamente los terrenos donde se ejecutarán los proyectos ("Mejoramiento del servicio de educación superior tecnológica del IESTP Alianza Renovada Ichuña Bélgica" y "Mejoramiento del servicio de educación superior pedagógica del IESPP Alianza Ichuña Bélgica"), de partidas registrales P08044482 y P08044481 respectivamente.

En ese sentido, el análisis posterior del peligro fluvial se centrará en el área de influencia así delimitada, siendo esta la base para los mapas temáticos de niveles de peligro y evaluación del riesgo.

3.3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA

3.3.1. Recopilación de información

Según el 2.7 identificación de peligros naturales en el área de intervención y vías de acceso, en el punto "A. Información recopilada en la plataforma del INDECI (Instituto De Defensa Civil)", se concluye lo siguiente:

Del análisis de los datos registrados se desprenden las siguientes conclusiones:

- El fenómeno más recurrente corresponde a las lluvias intensas, con un porcentaje de 19.05% del total registrado, Esto evidencia una alta frecuencia de este fenómeno hidrometeorológico en la zona, lo cual tiene repercusiones importantes tanto en la salud de la población como en la agricultura local.
- En segundo lugar, se ubican las heladas, nevada y granizadas, con un porcentaje de 14.29%, lo que confirma una alta exposición del área a eventos climáticos.
- En tercer lugar, se ubican las Deflagración, Descenso De Temperatura y Deslizamiento, Huaico, Inundación, Precipitaciones Pluviales con un porcentaje de 4.76%, lo que confirma una exposición del área a eventos climáticos e hidrometeorológicos.
- En y como último lugar se ubica las bajas temperaturas y precipitaciones solidas con un porcentaje de incidencia frente al total de eventos registrados en la zona desde el 2017 al 2025, de 9.52%, lo que revela que existe exposición a bajas temperaturas y precipitaciones solidas

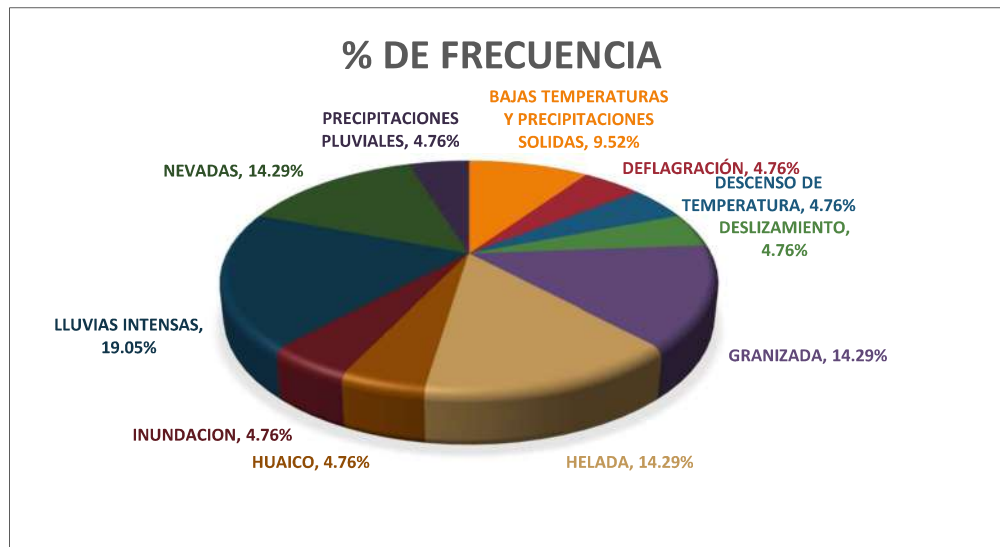


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-1 Porcentaje De Frecuencia De Eventos



Fuente: Elaboración propia con consulta a la plataforma de INCECI sobre reportes

Según el 2.7 identificación de peligros naturales en el área de intervención y vías de acceso, en el punto "B. Información recopilada de la Cartografía de peligros del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID): (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres)" desarrollada por CENEPRED, se detalla lo siguiente dentro del área de estudio topográfico:

Peligro por inundación

Según la cartografía oficial del SIGRID, el área de intervención del proyecto se encuentra ubicada en una zona clasificada con susceptibilidad alta a inundaciones. Esta clasificación se representa con color rojo en el mapa y abarca gran parte del sector urbano del distrito de Ichuña colindante al cauce del río del mismo nombre.

El tramo correspondiente al área de intervención donde se proyectan las nuevas infraestructuras educativas se encuentra inmerso en esta zona de peligro alto, lo cual indica una alta probabilidad de ocurrencia de eventos de inundación en caso de crecidas fluviales intensas. Esta condición es consistente con las precipitaciones extremas y proximidad del predio al cauce del río Ichuña, cuya dinámica fluvial está parcialmente contenida por una defensa ribereña existente, pero que podría no ser suficiente ante eventos extremos.

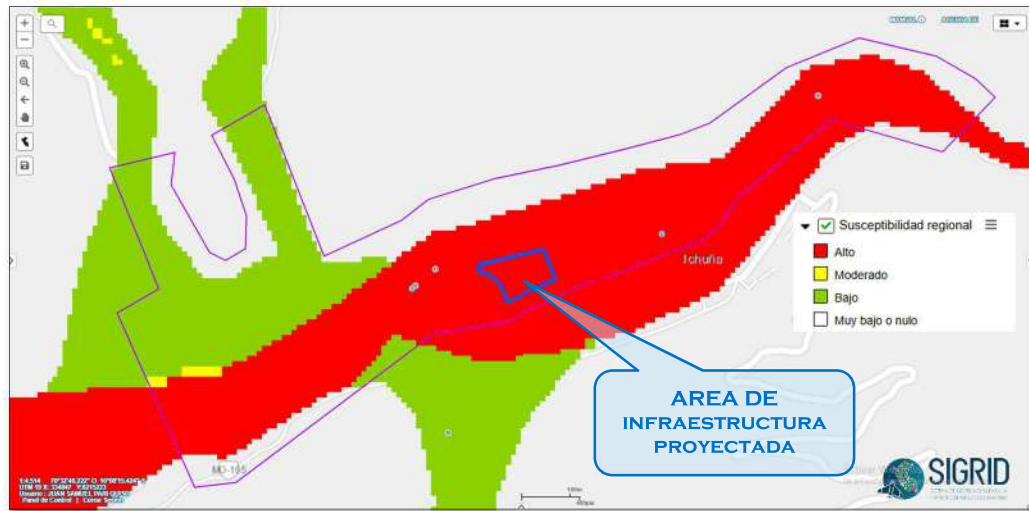
Asimismo, se observa que los accesos al terreno, ubicados también en la franja próxima al río, comparten la misma clasificación de susceptibilidad alta, lo cual implica una afectación potencial tanto para la infraestructura educativa proyectada como para las vías de ingreso y evacuación. Esta información subraya la necesidad de complementar el análisis con estudios hidráulicos específicos y una verificación del comportamiento del río en escenarios de caudal de diseño, a fin de definir con mayor precisión el nivel de amenaza real y las medidas de mitigación necesarias

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-2 Mapa de peligro por inundación – Susceptibilidad Regional



Fuente: PROPIA CON INFORMACIÓN DEL CENEPRED - CARTOGRAFÍA SIGRID

Peligro por movimiento en masa

De acuerdo con la cartografía temática del SIGRID sobre susceptibilidad regional a movimientos en masa, se observa que el área de intervención se encuentra predominantemente dentro de una zona clasificada como de susceptibilidad baja (representada en color verde claro).

Esta categoría indica que, en condiciones normales, la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos, caídas de rocas u otros movimientos de ladera es reducida.

No obstante, se debe tener en cuenta que en los alrededores inmediatos hacia el margen norte del área de intervención existen zonas con susceptibilidad media (color amarillo verdoso) e incluso sectores de susceptibilidad alta (color anaranjado), correspondientes a laderas más escarpadas y sectores de pendientes pronunciadas. Estas áreas, si bien no se superponen directamente con el terreno del proyecto, podrían representar una fuente indirecta de peligro en caso de eventos extremos (como lluvias intensas o sismos).

Asimismo, las vías de acceso al área de intervención también se localizan, en su mayor parte, en zonas de susceptibilidad baja, lo cual es favorable desde la perspectiva del acceso seguro. Sin embargo, se recomienda que en etapas posteriores del proyecto se realicen inspecciones geotécnicas puntuales, especialmente en los tramos colindantes a zonas con pendientes más pronunciadas, para descartar procesos de inestabilidad localizados.

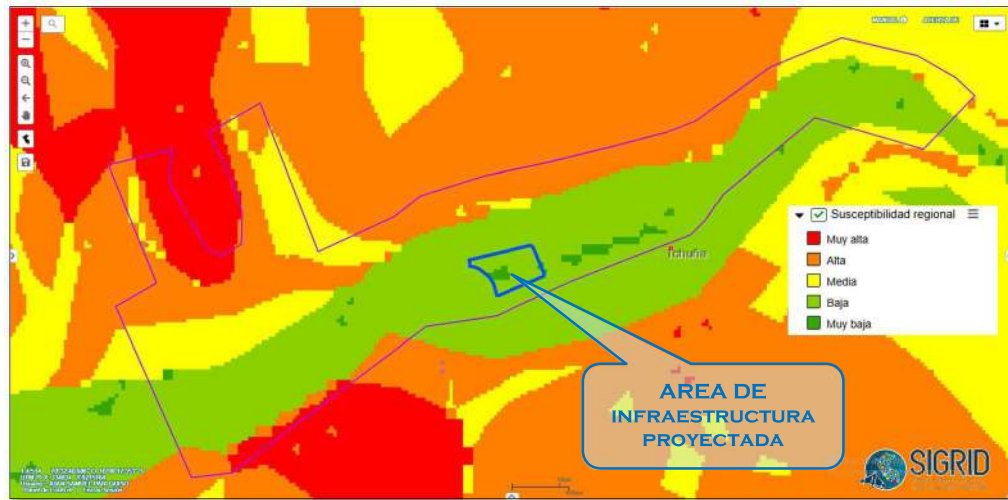


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-3 Mapa de peligro por movimiento en masa - Susceptibilidad Regional



Fuente: PROPIA CON INFORMACIÓN DEL CENEPRED - CARTOGRAFÍA SIGRID

Peligro por sismo:

Según la cartografía de intensidades sísmicas máximas históricas del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), correspondiente al periodo 1900–1960, el área de intervención no se encuentra dentro de ninguna zona con codificación de intensidad sísmica (no presenta coloración en la leyenda).

Esto sugiere que no se han registrado sismos significativos en el área inmediata de intervención durante el periodo analizado, o bien que la zona presenta una baja recurrencia de eventos sísmicos destructivos registrados en dicha base histórica.

No obstante, se debe tener en cuenta que el sur del Perú —incluyendo la región Moquegua— está influenciado por el proceso tectónico de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, lo que representa un contexto geodinámico activo a escala regional.

Por tanto, aunque el área específica no muestre evidencias recientes de sismos fuertes, no se puede descartar completamente la ocurrencia de eventos sísmicos que pudieran afectar indirectamente la infraestructura proyectada, puesto que en la consulta del periodo del 1400 a 1960 se presenta en la escala de VIII, por tanto se recomienda que el diseño estructural de las edificaciones considere las disposiciones establecidas por la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente", vigente en el Reglamento Nacional de Edificaciones.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-4 Mapa de peligro por sismo – Intensidades Sísmicas Máximas (periodo 1400-1960)



Fuente: PROPIA CON INFORMACIÓN DEL CENEPRED - CARTOGRAFÍA SIGRID

Peligro por vulcanismo:

De acuerdo con la cartografía de susceptibilidad regional por caída de ceniza y pómez del SIGRID, el área de intervención del proyecto se encuentra dentro de una zona clasificada con peligro medio. Esta categoría hace referencia a la posible afectación por emisiones volcánicas explosivas principalmente de tipo pliniano o subpliniano— generadas por volcanes activos ubicados en la región sur del Perú, como el Ticsani, Ubinas o Sabancaya.

El nivel medio de peligro implica que, bajo determinadas condiciones eruptivas y patrones de viento, podría presentarse caída de ceniza en el área de intervención, afectando la salud de las personas, la operatividad de servicios básicos (como agua potable, energía eléctrica o telecomunicaciones), la infraestructura física del proyecto y la accesibilidad a la zona.

Aunque la ocurrencia de estos eventos no es frecuente, su impacto potencial puede ser significativo, por lo que resulta fundamental considerar medidas preventivas, tales como protocolos de limpieza de ceniza, sistemas de ventilación filtrada en edificaciones, y planes de contingencia que contemplen la evacuación o paralización temporal de actividades en caso de ocurrencia.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-5 Mapa de peligro por vulcanismo – Caída De Ceniza Y Pómez



Fuente: PROPIA CON INFORMACIÓN DEL CENEPRED - CARTOGRAFÍA SIGRID

Peligro por heladas

De acuerdo con la cartografía de susceptibilidad a heladas del SIGRID, el área de intervención del proyecto se encuentra dentro de una zona con nivel de susceptibilidad "alto", identificada mediante una tonalidad anaranjada en el mapa. Este nivel implica la existencia de condiciones climáticas propensas a la ocurrencia de temperaturas mínimas extremas, especialmente durante los meses más fríos del año, lo cual puede tener efectos adversos sobre la salud de la población, particularmente en niños y adultos mayores.

Esta condición también puede impactar negativamente el desarrollo de las actividades escolares, debido a la incomodidad térmica en las aulas y la potencial afectación a la asistencia escolar. A nivel de infraestructura, las heladas pueden generar contracciones térmicas en materiales no adaptados, condensación interna, o incluso deterioro de sistemas eléctricos y sanitarios si no se consideran medidas preventivas en el diseño y construcción. Este resultado cartográfico coincide con la evidencia histórica de emergencias registradas en la zona. De acuerdo con los registros analizados en la plataforma SIGRID, las heladas no solo constituyen el fenómeno más frecuente dentro del radio de 1 km del área de intervención, sino también uno de los que más personas ha afectado en los últimos años. Esto demuestra una exposición constante de la población a este fenómeno y la necesidad de reforzar medidas de prevención y mitigación.

Por lo tanto, se recomienda que el diseño arquitectónico contemple soluciones de protección térmica pasiva y activa, tales como el uso de materiales aislantes en muros y techos, la orientación estratégica de los ambientes para maximizar la radiación solar, y sistemas de calefacción eficientes y sostenibles. Asimismo, sería pertinente considerar protocolos de alerta temprana y educación comunitaria sobre los efectos y cuidados frente a eventos de heladas severas.

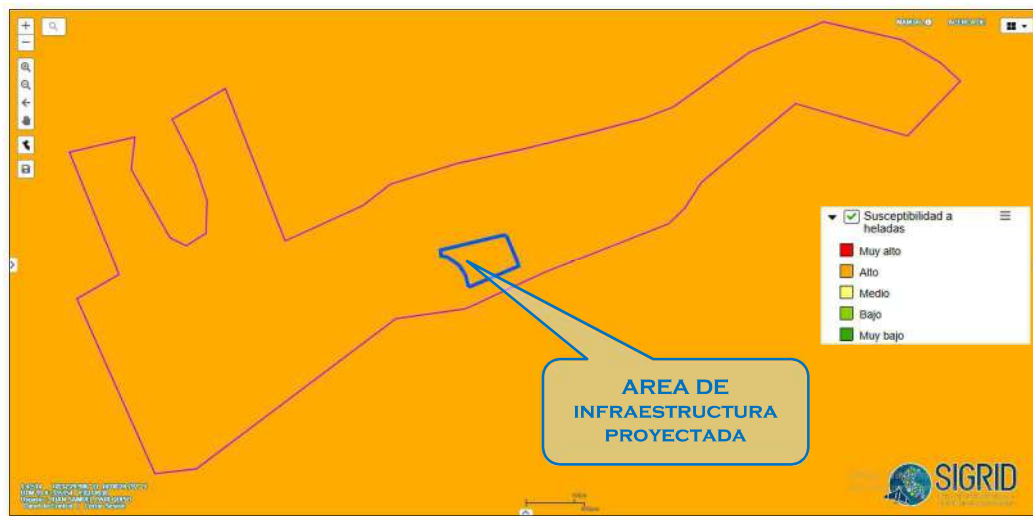


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-6 Mapa de peligro por heladas - Susceptibilidad a heladas



Fuente: PROPIA CON INFORMACIÓN DEL CENEPRED - CARTOGRAFÍA SIGRID

Peligro por lluvias intensas

Según la cartografía de susceptibilidad a inundaciones por lluvias asociadas a eventos El Niño, proporcionada por el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), el área de intervención del proyecto se ubica dentro de una zona clasificada con nivel de susceptibilidad "bajo", representada en color verde claro en el mapa. Esta clasificación indica que, en escenarios de lluvias extremas provocadas por eventos El Niño, el sector evaluado no presenta condiciones geomorfológicas o de escorrentía que lo expongan significativamente a anegamientos o acumulación crítica de agua superficial.

Esta condición se explica por la ubicación del área de intervención sobre una terraza aluvial relativamente elevada, alejada de los canales de drenaje natural donde usualmente se concentran los excedentes hídricos. Asimismo, se observa que la infraestructura urbana adyacente ya ha sido desarrollada sobre zonas con cierta consolidación, lo que reduce la posibilidad de afectación directa por este tipo de precipitaciones intensas.

Sin embargo, si bien la susceptibilidad a este tipo de evento es baja, es importante recordar que lluvias intensas pueden causar impactos indirectos, como el aumento del caudal del río Ichuña, desbordes puntuales o saturación de sistemas de drenaje local. Por tanto, se recomienda implementar o mantener un adecuado sistema de evacuación pluvial en la infraestructura proyectada, con capacidad suficiente para manejar eventos extraordinarios sin afectar las funciones de uso del proyecto.

Finalmente, esta evaluación debe complementarse con el análisis de eventos históricos registrados en la zona. En dicho análisis se identificaron varios eventos de lluvias intensas en las últimas dos décadas que generaron daños materiales y afectaron viviendas en distintos sectores del distrito, lo cual refuerza la necesidad de considerar criterios de resiliencia hídrica, incluso en zonas categorizadas como de baja susceptibilidad.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.3-7 Mapa de peligro por lluvias intensas – Susceptibilidad A Inundaciones Por Lluvias Asociadas A Eventos El Niño



Fuente: PROPIA CON INFORMACIÓN DEL CENEPRED - CARTOGRAFÍA SIGRID

Peligro por movimientos en masa por lluvias fuertes

La cartografía nacional de susceptibilidad a movimientos en masa por lluvias fuertes, elaborada y difundida en el marco del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), muestra que el área de intervención del proyecto se encuentra clasificada dentro de una zona de susceptibilidad media, indicada en color amarillo en el mapa. Esta categoría sugiere que existen condiciones geomorfológicas y climáticas que podrían facilitar la ocurrencia de deslizamientos, reptaciones u otros procesos de inestabilidad de laderas, especialmente durante eventos de precipitación intensa o prolongada.

La ubicación del área sobre una terraza fluvial contigua a zonas de talud y a formaciones coluviales, combinada con la pendiente local moderada, puede contribuir a una respuesta superficial inestable del terreno si se presentan lluvias por encima de los promedios estacionales. Además, la expansión urbana en la periferia inmediata y la escasa cobertura vegetal en algunos sectores, podrían actuar como factores que incrementen esta susceptibilidad. Si bien el nivel de susceptibilidad no alcanza los rangos altos o muy altos, el hecho de que parte del terreno evaluado y sus accesos inmediatos estén rodeados de zonas en condición similar o superior obliga a tomar medidas preventivas. Estas pueden incluir la estabilización de taludes, manejo de aguas pluviales superficiales, revegetación de laderas y, eventualmente, la ejecución de obras de retención en puntos críticos si un estudio técnico detallado así lo recomienda.

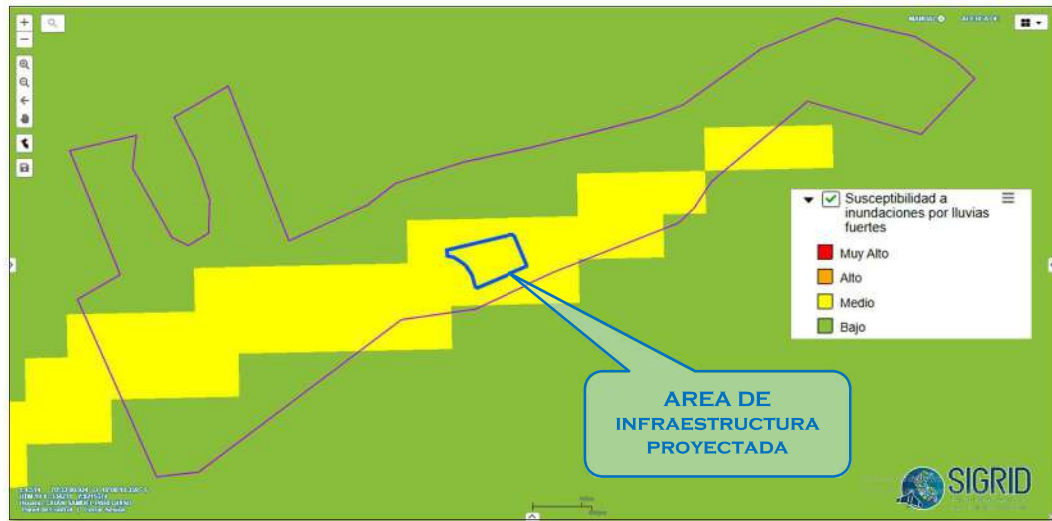
Finalmente, cabe señalar que esta amenaza se presenta con carácter potencial, y su materialización dependerá de factores detonantes como la intensidad y duración de las lluvias. Por tanto, es necesario complementar esta cartografía con observaciones de campo y con la revisión de antecedentes históricos, lo cual permitirá establecer de manera más precisa el nivel de exposición de la infraestructura proyectada frente a este tipo de fenómeno.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

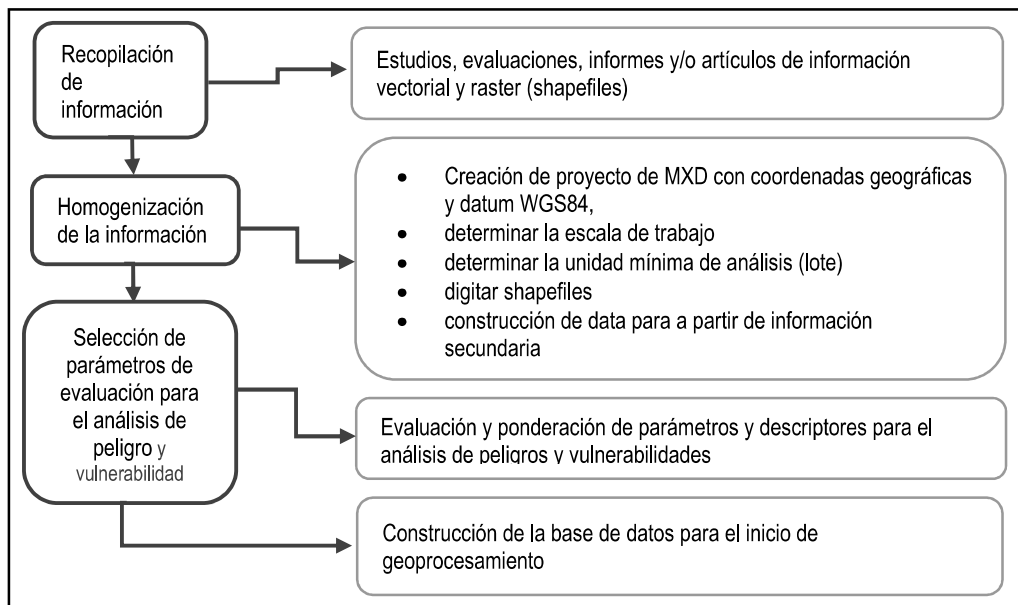
Figura N° 3.3-8 Mapa de peligro por movimientos en masa por lluvias fuertes - Fuente cartografía SIGRID



Fuente: PROPIA CON INFORMACIÓN DEL CENEPRED - CARTOGRAFÍA SIGRID

Sea recopilado información disponible de fuentes confiables técnicos - científicos competentes como CENEPRED, INEI, SENAMI, CISMID, INGEMMET y IGP, del área de influencia directa en estudio por inundación pluvial.

Figura N° 3.3-9 Recopilación Y Análisis De Información Recopilada



Fuente: Elaboración Propia



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.3.2. Análisis de información recopilada

Se analiza la información dividiéndose en información primaria e información secundaria para luego ser analizada integralmente.

A. Información primaria

Durante la visita técnica de campo se validaron y complementaron los datos obtenidos en gabinete, incluyendo:

- Verificación in situ de la infraestructura de defensa ribereña existente (tipo enrocado).
- Reconocimiento del relieve, tipo de cobertura vegetal, características de los suelos y morfología de los predios.
- Registro fotográfico georreferenciado de puntos clave.
- Medición aproximada de alturas relativas, presencia de obras de drenaje y condicionantes del entorno.

Figura N° 3.3-10 Evidencia De Verificación In Situ Y Mediciones Aproximadas De Alturas Relativas



Fuente: Elaboración Propia

B. Información secundaria

Se revisaron diversas fuentes oficiales y técnicas, las cuales aportaron datos relevantes para la caracterización del peligro:

- Cartografía base: imágenes satelitales actualizadas de alta resolución (Google Earth, Maxar), cartas topográficas a escala 1:25 000 del IGM y ortofotos obtenidas del estudio topográfico.
- Estudios anteriores: informe de Evaluación de Riesgo por Inundación Fluvial disponible en el repositorio del CENEPRED, correspondiente a zonas cercanas pero que no incluyen directamente el área de intervención.
- Cartografía temática: mapas de unidades geomorfológicas y geológicas, derivados del GEOCATMIN y otros estudios geológicos regionales.
- Normativa vigente: revisión del D.S. N° 001-2010-AG (Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos), así como la R.M. N° 637-2024/MINSA y demás dispositivos relacionados con la compatibilidad de uso del suelo.



C. Análisis integrado

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

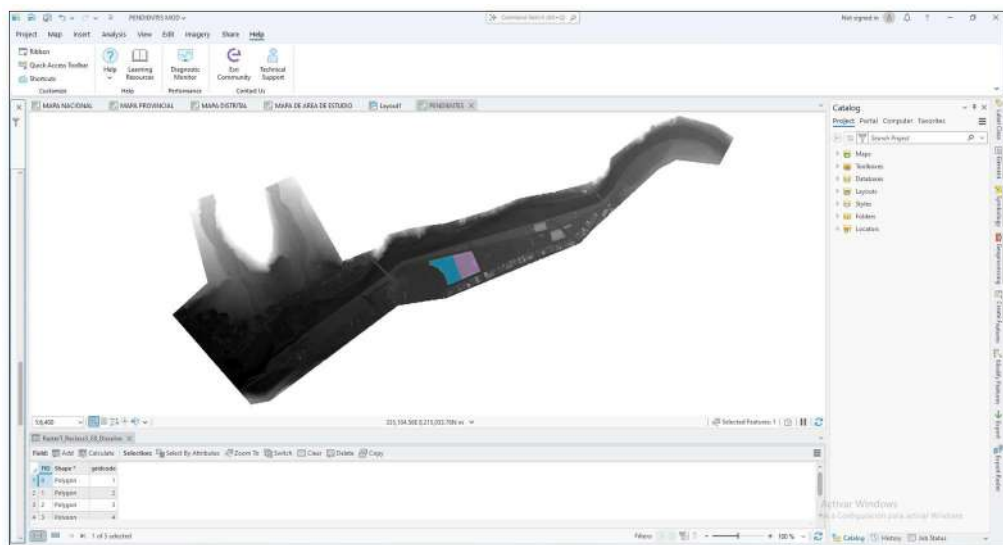

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Una vez realizado el análisis integral para identificación de peligro visto en el punto **2.7.1 La identificación de peligros naturales en el área del proyecto** como, el **Peligro Por Inundación Fluvial**.

La información recopilada del estudio topográfico, estudio hidrológico, mapa geológicos y geomorfológicos de SIGRID y de las Precipitaciones Dentro De La Cuenca Tambo explicados en el punto **2.6.5.2 precipitaciones**, serán procesadas mediante herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) mediante el programa ArcGIS Pro 3.6, permitiendo la elaboración de capas temáticas que posteriormente fueron empleadas en los análisis de susceptibilidad, niveles de peligro y mapas respectivos. Entre los principales insumos analizados destacan:

- Análisis de la precipitación máxima diaria acumulada (mm/24h), usando datos de estaciones climáticas disponibles y evaluando su frecuencia e intensidad.
- Generación del mapa de altura de agua en zona inundable, de acuerdo con criterios técnicos sustentados en la normativa hídrica y dados por el estudio hidrológico.
- Modelo Digital de Elevación (MDE) Re proyectado a UTM WGS 84 Zona 19S, usado para calcular el mapa de pendientes.
- Generación de mapas geológicos y geomorfológicos próximos a la zona de estudio topográfico y con datos obtenidos de SIGRID.

Figura N° 3.3-11 evidencia del uso del programa Arcgis Pro 3.6 para análisis del archivo DME



Fuente: Elaboración Propia usando Arcgis Pro3.6

Este proceso sistemático de recopilación y análisis permitió establecer una base técnica sólida sobre la cual se definieron los factores condicionantes y desencadenantes del peligro, y se delimitó adecuadamente el área de influencia para continuar con la evaluación de la susceptibilidad y niveles de peligro en los siguientes apartados.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBABLE ÁREA DE INFLUENCIA

La identificación de la probable área de influencia ante la ocurrencia de una inundación fluvial se sustenta en la delimitación del espacio geográfico que podría ser afectado directa o indirectamente por el fenómeno, considerando tanto aspectos físicos del entorno como antecedentes técnicos disponibles.

En esta evaluación, el área de influencia se ha determinado tomando como base la ubicación y extensión de los predios inscritos para la ejecución de los proyectos educativos (P08044481 y P08044482), así como las condiciones geomorfológicas y topográficas del entorno inmediato. Además, se ha considerado la existencia del río Ichuña como principal fuente generadora del peligro y la presencia de una defensa ribereña que delimita parcialmente la zona de mayor exposición. Se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Delimitación espacial: el área de influencia comprende no solo los predios de intervención directa, sino también las zonas adyacentes potencialmente afectables por desbordes fluviales o interferencias hidráulicas, extendiéndose aproximadamente entre 100 y 150 metros desde el eje del cauce, en función de la pendiente y configuración del relieve.
- Condición del entorno urbano: se incluye parte del casco urbano colindante, dada su proximidad a la margen izquierda del río y la posible extensión lateral del flujo en eventos extremos, así como la infraestructura de uso público cercana (vial, deportiva y sanitaria).
- Limitaciones naturales: se han reconocido límites naturales como terrazas fluviales y laderas, que podrían actuar como bordes de contención o zonas de transición en caso de una crecida significativa.
- Infraestructura existente: se consideró la influencia de la defensa ribereña ejecutada, que aunque reduce el nivel de exposición directa, no garantiza por sí sola la eliminación total del riesgo, especialmente en ausencia de modelamientos hidráulicos actualizados.

Para efectos de esta evaluación, la delimitación del área de influencia se ha representado gráficamente en el mapa correspondiente, integrando tanto la zona de estudio como su entorno inmediato, lo que permite contextualizar la ubicación de los terrenos en relación con la amenaza potencial del río y con los demás elementos físicos y funcionales del entorno.

Esta delimitación preliminar será base para el análisis de niveles de peligro y posterior evaluación de vulnerabilidad y riesgo, debiendo ser complementada, en etapas posteriores del ciclo de inversión, con estudios técnicos detallados que validen con mayor precisión el comportamiento hidráulico del río y su interacción con el entorno construido.



3.5. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

La acumulación de escorrentía superficial incluso en presencia de defensa ribereña representa un riesgo real de anegamiento, y es evidente en la simulación a 140 años reflejada en el estudio hidrológico es por eso que para la evaluación del peligro por inundación fluvial en el área de

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

intervención, se ha definido como parámetro principal la "ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE", es cual tiene como fuente de información el estudio hidrológico realizado, el cual permite identificar el grado de exposición directa del terreno frente al evento hidrometeorológico, los valores asignados permiten incorporar este criterio dentro del cálculo del nivel de peligro, de manera objetiva y estandarizada, para esto se dio un **peso 0.650** para como parámetro de evaluación.

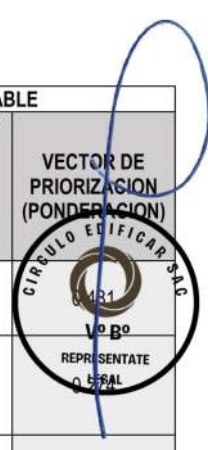
• **PARÁMETRO: ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE**

Cuadro N° 3.5-1 Matriz comparación de pares-Altura De Agua En Zona Inundable

MATRIZ DE COMPARACION DE PARÁMETROS DE ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE					
ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE	Muy alto: > 1.5 m – daños catastróficos y socavación severa.	Alto: 1.0 – 1.5 m – daños severos, posible pérdida de funcionalidad.	Medio: 0.5 – 1.0 m – daños moderados, erosión de bordes.	Bajo: 0.2 – 0.5 m – afectación menor, encharcamientos importantes	Muy bajo: 0 – 0.2 m (sin anegamiento – impacto leve o nulo) y zonas sin intervención
Muy alto: > 1.5 m – daños catastróficos y socavación severa.	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
Alto: 1.0 – 1.5 m – daños severos, posible pérdida de funcionalidad.	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Medio: 0.5 – 1.0 m – daños moderados, erosión de bordes.	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Bajo: 0.2 – 0.5 m – afectación menor, encharcamientos importantes	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Muy bajo: 0 – 0.2 m (sin anegamiento – impacto leve o nulo) y zonas sin intervención	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.97	3.84	8.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.5-2 Matriz normalización- Altura De Agua En Zona Inundable

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE						
ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE	Muy alto: > 1.5 m – daños catastróficos y socavación severa.	Alto: 1.0 – 1.5 m – daños severos, posible pérdida de funcionalidad.	Medio: 0.5 – 1.0 m – daños moderados, erosión de bordes.	Bajo: 0.2 – 0.5 m – afectación menor, encharcamientos importantes	Muy bajo: 0 – 0.2 m (sin anegamiento – impacto leve o nulo) y zonas sin intervención	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
Muy alto: > 1.5 m – daños catastróficos y socavación severa.	0.508	0.520	0.575	0.452	0.348	
Alto: 1.0 – 1.5 m – daños severos, posible pérdida de funcionalidad.	0.254	0.260	0.230	0.323	0.304	
Medio: 0.5 – 1.0 m – daños moderados, erosión de bordes.	0.102	0.130	0.115	0.129	0.217	
Bajo: 0.2 – 0.5 m – afectación menor, encharcamientos importantes	0.073	0.052	0.057	0.065	0.087	
Muy bajo: 0 – 0.2 m (sin anegamiento – impacto leve o nulo) y zonas sin intervención	0.064	0.037	0.023	0.032	0.043	
						0.139
						0.067
						0.040

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.5-3 Índice y Relación De Consistencia Del Parámetro Altura De Agua En Zona

Inundable

IC	0.027
IR	0.024

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

3.6. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO (FACTORES CONDICIONANTES, FACTOR DESENCADENANTE)

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico), por tanto, en comparación con el parámetro de evaluación se dará un **peso de 0.350** como parámetro de susceptibilidad de terreno.

Por tanto, para el proyecto denominado MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, se analizan los siguiente factores desencadenantes y condicionantes.

Cuadro N° 3.6-1 Susceptibilidad De Terreno

SUCEPTIBILIDAD DEL TERRENO	FACTOR DESENCADENANTE	PRECIPITACION MAXIMA DIARIA ACUMULADA EN 24HR
	FACTOR CONDICIONANTE	PENDIENTE DE TERRENO
		UNIDAD GEOMORFOLOGICA
		UNIDAD GEOLOGICA

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

3.6.1. Análisis De Factor Desencadenante

Como lo mencionado en el 3.1 metodología en la determinación de peligro en el punto b análisis de susceptibilidad, indica que los Umbrales de precipitación, se utilizaron datos en base al repositorio institucional del SENAMHI publicado el año 2014, con el título "Umbrales Y Precipitaciones Absolutas", y se utiliza la técnicamente la estación de puquina por el porcentaje de influencia q tiene esta estación al centroide de la cuenca tambo y como lo menciona en el estudio hidrológico, por tanto como factor desencadenante tendrá un **peso de 0.100** dado por que las características de lluvias extremas se dan en casos no muy frecuentes.

Criterio de selección

La precipitación diaria tiene un rol determinante en la ocurrencia de avenidas extraordinarias, ya que, cuando se superan ciertos umbrales críticos, se incrementa la escorrentía superficial y la

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

capacidad erosiva del río. Esto se ve agravado en sectores con depósitos aluviales recientes y suelos de alta permeabilidad, donde la rápida concentración de escorrentía potencia los procesos de socavación lateral y colmatación.

Definición de descriptores

Con base en las publicaciones realizadas en el repositorio del SENAMHI, sobre de la estación de PUQUINA la clasificación adoptada, se definieron cuatro rangos y un dada por debajo de los datos en caso de ligeramente lluvioso o no lluvioso.

Cuadro N° 3.6-2 Umbrales De Precipitación

Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación: Puquina
Extremadamente lluvioso	$RR > 30,5 \text{ mm}$
Muy lluvioso	$18,2 \text{ mm} < RR \leq 30,5 \text{ mm}$
Lluvioso	$14,0 \text{ mm} < RR \leq 18,2 \text{ mm}$
Moderadamente lluvioso	$7,0 \text{ mm} < RR \leq 14,0 \text{ mm}$
No lluvioso o ligeramente lluvioso	$RR \leq 7,0 \text{ mm}$

Fuente: Repositorio Institucional del SENAMHI

Estos intervalos permiten diferenciar la severidad del fenómeno, desde episodios de extremadamente lluviosos ($RR > 30,5 \text{ mm}$), asociados a condiciones climáticas anómalas como El Niño, hasta condiciones de día ligeramente lluvioso o no lluvioso ($RR \leq 7,0 \text{ mm}$), donde el impacto sobre el sistema es nulo o irrelevante.

Estas clasificaciones van desde impactos leves o nulos ($RR \leq 7,0 \text{ mm}$) hasta situaciones catastróficas ($RR > 30,5 \text{ mm}$), generando incremento de la altura de caudal del río y generando zonas inundables zonas. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración

• PARÁMETRO: UMBRAL DE PRECIPITACION

Cuadro N° 3.6-3 Matriz Comparación De Pares- Umbral De Precipitación

MATRIZ DE COMPARACION DE UMBRAL DE PRECIPITACIÓN					
UMBRAL DE PRECIPITACION	$RR > 30,5 \text{ mm}$ (extremadamente lluvioso)	$18,2 \text{ mm} < RR \leq 30,5 \text{ mm}$ (muy lluvioso)	$14,0 \text{ mm} < RR \leq 18,2 \text{ mm}$ (lluvioso)	$7,0 \text{ mm} < RR \leq 14,0 \text{ mm}$ (moderadamente lluvioso)	$RR \leq 7,0 \text{ mm}$ (ligeramente lluvioso)
$RR > 30,5 \text{ mm}$ (extremadamente lluvioso)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
$18,2 \text{ mm} < RR \leq 30,5 \text{ mm}$ (muy lluvioso)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
$14,0 \text{ mm} < RR \leq 18,2 \text{ mm}$ (lluvioso)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
$7,0 \text{ mm} < RR \leq 14,0 \text{ mm}$ (moderadamente lluvioso)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
$RR \leq 7,0 \text{ mm}$ (ligeramente lluvioso)	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



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.6-4 Matriz Normalización- Umbral De Precipitación

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO PRECIPITACION MAXIMA DIARIA ACUMULADA EN 24HR						
UMBRAL DE PRECIPITACION	RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso)	18,2 mm < RR ≤ 30,5 mm (muy lluvioso)	14,0 mm < RR ≤ 18,2 mm (lluvioso)	7,0 mm < RR ≤ 14,0 mm (moderadamente lluvioso)	RR ≤ 7,0 mm (ligeramente lluvioso)	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
18,2 mm < RR ≤ 30,5 mm (muy lluvioso)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
14,0 mm < RR ≤ 18,2 mm (lluvioso)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
7,0 mm < RR ≤ 14,0 mm (moderadamente lluvioso)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
RR ≤ 7,0 mm (ligeramente lluvioso)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.6-5 Índice y Relación De Consistencia -Precipitación Máxima Diaria Acumulada En 24hr

IC	0.061
IR	0.054

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

3.6.2. Análisis De Factor Condicionante

En la evaluación de la susceptibilidad frente a inundaciones fluviales se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ), a fin de ponderar tres factores condicionantes: pendiente de terreno, unidades geológicas y unidades geomorfológicas, pero como factor condicionante tendrá un peso de 0.900 por que permanece con las características del terreno por un periodo largo.

Cuadro N° 3.6-6 Matriz Comparación De Pares-Factor Condicionante

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES PARAMETRO FACTOR CONDICIONANTE			
FACTORES CONDICIONANTES	PENDIENTE DE TERRENO	GEOMORFOLOGIA	GEOLOGIA
PENDIENTE DE TERRENO	1.00	2.00	2.00
GEOMORFOLOGIA	0.50	1.00	2.00
GEOLOGIA	0.50	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.50	5.00
1/SUMA	0.50	0.29	0.20

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.6-7 Matriz Normalización-Factor Condicionante

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES PARAMETRO FACTOR CONDICIONANTE				
FACTORES CONDICIONANTES	PENDIENTE DE TERRENO	GEOMORFOLOGIA	GEOLOGIA	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
PENDIENTE DE TERRENO	0.500	0.571	0.400	0.490
GEOMORFOLOGIA	0.250	0.286	0.400	0.312
GEOLOGIA	0.250	0.143	0.200	0.198

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Pendiente de terreno (0.490): es el factor más relevante, al provenir de un levantamiento topográfico detallado que refleja con mayor precisión las condiciones locales de acumulación y escurrimiento de

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

agua. Para las Unidades geomorfológicas (0.312) y unidades geológicas (0.198): recibieron menor peso, ya las unidades geomorfológicas se realizaron tomando referencia del "Informe de Evaluación de Riesgo por inundación fluvial por desborde del río Ichuña, Distrito Ichuña, Provincia General Sánchez Cerro, Departamento Moquegua", evaluación de riesgo publicado a través de SIGRID y las unidades geológicas provienen de la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) a escala 1:50 000, información de carácter regional que presenta un mayor nivel de generalización.

En conjunto, esta ponderación evidencia que la pendiente de terreno es el factor más determinante en la susceptibilidad a inundaciones, mientras que las unidades geológicas y geomorfológicas contribuyen de manera complementaria a caracterizar la dinámica hídrica del área de estudio. condicionante se utilizó el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro N° 3.6-8 Índice y Relación De Consistencia -Factor Condicionante

IC	0.027
IR	0.051

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

PARÁMETRO: PENDIENTE DE TERRENO

La pendiente del terreno constituye el factor condicionante más relevante, pues influye directamente en el escurrimiento superficial y la capacidad de acumulación de agua. Pendientes bajas favorecen el anegamiento y la inundación, mientras que pendientes pronunciadas reducen significativamente esta probabilidad al facilitar el drenaje. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración

- ✓ Muy alto (0° a 5°): favorece encharcamiento e inundaciones.
- ✓ Alto (5° a 15°): drenaje deficiente, riesgo de acumulación.
- ✓ Medio (15° a 25°): mayor escurrimiento, probabilidad intermedia.
- ✓ Bajo (25° a 45°): buena capacidad de drenaje.
- ✓ Muy bajo (mayor a 45°): escurrimiento inmediato, mínima susceptibilidad.

Cuadro N° 3.6-9 Matriz Comparación De Pares-Pendiente De Terreno

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE PENDIENTE					
PENDIENTE DE TERRENO	0° A 5°	5° A 15°	15° A 25°	25° A 45°	MAYOR A 45°
0° A 5°	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
5° A 15°	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
15° A 25°	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
25° A 45°	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
MAYOR A 45°	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.09	3.95	7.75	12.50	19.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.6-10 Matriz Normalización-Pendiente de terreno

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARÁMETRO DE PENDIENTE DE TERRENO						
PENDIENTE DE TERRENO	0° A 5°	5° A 15°	15° A 25°	25° A 45°	MAYOR A 45°	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
0° A 5°	0.478	0.506	0.516	0.400	0.368	0.454
5° A 15°	0.239	0.253	0.258	0.320	0.263	0.267

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



15° A 25°	0.119	0.127	0.129	0.160	0.211	0.149
25° A 45°	0.096	0.063	0.065	0.080	0.105	0.082
MAYOR A 45°	0.068	0.051	0.032	0.040	0.053	0.049

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRD

Cuadro N° 3.6-11 Índice y Relación De Consistencia -Pendiente de terreno

IC	0.018
IR	0.017

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRD

PARÁMETRO: GEOMORFOLOGÍA

La configuración del relieve influye en el escurrimiento y la acumulación de agua. Los fondos de valle y planicies aluviales concentran la mayor susceptibilidad, mientras que colinas y montañas en roca volcánica representan ambientes estables con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración

- ✓ Río Ichuña, Llanura de Inundación, Isla Fluvial (0.461): máxima susceptibilidad por probabilidad máxima de inundación directa y representa riesgos altos.
- ✓ Cauce seco de Quebrada antropizada, Cono Aluvial Antropizado, alcantarillado Sedimentario, alcantarillado Aluvial (0.270): menor que la anterior, pero aún con riesgo de acumulación de sedimentos y agua.
- ✓ Terraza Fluvial, Terraza Aluvial, Borde de Terraza Fluvio-Aluvial, Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado, Terraza Aluvial Antrópica (0.145): susceptibilidad intermedia, materiales menos competentes.
- ✓ Pie de Monte Deluvial, Terraza Antrópica, Cárcavas, Cárcavas Antropizada (0.077): baja susceptibilidad, mayor consolidación del sustrato.
- ✓ Domo y Flujo de Lavas, Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica, Montaña roca sedimentaria (0.046): mínima susceptibilidad, buen drenaje natural.

Cuadro N° 3.6-12 Matriz Comparación De Pares- Geomorfología

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO DE GEOMORFOLOGÍA					
GEOMORFOLOGÍA	Río Ichuña, Llanura de Inundación, Isla Fluvial.	Cauce seco de Quebrada antropizada, Cono Aluvial Antropizado, alcantarillado Sedimentario, alcantarillado Aluvial.	Terraza Fluvial, Terraza Aluvial, Borde de Terraza Fluvio-Aluvial, Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado, Terraza Aluvial Antrópica.	Pie de Monte Deluvial, Terraza Antrópica, Cárcavas, Cárcavas Antropizada.	Domo y Flujo de Lavas, Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica, Montaña roca sedimentaria.
Río Ichuña, Llanura de Inundación, Isla Fluvial.	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Cauce seco de Quebrada antropizada, Cono Aluvial Antropizado, alcantarillado Sedimentario, alcantarillado Aluvial.	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Terraza Fluvial, Terraza Aluvial, Borde de Terraza Fluvio-Aluvial, Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado, Terraza Aluvial Antrópica.	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Pie de Monte Deluvial, Terraza Antrópica, Cárcavas, Cárcavas Antropizada.	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Domo y Flujo de Lavas, Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica, Montaña roca sedimentaria.	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.06	3.92	7.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRD

Cuadro N° 3.6-13 Matriz Normalización- Geomorfología

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO DE GEOLOGIA						
GEOMORFOLOGÍA	Río Ichuña, Llanura de Inundación, Isla Fluvial.	Cauce seco de Quebrada antropizada, Cono Aluvial Antropizado, alcantarillado Sedimentario, alcantarillado Aluvial.	Terraza Fluvial, Terraza Aluvial, Borde de Terraza Fluvio-Aluvial, Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado, Terraza Aluvial Antrópica.	Pie de Monte Deluvial, Terraza Antrópica, Cárcavas, Cárcavas Antropizada.	Domo y Flujo de Lavas, Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica, Montaña roca sedimentaria.	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
Río Ichuña, Llanura de Inundación, Isla Fluvial.	0.486	0.511	0.516	0.444	0.350	0.461
Cauce seco de Quebrada antropizada, Cono Aluvial Antropizado, alcantarillado Sedimentario, alcantarillado Aluvial.	0.243	0.255	0.258	0.296	0.300	0.270
Terraza Fluvial, Terraza Aluvial, Borde de Terraza Fluvio-Aluvial, Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado, Terraza Aluvial Antrópica.	0.121	0.128	0.129	0.148	0.200	0.145
Pie de Monte Deluvial, Terraza Antrópica, Cárcavas, Cárcavas Antropizada.	0.081	0.064	0.065	0.074	0.100	0.077
Domo y Flujo de Lavas, Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica, Montaña roca sedimentaria.	0.069	0.043	0.032	0.037	0.050	0.046

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRD

Cuadro N° 3.6-14 Índice y Relación De Consistencia - Geomorfología

IC	0.016
IR	0.015

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRD

PARÁMETRO: GEOLOGÍA

Las características litológicas del terreno influyen en la permeabilidad, infiltración y respuesta frente a procesos de escurrimiento. Los depósitos aluviales recientes (Qh-al-re) son los más susceptibles por su baja cohesión y alta porosidad, mientras que las formaciones consolidadas, como Formación Labra (Js-la) y la Formación Gramadal (Js-gr), presentan menor vulnerabilidad, por presentar areniscas cuarzosas gris blanquecinas, capas intercaladas de areniscas calcáreas y caliza gris oscura de grano fino. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración

- ✓ **Qh-al-re** Depósitos aluviales antiguos, actualmente estabilizados (0.481): alta susceptibilidad por suelos sueltos y poco consolidados.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



- ✓ **Qh-al** Depósitos aluviales conformados por gravas y arenas mal seleccionadas (0.274): vulnerabilidad media, inestables ante crecidas.
- ✓ **P-pu, PN-pa** Grupo Puno y rocas ígneas intrusivas (0.139): depósitos sedimentarios relativamente más consolidados.
- ✓ **Ki-mu, Ki-hu** Formación Huallhuani y Formación Murco (0.067): materiales más cementados, baja susceptibilidad.
- ✓ **Js-la, Js-gr, P-pi** Formación Labra, la Formación Gramadal y Formación Pías (0.040): rocas ígneas resistentes, mínima vulnerabilidad.

Cuadro N° 3.6-15 Matriz Comparación De Pares-Geología

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO DE GEOLOGIA					
GEOLOGIA	Qh-al (re)	Qh-al	P-pu, PN-pa	Ki-mu, Ki-hu	Js-la, Js-gr, P-pi
Qh-al (re)	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
Qh-al	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
P-pu, PN-pa	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Ki-mu, Ki-hu	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Js-la, Js-gr, P-pi	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.97	3.84	8.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.6-16 Matriz Normalización-Geología

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO DE GEOLOGIA						
GEOMORFOLOGIA	Qh-al (re)	Qh-al	P-pu, PN-pa	Ki-mu, Ki-hu	Js-la, Js-gr, P-pi	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
Qh-al (re)	0.508	0.520	0.575	0.452	0.348	0.481
Qh-al	0.254	0.260	0.230	0.323	0.304	0.274
P-pu, PN-pa	0.102	0.130	0.115	0.129	0.217	0.139
Ki-mu, Ki-hu	0.073	0.052	0.057	0.065	0.087	0.067
Js-la, Js-gr, P-pi	0.064	0.037	0.023	0.032	0.043	0.040

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.6-17 Índice y Relación De Consistencia - Geología

IC	0.027
IR	0.024

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

3.7. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

En cumplimiento de los lineamientos establecidos para la elaboración de la Evaluación de Riesgo, se identificaron los elementos expuestos ubicados dentro del área de estudio previamente delimitada, la cual comprende áreas de los terrenos donde se desarrollarán los proyectos educativos (P08044481 y P08044482). La identificación de estos elementos expuestos se realizó mediante el análisis visual e interpretación de imágenes satelitales actualizadas, complementadas con visitas de campo. Esta información ha sido sistematizada en el Mapa de ubicación, el cual representa espacialmente la ubicación y tipo de infraestructura presente dentro del área de influencia directa del proyecto. La caracterización detallada de estos elementos permitirá, en los siguientes apartados, analizar de forma

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

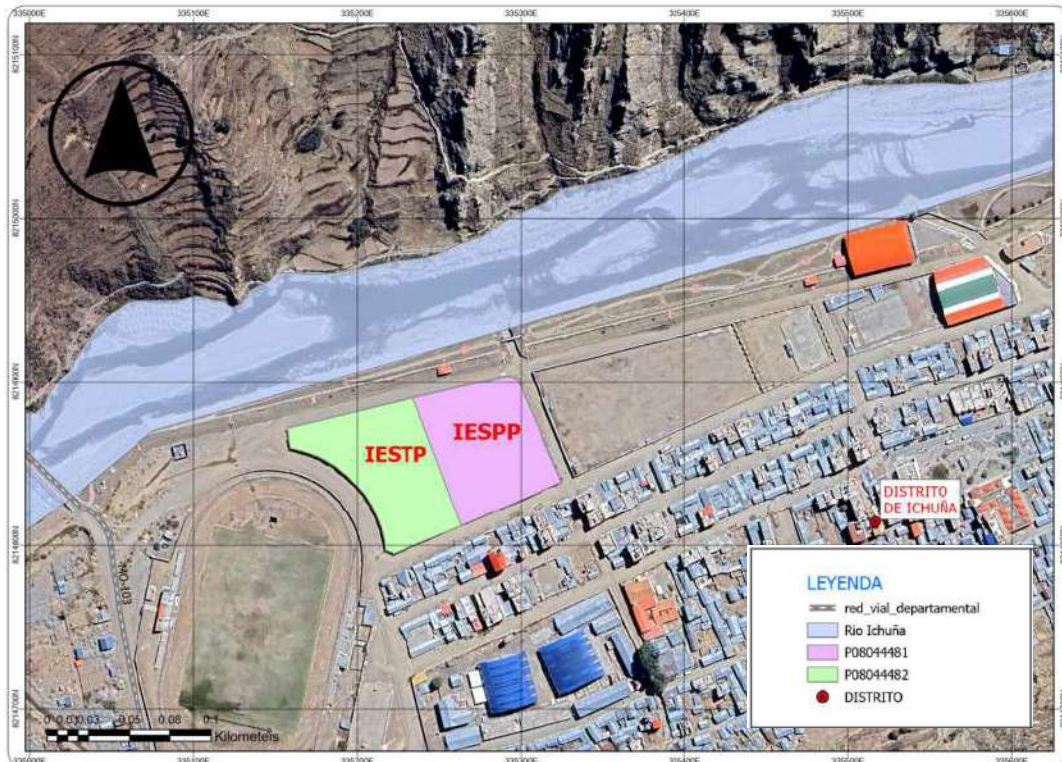
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



específica su nivel de exposición frente al peligro de inundación fluvial, en función del tipo de infraestructura, su uso, la población beneficiaria y su cercanía al cauce del río Ichuña.

La distribución espacial de estos elementos ha sido representada gráficamente en el Mapa de ubicación, el cual se muestra a continuación.

Figura N° 3.7-1 Mapa de ubicación



Fuente: Elaboración Propia – ArcGIS pro 3.3

3.8. IDENTIFICAR Y CUANTIFICAR ELEMENTOS EXPUESTOS EN LA DIMENSIÓN SOCIAL, DIMENSIÓN ECONÓMICA Y DIMENSIÓN AMBIENTAL

El análisis de vulnerabilidad realizado en esta evaluación se ha centrado en la exposición, fragilidad y resiliencia, del estado actual de los predios para una construcción nueva debido a que el enfoque adoptado es contemporáneo. Esto se debe a que en el área de evaluación aún existen infraestructura construida diferentes a la educativa proyectadas; por tanto, hay actualmente elementos expuestos incidentes que puedan ser objeto de daño directo. Por tanto, el análisis se orienta a anticipar el nivel de exposición que tendría el área de estudio directo de las actuales infraestructuras frente al peligro de inundación fluvial, considerando sus características proyectadas y el entorno inmediato. En ese sentido, se ha procedido a identificar y cuantificar los elementos expuestos dentro del área de estudio correspondiente a los dos predios proyectados, considerando las tres dimensiones de análisis establecidas: social, económica y ambiental. Este enfoque permite estimar la exposición diferenciada



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

de los proyectos frente al peligro, y contribuye a la construcción del índice de vulnerabilidad de forma anticipada, y los cuales se identifican y cuantifican de la siguiente manera.

Cuadro N° 3.8-1 Parámetros Y Factores De Evaluación De Estudio

PARAMETROS Y FACTORES DE EVALUACION DE ESTUDIO							
NOMBRE	PESO	FACTOR		PARAMETROS		DESCRITORES	
		NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO
DIMENSION SOCIAL	0.260	EXPOSICION	0.633	GRUPO ETAREO	1.00	Menor a 5 años	0.507
						De 6 a 11 años	0.263
						De 12 a 15 años	0.123
						De 16 a 20 años	0.072
						De 21 a 30 años	0.035
		FRAGILIDAD	0.260	NIVEL EDUCATIVO	1.00	Primaria	0.444
						Secundaria	0.266
						Técnico	0.161
						Universitario	0.092
						Seguro Integral del Estado	0.037
		RESILIENCIA	0.106	ACCESO A SERVICIOS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE	1.00	Seguro Privado	0.475
						Seguro de Fuerzas Armadas o Policiales	0.266
						Essalud	0.142
						Seguro Integral del Estado (SIS)	0.075
						Seguro Integral del Estado (SIS)	0.042
DIMENSION ECONOMICA	0.633	EXPOSICION	0.633	DISTANCIA MINIMA AL RIO	1.00	Menor a 5 m.	0.462
						De 6 a 15 m.	0.269
						De 16 a 30 m.	0.158
						De 31 a 60 m.	0.074
						Mayor a 60 m.	0.038
		FRAGILIDAD	0.260	TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA	0.50	Quincha, Caña, Esteras	0.443
						Adobe, Tejas, Planchas de calamina, Fibra de cemento	0.266
						Madera, Piedra, Sillar con cal o cemento	0.166
						Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado	0.083
						Más de 50 años	0.042
		RESILIENCIA	0.106	ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL	0.50	Entre 30 a 50 Años	0.445
						Entre 51 a 75 Años	0.297
						Entre 76 a 100 Años	0.147
						Entre 101 a 125 Años	0.073
						Menos de 125 Años	0.037
DIMENSION AMBIENTAL	0.106	EXPOSICION	0.633	DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION	1.00	Menor a 30 m.	0.444
						De 31 a 50 m.	0.262
						De 51 a 100 m.	0.153
						De 101 a 150 m.	0.089
						Mayor a 150 m.	0.053
		FRAGILIDAD	0.260	ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO	1.00	MUY INESTABLE (grutas profundas, hundimientos) y suelos arenosos profundos, compactados o saturados impermeabilizados	0.503
						INESTABLE (grutas superficiales, erosión y suelos con alto contenido de arcilla o limos finos)	0.260
						REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos	0.134
						ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos	0.068
						MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos)	0.035
		RESILIENCIA	0.106	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	0.50	MUY BUENO (trámite a cargo / Diurnidad)	0.487
						BUENO (Botadero informal / quema)	0.276
						MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	0.137
						BUENO (Recolección formal por semana)	0.065
						MUY BUENO (Recolección formal diario)	0.038
DIMENSION AMBIENTAL	0.106	EXPOSICION	0.633	DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION	1.00	Menor a 30 m.	0.503
						De 31 a 50 m.	0.260
						De 51 a 100 m.	0.134
						De 101 a 150 m.	0.068
						Mayor a 150 m.	0.035
		FRAGILIDAD	0.260	ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO	1.00	MUY INESTABLE (grutas profundas, hundimientos) y suelos arenosos profundos, compactados o saturados impermeabilizados	0.487
						INESTABLE (grutas superficiales, erosión y suelos con alto contenido de arcilla o limos finos)	0.276
						REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos	0.137
						ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos	0.065
						MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos)	0.038
		RESILIENCIA	0.106	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	0.50	MUY BUENO (trámite a cargo / Diurnidad)	0.503
						BUENO (Botadero informal / quema)	0.260
						MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	0.137
						BUENO (Recolección formal por semana)	0.065
						MUY BUENO (Recolección formal diario)	0.038
DIMENSION AMBIENTAL	0.106	EXPOSICION	0.633	DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION	1.00	Menor a 30 m.	0.503
						De 31 a 50 m.	0.260
						De 51 a 100 m.	0.134
						De 101 a 150 m.	0.068
						Mayor a 150 m.	0.035
		FRAGILIDAD	0.260	ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO	1.00	MUY INESTABLE (grutas profundas, hundimientos) y suelos arenosos profundos, compactados o saturados impermeabilizados	0.487
						INESTABLE (grutas superficiales, erosión y suelos con alto contenido de arcilla o limos finos)	0.276
						REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos	0.137
						ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos	0.065
						MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos)	0.038
		RESILIENCIA	0.106	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	0.50	MUY BUENO (trámite a cargo / Diurnidad)	0.503
						BUENO (Botadero informal / quema)	0.260
						MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	0.137
						BUENO (Recolección formal por semana)	0.065
						MUY BUENO (Recolección formal diario)	0.038

Fuente: Elaboración Propia – ArcGIS pro 3.3



3.9. DEFINICIÓN DE ESCENARIO

La definición del escenario constituye un componente clave en la caracterización del peligro, ya que permite establecer las condiciones bajo las cuales se evaluará la susceptibilidad del territorio frente al fenómeno natural. En este caso, se ha adoptado un enfoque determinístico, tomando como base la información pluviométrica histórica registrada por la estación meteorológica de Ichuña.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Conforme al análisis de la precipitación máxima diaria acumulada (factor desencadenante), se identificó que los eventos más frecuentes y relevantes en la zona corresponden a umbrales de precipitaciones del tipo "extremadamente lluvioso", con valores acumulados superiores a $RR > 30,5$ mm en 24 horas, según la clasificación propuesta en la presente metodología y mencionado en el punto 3.6.1 análisis de factor desencadenante como sustento técnico.

En ese sentido, el escenario adoptado para el presente estudio es el siguiente:

"Inundación fluvial ocasionada con umbrales de precipitaciones del tipo extremadamente lluvioso ($RR > 30,5$ mm en 24 horas) en el ámbito de los proyectos MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA.

Este escenario resulta representativo de las condiciones que históricamente han generado afectación por desbordes o aniegos en áreas cercanas al cauce del río Ichuña.

3.10. ESTRATIFICACIÓN DE PELIGRO

Con el propósito de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos en el análisis del peligro por inundación fluvial, se llevó a cabo el proceso de estratificación del nivel de peligro. Este procedimiento consiste en organizar los valores del índice de peligro en intervalos o clases que representen cualitativamente el grado de amenaza presente en el área de evaluación. Las clases establecidas corresponden a los niveles Muy Alto, Alto, Medio y Bajo, de acuerdo con los criterios definidos en la metodología propuesta por el CENEPRED y conforme a los enfoques aceptados para la evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública.

La estratificación se basa en los valores del índice de peligro calculado mediante el análisis jerárquico de factores condicionantes (como las unidades geomorfológicas, altura relativa al cauce y unidades geológicas) y del factor desencadenante (precipitación máxima diaria acumulada). Estas variables, previamente ponderadas con la metodología de comparación de pares de Saaty, permiten asignar un valor sintético que refleja la combinación de condiciones físicas y climáticas que influyen en la susceptibilidad del terreno ante eventos de inundación.

El objetivo de esta etapa es establecer rangos de interpretación que permitan identificar con mayor claridad aquellas zonas que presentan una mayor o menor propensión a verse afectadas por el fenómeno analizado. De esta manera, se facilita la generación de mapas temáticos que constituyen una herramienta clave para la planificación territorial, la toma de decisiones sobre el diseño del proyecto de inversión y la priorización de intervenciones de mitigación del riesgo.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

El cuadro que se presenta a continuación resume los criterios empleados para definir cada uno de los niveles de peligro, señalando las condiciones físicas que los caracterizan y los rangos del índice de peligro que les corresponden:

Cuadro N° 3.10-1 Estratificación De Peligro

ESTRATIFICACION DE PELIGRO		
NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE: Muy alto: > 1.5 m (daños catastróficos y socavación severa). UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) PENDIENTE DEL TERRENO: 0° A 5° UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Río Ichuña, Llanura de Inundación, Isla Fluvial. UNIDAD GEOLOGICA: Qh-al (re)	0.272 ≤ P < 0.475
PELIGRO ALTO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE de Alto: 1.0 – 1.5 m (daños severos, posible pérdida de funcionalidad). UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) PENDIENTE DEL TERRENO: 5° A 15° UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Cauce seco de Quebrada antropizada, Cono Aluvial Antropizado, alcantarillado Sedimentario, alcantarillado Aluvial. UNIDAD GEOLOGICA: Qh-al	0.141 ≤ P < 0.272
PELIGRO MEDIO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE: Medio: 0.5 – 1.0 m (daños moderados, erosión de bordes). UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) PENDIENTE DEL TERRENO: 15° A 25° UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Terraza Fluvial, Terraza Aluvial, Borde de Terraza Fluvio-Aluvial, Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado, Terraza Aluvial Antropica. UNIDAD GEOLOGICA: P-pu , PN-pa	0.070 ≤ P < 0.141
PELIGRO BAJO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE: Bajo: 0.2 – 0.5 m (afectación menor, encharcamientos importantes). o Muy bajo: 0 – 0.2 m (o sin anegamiento – impacto leve o nulo) y zonas sin intervención UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) PENDIENTE DEL TERRENO: 25° A 45° o MAYOR A 45° UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Pie de Monte Deluvial, Terraza Antrópica, Cárcavas, Cárcavas Antropizada. o Domo y Flujo de Lavas, Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica, Montaña roca sedimentaria. UNIDAD GEOLOGICA: Ki-mu , Ki-hu o Js-la , Js-gr, P-pi	0.042 ≤ P < 0.070

3.11. NIVELES DE PELIGRO

Los factores de ponderación se dan de acuerdo a la importancia del parámetro, en el caso de parámetros de evaluación se dio más peso al altura de agua en zona inundable (0.650) puesto que es la zona de peligro directo de inundación fluvial es mas importante que la susceptibilidad del terreno (0.350) que es el ámbito o situación de la zona de peligro cabe decir que dentro de la zona de la susceptibilidad de terreno, esta están los factores condicionantes (0.900) y factores desencadenantes (0.100), donde los factores condiciones del terreno para un fenómeno de inundación fluvial es más importante que los desencadenantes (0.100) que rara vez se presenta de manera extrema.



Cuadro N° 3.11-1 Ponderación De Suceptibilidad De Terreno

SUCEPTIBILIDAD DEL TERRENO		PONDERACION
FACTOR DESENCADENANTE	UMBRAL DE PRECIPITACION	0.1
	PENDIENTE DE TERRENO	
FACTOR CONDICIONANTE	GEOMORFOLOGIA	0.9
	UMBRAL DE PRECIPITACION	

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.11-2 Factores Desencadenantes

MATRIZ DE FACTORES DESENCADENANTES			
FACTOR DESENCADENANTE (FD)			
PRECIPITACION MAXIMA DIARIA ACUMULADA EN 24HR		VALOR	PESO
Ppar	Vp_Precipitacion		
1.000	0.503	0.503	0.100
	0.260	0.260	
	0.134	0.134	
	0.068	0.068	
	0.035	0.035	

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.11-3 Factores Condicionantes

MATRIZ DE FACTORES CONDICIONANTES						
FACTORES CONDICIONANTES (FC)						
PENDIENTE DE TERRENO		UNIDAD GEOMORFOLOGIA		UNIDAD GEOLOGIA		PESO
Ppar	Vp_Pendiente	Ppar	Vp_Geomorfologia	Ppar	Vp_Geologia	
0.539	0.454	0.297	0.461	0.164	0.481	0.900
	0.267		0.270		0.274	
	0.149		0.145		0.139	
	0.082		0.077		0.067	
	0.049		0.046		0.040	

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.11-4 Ponderación De Parámetros De Evaluación

PARMETROS DE EVALUACION	PONDERACION (PESO)
ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE	0.65
SUCEPTIBILIDAD DEL TERRENO	0.35

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.11-5 Suceptibilidad De Terreno

MATRIZ DE SUCEPTIBILIDAD DE TERRENO					
SUCEPTIBILIDAD DE TERRENO (S)					
FACTOR CONDICIONANTE (FC)		FACTOR DESENCADENANTE (FD)		VALOR	PESO
PENDIENTE, GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA		PRECIPITACION MAXIMA DIARIA ACUMULADA EN 24HR			
VALOR	PESO	VALOR	PESO		
0.461	0.900	0.503	0.100	0.466	0.350
0.269		0.260		0.268	
0.146		0.134		0.145	
0.077		0.068		0.076	
0.046		0.035		0.045	

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.11-6 Altura De Agua En Zona Inundable

MATRIZ DE FACTOR ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE			
ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE			
Ppar	Vp_Altura	VALOR	PESO
1.000	0.481	0.481	0.650
	0.274	0.274	

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

	0.139	0.139	
	0.067	0.067	
	0.040	0.040	

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.11-7 Matriz De Parámetros De Evaluación

MATRIZ DE PARAMETROS DE EVALUACION					
PARAMETROS DE EVALUACION					
SUCEPTIBILIDAD DE TERRENO		ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE		VALOR	PESO
VALOR	PESO	VALOR	PESO		
0.466		0.481		0.475	
0.268		0.274		0.272	
0.145	0.350	0.139	0.650	0.141	1.000
0.076		0.067		0.070	
0.045		0.040		0.042	

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 3.11-8 Matriz De Niveles De Peligro

NIVELES DE PELIGRO	
MUY ALTO	$0.272 \leq P < 0.475$
ALTO	$0.141 \leq P < 0.272$
MEDIO	$0.070 \leq P < 0.141$
BAJO	$0.042 \leq P < 0.070$

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED



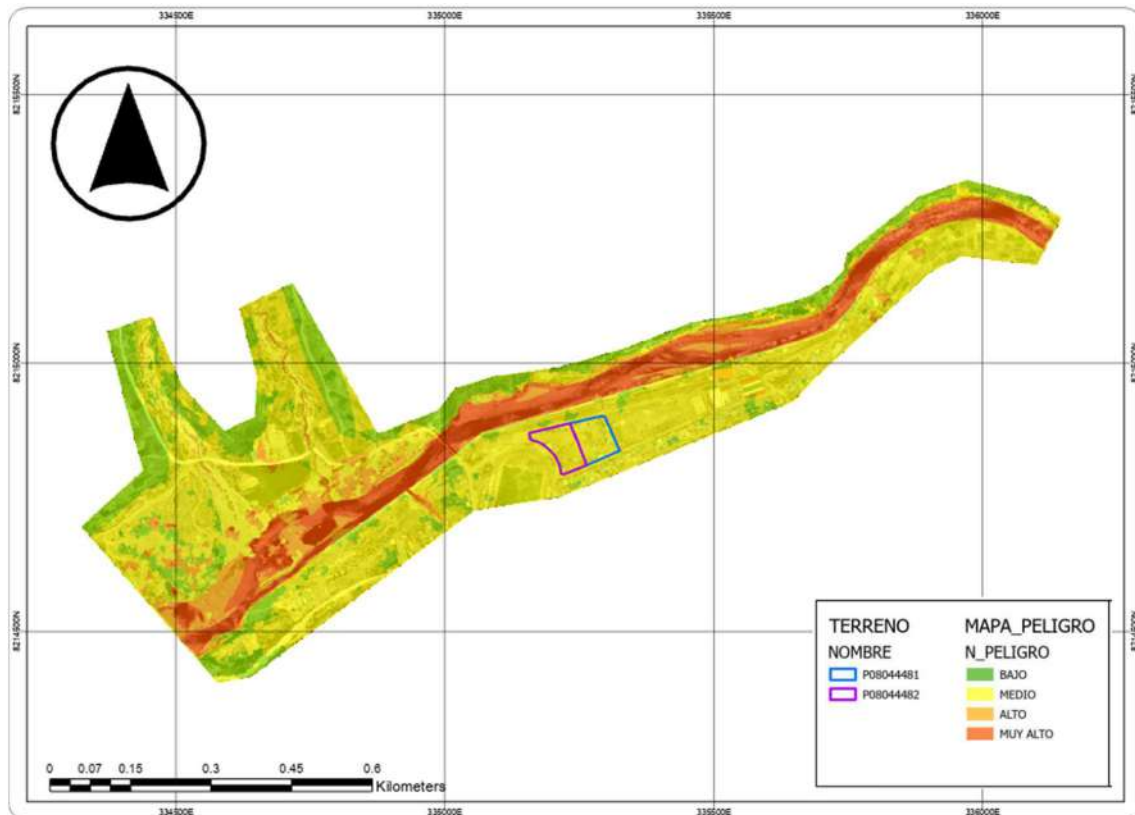
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.12. MAPA DE PELIGRO

Figura N° 3.12-1 Mapa De Peligros



Fuente: Elaboración Propia – ArcGIS pro 3.3

IV. CAPITULO 04: ANALISIS DE VULNERABILIDAD

4.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad constituye una etapa fundamental en el proceso de evaluación del riesgo, ya que permite determinar en qué medida los elementos expuestos del proyecto pueden resultar afectados ante la ocurrencia de un peligro. A diferencia del análisis de peligrosidad que se centra en la probabilidad e intensidad de los fenómenos naturales, la vulnerabilidad analiza las condiciones internas de los elementos expuestos, considerando su grado de fragilidad, la magnitud de su exposición y la capacidad de resiliencia que poseen para recuperarse tras un evento adverso. La metodología adoptada para este estudio considera tres dimensiones de la vulnerabilidad: social, económica y ambiental. Cada una de estas dimensiones se evalúa a partir de tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia, lo que permite una visión integral de la susceptibilidad del área de intervención.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

En el caso de la vulnerabilidad social, se efectuó un análisis cuantitativo detallado directamente población involucrada actual dentro del área de influencia inmediata. La infraestructura proyectada corresponde principalmente a obras estructurales (instituciones educativas) por lo que no se evaluara lo proyectado, pero si lo que existe actualmente, y según el INEI existen población en riesgo directo. Además, es necesario reconocer que actualmente presenta un cerco perimetral dentro de cual se evidencia depósito de unidades móviles, viviendas de material no noble puesto que ante la presencia de un evento adverso podría afectar indirectamente a una pequeña población, generando un impacto en la economía local. Por este motivo, aunque no se cuantifica en este capítulo, se reconoce la existencia de una vulnerabilidad social indirecta vinculada a la economía local.

En lo referente a la vulnerabilidad económica, se aplicaron criterios orientados a identificar las pérdidas potenciales sobre bienes tangibles (viviendas, Cerco Perimetral y unidades vehiculares) dentro del área del proyecto. La exposición se define como el "**Distancia Mínima Al Río**", que podría ser afectado, lo cual resulta clave en un análisis costo - beneficio de las medidas de mitigación. La fragilidad está determinada por los **Tipos De Materiales De La Vivienda Y Antigüedad Del Cerco Perimetral** de concreto que, si bien son de diseño especializado, pueden sufrir daños de distinta magnitud en función de la intensidad del fenómeno. Finalmente, la resiliencia se refiere a la capacidad del sistema de riego de recuperar su funcionalidad en un plazo razonable tras un evento adverso, lo cual dependerá del **Cumplimiento De La Normatividad Vigente Ce -040 De Drenaje Pluvial**, que pueda tener la zona de estudio.

En relación con la vulnerabilidad ambiental, el análisis considera la interacción entre las obras proyectadas y el entorno natural en el que se emplazan. La exposición se asocia con la sensibilidad y valor ecológico de los ecosistemas adyacentes, principalmente la **Distancia A Puntos De Contaminación**. La fragilidad se vincula con la susceptibilidad respecto a **Estabilidad Y Tipo De Suelo** del entorno, especialmente en un contexto de crecidas fluviales que pueden movilizar grandes volúmenes de material y afectar tanto la calidad del suelo, así como su estabilidad. La resiliencia ambiental, por su parte, se entiende como la capacidad natural de amortiguación frente a crecidas, proporcionada por elementos del paisaje o entorno como **Manejo Y Disposición De Residuos Sólidos y aguas residuales**, puesto que ante fenómenos fluviales y pluviales las actividades que garanticen su recuperación estarán dispuesto sin generar insalubridad ni contaminación de la población expuesta existente.

Es importante resaltar que la aplicación de estos criterios no se limita a una descripción cualitativa, sino que permite estructurar un proceso metodológico claro, mediante el cual se identifican los aspectos críticos de cada dimensión. Este enfoque hace posible priorizar aquellos elementos más vulnerables y, en consecuencia, orientar la propuesta de medidas de mitigación y reducción del riesgo en etapas posteriores del estudio.

El proceso seguido se sintetiza en el cuadro que se presenta a continuación, el cual resume las dimensiones de la vulnerabilidad, los criterios de exposición, fragilidad y resiliencia, y su forma de aplicación en el contexto del proyecto.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.1.1. EXPOSICIÓN SOCIAL

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable.

Figura N° 4.1-1 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social

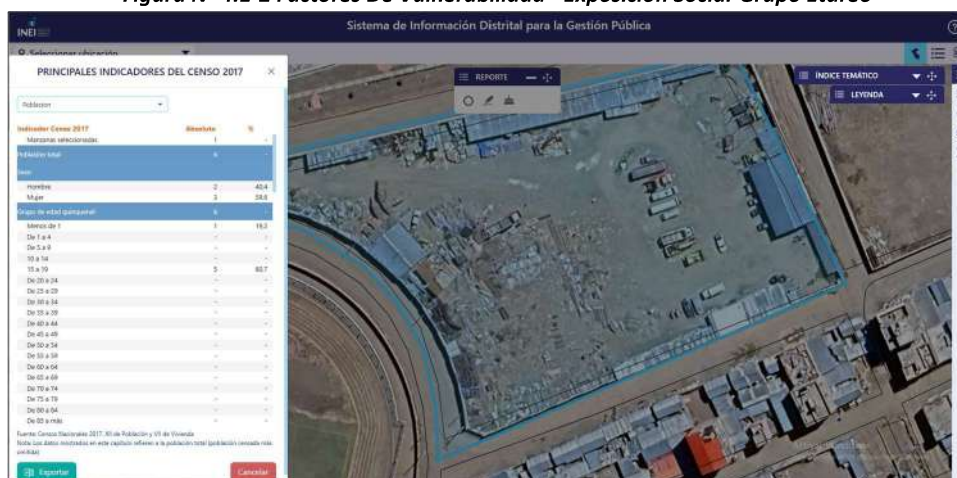


Fuente: CENEPRED

Como información tenemos desde el Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública dada por el INEI tenemos los siguientes datos sobre la dimensión social correspondientes a los parámetros de **grupo Etereo, Nivel Educativo y Acceso A Seguros De Salud Frente A Un Desastre**, dicha información es obtenida de los censos del año 2017.

Se presencia una población de 6 personas en el área de estudio delimitado, donde predomina las edades de 15 a 30 años, en su mayoría están cursando la secundaria, por lo que cuentan con seguro integral gratuito al ser estudiantes escolares.

Figura N° 4.1-2 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social-Grupo Etereo



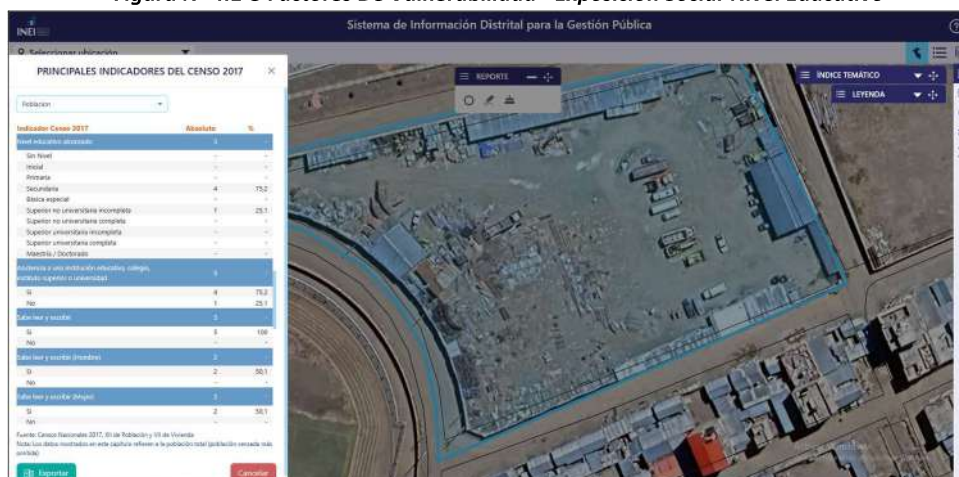
Fuente: INEI- <https://estadist.inei.gob.pe/map>

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-3 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social-Nivel Educativo



Fuente: INEI- <https://estadist.inei.gob.pe/map>

Figura N° 4.1-4 Factores De Vulnerabilidad - Exposición Social- Acceso A Seguros De Salud



Fuente: INEI- <https://estadist.inei.gob.pe/map>

4.1.2. EXPOSICIÓN ECONÓMICA

Se determina las actividades económicas e infraestructura expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los elementos expuestos vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad económica y resiliencia económica. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad económica.

Como información tenemos desde el Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública dada por el INEI e imágenes satelitales de Google Eart, tenemos los siguientes datos sobre la dimensión económica correspondientes a los parámetros de **Distancia Mínima Al Río, Tipo De Materiales De La Vivienda, Antigüedad Del Cerco Perimetral Y Cumplimiento De La Normatividad Vigente Ce -040 De Drenaje Pluvial.**

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Se aprecia un Distancia Mínima Al Río de 15 a 30m del área de estudio delimitado, donde predomina materiales constructivos como Adobe, Tejas, Planchas de calamina y Fibra de cemento y se evidencia los años que tiene el cerco perimetral oscilando entre 11 a 25 Años, y tomando como referencia las adyacentes al área delimitada no cumplen con las condiciones mínimas de la Normatividad Vigente Ce -040 De Drenaje Pluvial.

Figura N° 4.1-5 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- año 2025



Fuente: Estudio Topográfico

Figura N° 4.1-6 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica - Distancia Mínima Al Río año 2023



Fuente: Google Eart



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-7 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- Distancia Mínima Al Rio año 2014



Fuente: Google Eart

Figura N° 4.1-8 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- Distancia Mínima Al Rio año 2011



Fuente: Google Eart

Figura N° 4.1-9 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica- Tipo De Materiales De La Vivienda



Fuente: INEI- <https://estadist.inei.gob.pe/map>



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-10 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica - No Cumplimiento De La Normatividad Vigente Ce -040 De Drenaje Pluvial



Fuente: Google Eart año 2023

Figura N° 4.1-11 Factores De Vulnerabilidad - Exposición económica - No Cumplimiento De La Normatividad Vigente Ce -040 De Drenaje Pluvial



Fuente: Google Eart año 2023

4.1.3. EXPOSICIÓN AMBIENTAL

Se determina los recursos naturales renovables y no renovables expuestos dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los recursos naturales vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad ambiental y resiliencia ambiental. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad ambiental.

Como información tenemos desde el Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública dada por el INEI e imágenes satelitales de Google Eart, tenemos los siguientes datos sobre la dimensión económica correspondientes a los parámetros como **Distancia A Puntos De Contaminación, Estabilidad Y Tipo De Suelo, Manejo Y Disposición De Residuos Sólidos, Manejo Y Disposición De Aguas Residuales.**

Se aprecia una Distancia A Puntos De Contaminación entre 150m a 300m con respecto al área de estudio delimitado, donde se presenta una estabilidad de suelo ESTABLE (sin problemas visibles) y

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Suelos arenosos o gravosos con evidencia el Manejo, Disposición De Residuos Sólidos y Aguas Residuales de manera que la Recolección es irregular con botadero controlado y con Alcantarillado publico sin tratamiento.

Figura N° 4.1-12 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental - Manejo Y Disposición De Residuos Solidos



Fuente: Google Eart año 2023

Figura N° 4.1-13 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental - Distancia A Puntos De Contaminación



Fuente: Google Eart año 2023

Figura N° 4.1-14 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental - Manejo Y Disposición De Aguas Residuales.

APROBACIÓN

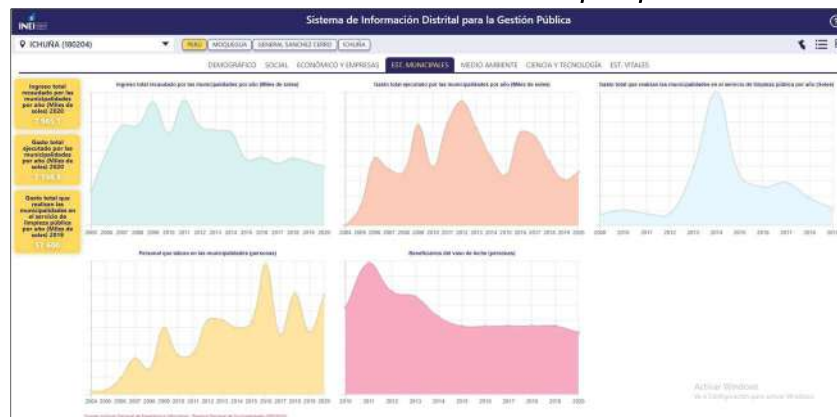
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Fuente: INEI- <https://estadist.inei.gob.pe/map>

Figura N° 4.1-15 Factores De Vulnerabilidad - Exposición ambiental – gasto para el Manejo Y Disposición De Residuos Sólidos mediante el servicio de limpieza publica



Fuente: INEI- <https://estadist.inei.gob.pe/map>

Los datos obtenidos de tipo de suelos fueron obtenidos del ESTUDIO DE SUELOS DE PIP "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD ESTRATEGICO ICHUÑA DEL DISTRITO DE ICHUÑA - PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA", CUD:2497702

4.2. VULNERABILIDAD EN DIMENSIÓN SOCIAL

4.2.1. ANALISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSION SOCIAL

La configuración influye sobre la exposición de las personas existentes sobre sus años. Los que tienen 0 a 5 años y mayor a 65 años concentran la mayor susceptibilidad, mientras que 30 a 50 años representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.2-1 Tabla De Ponderación Para Parámetros De exposición

DIMENSION SOCIAL		PONDERACION
EXPOSICIÓN	GRUPO ETAREO	1.00

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• PARÁMETRO: GRUPO ETAREO

Cuadro N° 4.2-2 Matriz Comparación De Pares- Grupo Etareo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: GRUPO ETAREO					
GRUPO ETAREO	0 a 5 años y mayor a 65 años	6 a 12 años y entre 60 a 65 años	12 a 15 años y entre 50 a 60 años	15 a 30 años	30 a 50 años
0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6 a 12 años y entre 60 a 65 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
12 a 15 años y entre 50 a 60 años	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
15 a 30 años	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
30 a 50 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.2-3 Matriz De Normalización de pares - Grupo Etareo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: GRUPO ETAREO						
GRUPO ETAREO	0 a 5 años y mayor a 65 años	6 a 12 años y entre 60 a 65 años	12 a 15 años y entre 50 a 60 años	15 a 30 años	30 a 50 años	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
0 a 5 años y mayor a 65 años	0.560	0.642	0.515	0.457	0.360	0.507
6 a 12 años y entre 60 a 65 años	0.187	0.214	0.309	0.326	0.280	0.263
12 a 15 años y entre 50 a 60 años	0.112	0.071	0.103	0.130	0.200	0.123
15 a 30 años	0.080	0.043	0.052	0.065	0.120	0.072
30 a 50 años	0.062	0.031	0.021	0.022	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.2-4 Índice y Relación De Consistencia - Grupo Etareo

IC	0.049
IR	0.044

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

4.2.2. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSION SOCIAL

La configuración influye sobre la fragilidad del nivel educativo de las personas existentes. Los que no tienen Ninguna educación concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los universitarios representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.2-5 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Fragilidad

DIMENSION SOCIAL		PONDERACION
FRAGILIDAD	NIVEL EDUCATIVO	1.00

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• PARÁMETRO: NIVEL EDUCATIVO

Cuadro N° 4.2-6 Matriz Comparación De Pares- Nivel Educativo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: NIVEL EDUCATIVO					
NIVEL EDUCATIVO	NINGUNO	PRIMARIA	SECUNDARIA	TECNICO	UNIVERSITARIO
NINGUNO	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
PRIMARIA	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
SECUNDARIA	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
TECNICO	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
UNIVERSITARIO	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.14	3.98	6.70	11.33	25.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.09	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.2-7 Matriz De Normalización de pares - Nivel Educativo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: NIVEL EDUCATIVO						
NIVEL EDUCATIVO	NINGUNO	PRIMARIA	SECUNDARIA	TECNICO	UNIVERSITARIO	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
NINGUNO	0.466	0.503	0.448	0.441	0.360	0.444
PRIMARIA	0.233	0.251	0.299	0.265	0.280	0.266
SECUNDARIA	0.155	0.126	0.149	0.176	0.200	0.161
TECNICO	0.093	0.084	0.075	0.088	0.120	0.092
UNIVERSITARIO	0.052	0.036	0.030	0.029	0.040	0.037

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.2-8 Índice y Relación De Consistencia - Nivel Educativo

IC	0.012
IR	0.011

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

4.2.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

La configuración influye sobre la resiliencia como Acceso A Seguros De Salud Frente A Un Desastre de las personas existentes. Los que no tienen Ningún seguro de salud concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los tienen Seguro Integral Del Salud (SIS) representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración. Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Cuadro N° 4.2-9 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Resiliencia

DIMENSION SOCIAL		PONDERACION
RESILIENCIA	ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE	1.00

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• **PARÁMETRO: ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE**

Cuadro N° 4.2-10 Matriz Comparación De Pares- Acceso A Seguros De Salud Frente A Un Desastre

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE					
ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE	NINGUN SEGURO	SEGURO PRIVADO	SEGURO DE FUERZAS ARMADAS O POLICIALES	ESSALUD	SEGURO INTEGRAL DEL SALUD (SIS)
NINGUN SEGURO	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
SEGURO PRIVADO	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
SEGURO DE FUERZAS ARMADAS O POLICIALES	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
ESSALUD	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
SEGURO INTEGRAL DEL SALUD (SIS)	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.03	3.92	7.75	13.50	22.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.2-11 Matriz de Normalización de pares - Acceso A Seguros De Salud Frente A Un Desastre

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE						
ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE	NINGUN SEGURO	SEGURO PRIVADO	SEGURO DE FUERZAS ARMADAS O POLICIALES	ESSALUD	SEGURO INTEGRAL DEL SALUD (SIS)	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
NINGUN SEGURO	0.493	0.511	0.516	0.444	0.409	0.475
SEGURO PRIVADO	0.247	0.255	0.258	0.296	0.273	0.266
SEGURO DE FUERZAS ARMADAS O POLICIALES	0.123	0.128	0.129	0.148	0.182	0.142
ESSALUD	0.082	0.064	0.065	0.074	0.091	0.075
SEGURO INTEGRAL DEL SALUD (SIS)	0.055	0.043	0.032	0.037	0.045	0.042

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.2-12 Índice y Relación De Consistencia - Actitud Frente Al Riesgo De La Comunidad Educativa

IC	0.008
IR	0.007

Fuente: Elaboración Propia

4.3. VULNERABILIDAD EN DIMENSIÓN ECONOMICA

4.3.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

La configuración influye sobre la exposición como Distancia Mínima Al Río. Los que cuentan con una distancia menor a 5m, concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los cuentan con una distancia mínima al río de mayor a 60m representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración. Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.3-1 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Exposición

DIMENSION ECONOMICA		PONDERACION
EXPOSICION	DISTANCIA MÍNIMA AL RIO	1.00

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• PARÁMETRO: DISTANCIA MÍNIMA AL RIO

Cuadro N° 4.3-2 Matriz Comparación De Pares- Distancia Mínima Al Río

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: DISTANCIA MÍNIMA AL RIO					
DISTANCIA MÍNIMA AL RIO	Menor a 5 m.	De 5 a 15 m.	De 15 a 30 m.	De 30 a 60 m.	Mayor a 60 m.
Menor a 5 m.	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
De 5 a 15 m.	0.50	1.00	2.00	5.00	6.00
De 15 a 30 m.	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
De 30 a 60 m.	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 60 m.	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.03	3.87	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.3-3 Matriz Normalización De Pares- Distancia Mínima Al Río

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: DISTANCIA MÍNIMA AL RIO						
DISTANCIA MÍNIMA AL RIO	Menor a 5 m.	De 5 a 15 m.	De 15 a 30 m.	De 30 a 60 m.	Mayor a 60 m.	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
Menor a 5 m.	0.493	0.517	0.531	0.391	0.375	0.462
De 5 a 15 m.	0.247	0.259	0.265	0.326	0.250	0.269
De 15 a 30 m.	0.123	0.129	0.133	0.196	0.208	0.158
De 30 a 60 m.	0.082	0.052	0.044	0.065	0.125	0.074
Mayor a 60 m.	0.055	0.043	0.027	0.022	0.042	0.038

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.3-4 Índice y Relación De Consistencia - Distancia Mínima Al Río

IC	0.035
IR	0.032

Fuente: Elaboración Propia



4.3.2. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSION ECONÓMICA

La configuración influye sobre la fragilidad como tipo de materiales de la vivienda. Los que cuentan viviendas con materiales de triplay, paja, hoja de palmera, concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los tienen Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado, representan menos

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Y sobre la Antigüedad Del Cerco Perimetral. Los que cuentan con Mas de 50 Años, concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los tienen Menos de 11 Años, representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración.

Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.3-5 Tabla De Ponderación Para Parámetros De Fragilidad

DIMENSION ECONOMICA		PONDERACION
FRAGILIDAD	TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA	0.50
	ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL	0.50

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• PARÁMETRO: TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA

Cuadro N° 4.3-6 Matriz Comparación De Pares- Tipo De Materiales De La Vivienda

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA					
TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA	triplay, paja, hoja de palmera	Quincha, Caña, Esteras	Adobe, Tejas, Planchas de calamina, Fibra de cemento	Madera, Piedra, Sillar con cal o cemento	Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado
triplay, paja, hoja de palmera	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Quincha, Caña, Esteras	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Adobe, Tejas, Planchas de calamina, Fibra de cemento	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Madera, Piedra, Sillar con cal o cemento	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado	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: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED



Cuadro N° 4.3-7 Matriz Normalización De Pares- Tipo De Materiales De La Vivienda

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA						
TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA	triplay, paja, hoja de palmera	Quincha, Caña, Esteras	Adobe, Tejas, Planchas de calamina, Fibra de cemento	Madera, Piedra, Sillar con cal o cemento	Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
triplay, paja, hoja de palmera	0.478	0.511	0.531	0.375	0.318	0.443
Quincha, Caña, Esteras	0.239	0.255	0.265	0.300	0.273	0.266
Adobe, Tejas, Planchas de calamina, Fibra de cemento	0.119	0.128	0.133	0.225	0.227	0.166

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Madera, Piedra, Sillar con cal o cemento	0.096	0.064	0.044	0.075	0.136	0.083
Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado	0.068	0.043	0.027	0.025	0.045	0.042

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.3-8 Índice y Relación De Consistencia - Tipo De Materiales De La Vivienda

IC	0.044
IR	0.039

Fuente: Elaboración Propia

• **PARÁMETRO: ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL**

Cuadro N° 4.3-9 Matriz Comparación De Pares- Antigüedad Del Cerco Perimetral

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL					
ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL	Mas de 50 Años	Entre 36 a 50 Años	Entre 26 a 35 Años	Entre 11 a 25 Años	Menos de 11 Años
Mas de 50 Años	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Entre 36 a 50 Años	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 26 a 35 Años	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 11 a 25 Años	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Menos de 11 Años	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.68	8.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.3-10 Matriz Normalización De Pares- Antigüedad Del Cerco Perimetral

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL						
ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL	Mas de 50 Años	Entre 36 a 50 Años	Entre 26 a 35 Años	Entre 11 a 25 Años	Menos de 11 Años	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
Mas de 50 Años	0.490	0.544	0.469	0.391	0.333	0.445
Entre 36 a 50 Años	0.245	0.272	0.352	0.326	0.292	0.297
Entre 26 a 35 Años	0.122	0.091	0.117	0.196	0.208	0.147
Entre 11 a 25 Años	0.082	0.054	0.039	0.065	0.125	0.073
Menos de 11 Años	0.061	0.039	0.023	0.022	0.042	0.037

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.3-11 Índice y Relación De Consistencia - Antigüedad Del Cerco Perimetral

IC	0.047
IR	0.042

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

La configuración influye sobre la resiliencia como Cumplimiento De La Normatividad Vigente Ce - 040 De Drenaje Pluvial sobre el entorno de área analizada. Los que No cumple con las condiciones mínimas concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los que Cumple totalmente con las condiciones mínimas representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración. Cabe recalcar que la ponderación

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.3-12 Tabla De Ponderación Para Parámetros De resiliencia

DIMENSION ECONOMICA		PONDERACION
RESILIENCIA	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL	1.00

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• **PARÁMETRO: CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL**

Cuadro N° 4.3-13 Matriz Comparación De Pares- Cumplimiento De La Normatividad Vigente CE -040 De Drenaje Pluvial

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: cumplimiento de la normatividad vigente ce -040 de drenaje pluvial					
CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL	No cumple con las condiciones mínimas	Cumple escasamente con las condiciones mínimas	Cumple parcialmente con las condiciones mínimas	Cumple mayormente con las condiciones mínimas	Cumple totalmente con las condiciones mínimas
No cumple con las condiciones mínimas	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Cumple escasamente con las condiciones mínimas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Cumple parcialmente con las condiciones mínimas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Cumple mayormente con las condiciones mínimas	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Cumple totalmente con las condiciones mínimas	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.3-14 Matriz Normalización De Pares- Cumplimiento De La Normatividad Vigente CE -040 De Drenaje Pluvial

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: cumplimiento de la normatividad vigente ce -040 de drenaje pluvial						
CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL	No cumple con las condiciones mínimas	Cumple escasamente con las condiciones mínimas	Cumple parcialmente con las condiciones mínimas	Cumple mayormente con las condiciones mínimas	Cumple totalmente con las condiciones mínimas	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
No cumple con las condiciones mínimas	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Cumple escasamente con las condiciones mínimas	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Cumple parcialmente con las condiciones mínimas	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Cumple mayormente con las condiciones mínimas	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Cumple totalmente con las condiciones mínimas	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.3-15 Índice y Relación De Consistencia - Cumplimiento De La Normatividad Vigente CE -040 De Drenaje Pluvial

IC	0.007
IR	0.006

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.4. VULNERABILIDAD EN DIMENSIÓN AMBIENTAL

4.4.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

La configuración influye sobre la exposición como Distancia A Puntos De Contaminación respecto al área analizada. Los que tienen una distancia Menor a 30 m, concentran la mayor susceptibilidad, mientras que Mayores a 300 m representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración.

Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.4-1 Tabla De Ponderación Para Parámetros De exposición

DIMENSION AMBIENTAL		PONDERACION
EXPOSICION	DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACIÓN	1.00

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• PARÁMETRO: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACIÓN

Cuadro N° 4.4-2 Matriz Comparación De Pares- Distancia A Puntos De Contaminación

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACIÓN					
DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACIÓN	Menor a 30 m.	De 30 a 50 m.	De 50 a 150 m.	De 150 a 300 m.	Mayor a 300 m.
Menor a 30 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 30 a 50 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 50 a 150 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 150 a 300 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 300 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.4-3 Matriz Normalización De Pares- Distancia A Puntos De Contaminación

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACIÓN						VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACIÓN	Menor a 30 m.	De 30 a 50 m.	De 50 a 150 m.	De 150 a 300 m.	Mayor a 300 m.	
Menor a 30 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 30 a 50 m.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 50 a 150 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 150 a 300 m.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 300 m.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.4-4 Índice y Relación De Consistencia - Distancia A Puntos De Contaminación

IC	0.061
IR	0.054

Fuente: Elaboración Propia

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.4.2. ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSION AMBIENTAL

La configuración influye sobre la fragilidad como la Estabilidad Y Tipo De Suelo respecto al área analizada. Los que tienen grietas profundas y Suelos arcillosos pesados, compactados o superficies impermeabilizadas, hundimientos, concentran la mayor susceptibilidad, mientras que terreno consolidado o rocoso y Suelos arenosos profundos o gravosos representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración.

Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.4-5 Tabla De Ponderación Para Parámetros De fragilidad

DIMENSION AMBIENTAL		PONDERACION
FRAGILIDAD	ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO	1.00

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• PARÁMETRO: ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO

Cuadro N° 4.4-6 Matriz Comparación De Pares- Estabilidad Y Tipo De Suelo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO					
ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO	MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos) y Suelos arcillosos pesados, compactados o superficies impermeabilizadas	INESTABLE (grietas superficiales, erosión) y Suelos con alto contenido de arcilla o limos finos	REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco- limosos	ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos	MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos)
MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos) y Suelos arcillosos pesados, compactados o superficies impermeabilizadas	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
INESTABLE (grietas superficiales, erosión) y Suelos con alto contenido de arcilla o limos finos	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos)	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 4.4-7 Matriz Normalización De Pares- Estabilidad Y Tipo De Suelo

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO						
ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO	MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos) y Suelos arcillosos pesados, compactados o superficies impermeabilizadas	INESTABLE (grietas superficiales, erosión) y Suelos con alto contenido de arcilla o limos finos	REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos	ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos	MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos)	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos) y Suelos arcillosos pesados, compactados o superficies impermeabilizadas	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
INESTABLE (grietas superficiales, erosión) y Suelos con alto contenido de arcilla o limos finos	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	0.272
REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos)	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.4-8 Índice y Relación De Consistencia - Estabilidad Y Tipo De Suelo

IC	0.021
IR	0.019

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

La configuración influye sobre la resiliencia como Manejo Y Disposición De Residuos Sólidos. Cuando su manejo y disposición es Vertido a cauce / Quebrada, concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los Recolectan formalmente a diario, representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Y sobre Manejo Y Disposición De Aguas Residuales. Los que Vierten a cauce o Quebrada, concentran la mayor susceptibilidad, mientras que los cuentan con Alcantarillado público con tratamiento, representan menos susceptibilidad a eventos extremos por tanto cuentan con baja vulnerabilidad. Los pesos ponderados asignados a cada descriptor fueron obtenidos mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty, cuyo detalle se presenta en el presente informe. Dicho procedimiento permitió jerarquizar los descriptores de acuerdo con su relevancia en la determinación del peligro, asegurando objetividad en la valoración.

Cabe recalcar que la ponderación como factor de exposición, fragilidad y resiliencia están dados por los siguientes pesos 0.633, 0.260 y 0.106 respectivamente

Cuadro N° 4.4-9 Tabla De Ponderación Para Parámetros De resiliencia

DIMENSION AMBIENTAL		PONDERACION
RESILIENCIA	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	0.50

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	0.50
--	--	------

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

• PARÁMETRO: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS

Cuadro N° 4.4-10 Matriz Comparación De Pares- Manejo Y Disposición De Residuos Solidos

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS					
MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Botadero informal / quema)	MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	BUENO (Recolección formal por semana)	MUY BUENO (Recolección formal a diario)
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
MALO (Botadero informal / quema)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
BUENO (Recolección formal por semana)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
MUY BUENO (Recolección formal a diario)	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.58	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.4-11 Matriz Normalización De Pares- Manejo Y Disposición De Residuos Solidos

MATRIZ DE NORMALIZACION DE PARES DEL PARAMETRO: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS						
MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Botadero informal / quema)	MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	BUENO (Recolección formal por semana)	MUY BUENO (Recolección formal a diario)	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	0.560	0.642	0.522	0.429	0.375	0.505
MALO (Botadero informal / quema)	0.187	0.214	0.313	0.306	0.292	0.262
MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado)	0.112	0.071	0.104	0.184	0.167	0.128
BUENO (Recolección formal por semana)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
MUY BUENO (Recolección formal a diario)	0.062	0.031	0.026	0.020	0.042	0.036

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.4-12 Índice y Relación De Consistencia - Manejo Y Disposición De Residuos Solidos

IC	0.057
IR	0.051

Fuente: Elaboración Propia

• PARÁMETRO: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Cuadro N° 4.4-13 Matriz Comparación De Pares- Manejo Y Disposición De Aguas Residuales

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES DEL PARAMETRO: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES					
MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Pozo ciego / Letrina)	MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	BUENO (Alcantarillado público sin tratamiento)	MUY BUENO (Alcantarillado público con tratamiento)
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
MALO (Pozo ciego / Letrina)	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
BUENO (Alcantarillado público sin tratamiento)	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
MUY BUENO (Alcantarillado público con tratamiento)	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.4-14 Matriz Normalización De Pares- Manejo Y Disposición De Aguas Residuales

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARAMETRO: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES						
MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES	MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	MALO (Pozo ciego / Letrina)	MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	BUENO (Alcantarillado público sin tratamiento)	MUY BUENO (Alcantarillado público con tratamiento)	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada)	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
MALO (Pozo ciego / Letrina)	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento)	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
BUENO (Alcantarillado público sin tratamiento)	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
MUY BUENO (Alcantarillado público con tratamiento)	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 4.4-15 Índice y Relación De Consistencia - Manejo Y Disposición De Aguas Residuales

IC	0.007
IR	0.006

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

4.5. ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro N° 4.5-1 Estratificación De Vulnerabilidad

ESTRATIFICACION DE VULNERABILIDAD		
NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTO	DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 0 a 5 años y mayor a 65 años, NIVEL EDUCATIVO: NINGUNO, ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: NINGUN SEGURO. DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: Menor a 5 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: triplay, paja, hoja de palmera. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Mas de 50 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL: No cumple con las condiciones mínimas. DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: Menor a 30 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos) y Suelos arcillosos pesados, compactados o superficies impermeabilizadas, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada).	0.269 ≤ V < 0.468
VULNERABILIDAD ALTO	DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 6 a 12 años y entre 60 a 65 años. NIVEL EDUCATIVO: PRIMARIA. ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: SEGURO PRIVADO. DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: De 5 a 15 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: Quincha, Caña, Esteras. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Entre 36 a 50 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL: Cumple escasamente con las condiciones mínimas. DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: De 30 a 50 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: INESTABLE (grietas superficiales, erosión) y Suelos con alto contenido de arcilla o limos finos, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: MALO (Botadero informal / quema), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: MALO (Pozo ciego / Letrina).	0.149 ≤ V < 0.269
VULNERABILIDAD MEDIO	DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 12 -a 15 años y entre 50 a 60 años. NIVEL EDUCATIVO: SECUNDARIA. ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: SEGURO DE FUERZAS ARMADAS O POLICIALES. DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: De 15 a 30 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: Adobe, Tejas, Planchas de calamina, Fibra de cemento. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Entre 26 a 35 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL: Cumple parcialmente con las condiciones mínimas.	0.076 ≤ V < 0.149

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

	DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: De 50 a 150 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento).	
VULNERABILIDAD BAJO	DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 15 a 30 años o 30 a 50 años. NIVEL EDUCATIVO: TECNICO o UNIVERSITARIO. ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: ESSALUD o SEGURO INTEGRAL DEL SALUD (SIS). DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: De 30 a 60 m. o Mayor a 60 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: Madera, Piedra, Sillar con cal o cemento o Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Entre 11 a 25 Años o Menos de 11 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL: Cumple mayormente con las condiciones mínimas o Cumple totalmente con las condiciones mínimas. DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: De 150 a 300 m. o Mayor a 300 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos o MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: BUENO (Recolección formal por semana) o MUY BUENO (Recolección formal a diario), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: BUENO (Alcantarillado publico sin tratamiento) o MUY BUENO (Alcantarillado público con tratamiento).	0.039 ≤ V < 0.076

4.6. NIVELES DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro N° 4.6-1 Niveles De Vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD SOCIAL			
MUY ALTO	0.269	≤ V <	0.468
ALTO	0.149	≤ V <	0.269
MEDIO	0.076	≤ V <	0.149
BAJO	0.039	≤ V <	0.076

Fuente: Elaboración Propia



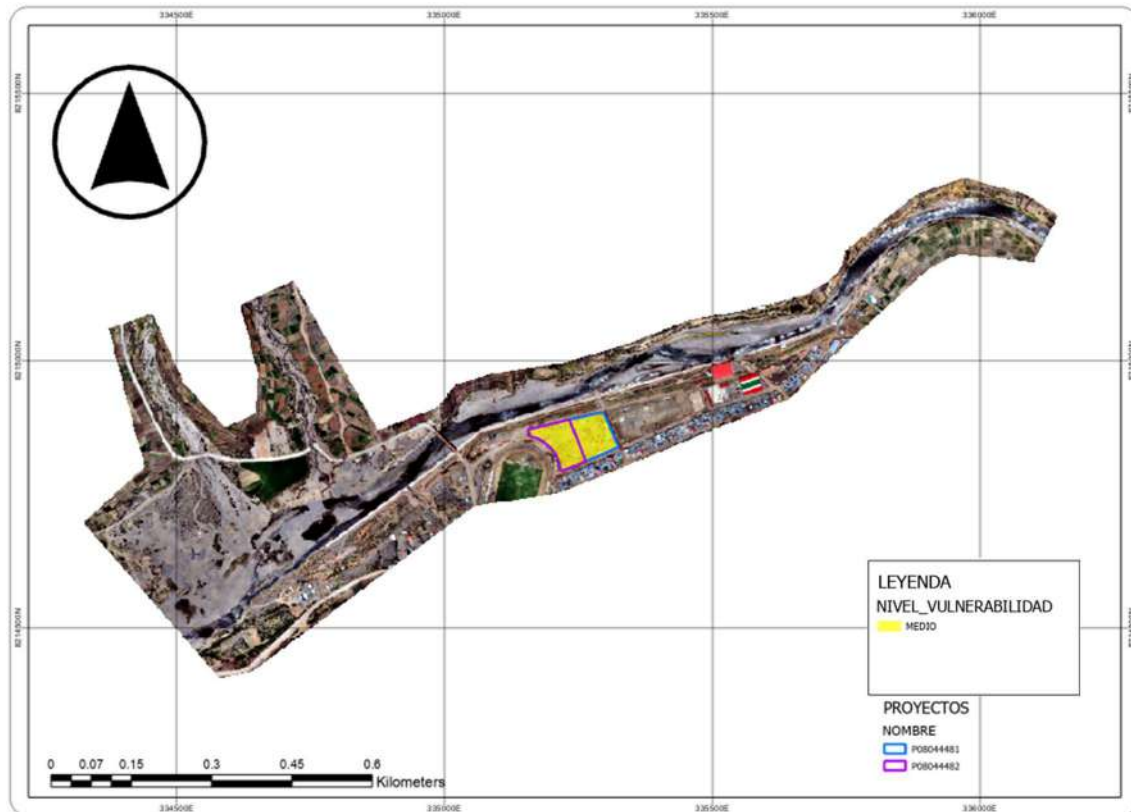
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.7. MAPA DE VULNERABILIDAD

Figura N° 4.7-1 Mapa De Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración Propia- ArcGIS pro 3.3

V. CAPITULO 05: CALCULO DE RIESGO

5.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de las precipitaciones, y el nivel de susceptibilidad ante el peligro por inundación, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio. Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas al fenómeno de Inundación. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

5.2. NIVELES DEL RIESGO

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 un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Cuadro N° 5.2-1 Calculo De Nivel De Riesgo

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (R= P*V)
0.475	0.468	0.222
0.272	0.269	0.073
0.141	0.149	0.021
0.070	0.076	0.005
0.042	0.039	0.002

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Cuadro N° 5.2-2 Niveles De Riesgo

NIVELES DE RIESGO		
MUY ALTO	0.073	$\leq R < 0.222$
ALTO	0.021	$\leq R < 0.073$
MEDIO	0.005	$\leq R < 0.021$
BAJO	0.002	$\leq R < 0.005$

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

5.3. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO

Cuadro N° 5.3-1 Estratificación De Riesgo

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
RIESGO MUY ALTO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE: Muy alto: > 1.5 m (daños catastróficos y socavación severa). UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) PENDIENTE DEL TERRENO: 0° A 5° UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Río Ichuña, Llanura de Inundación, Isla Fluvial. UNIDAD GEOLOGICA: Qh-al (re) DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 0 a 5 años y mayor a 65 años, NIVEL EDUCATIVO: NINGUNO, ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: NINGUN SEGURO. DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: Menor a 5 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: triplay, paja, hoja de palmera. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Mas de 50 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL: No cumple con las condiciones mínimas. DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: Menor a 30 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: MUY INESTABLE (grietas profundas, hundimientos) y Suelos arcillosos pesados, compactados o superficies impermeabilizadas, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: MUY MAL (Vertido a cauce / Quebrada).	0.073
RIESGO ALTO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE de Alto: 1.0 – 1.5 m (daños severos, posible pérdida de funcionalidad). UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) PENDIENTE DEL TERRENO: 5° A 15° UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Cauce seco de Quebrada antropizada, Cono Aluvial Antropizado, alcantarillado Sedimentario, alcantarillado Aluvial. UNIDAD GEOLOGICA: Qh-al DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 6 a 12 años y entre 60 a 65 años. NIVEL EDUCATIVO: PRIMARIA. ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: SEGURO PRIVADO.	0.021 $\leq R < 0.073$

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

	DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: De 5 a 15 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: Quincha, Caña, Esteras. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Entre 36 a 50 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE - 040 DE DRENAJE PLUVIAL: Cumple escasamente con las condiciones mínimas. DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: De 30 a 50 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: INESTABLE (grietas superficiales, erosión) y Suelos con alto contenido de arcilla o limos finos, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: MALO (Botadero informal / quema), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: MALO (Pozo ciego / Letrina).	
RIESGO MEDIO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE: Medio: 0.5 – 1.0 m (daños moderados, erosión de bordes). UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) PENDIENTE DEL TERRENO: 15° A 25° UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Terraza Fluvial, Terraza Aluvial, Borde de Terraza Fluvio-Aluvial, Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado, Terraza Aluvial Antrópica. UNIDAD GEOLOGICA: P-pu , PN-pa DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 12 -a 15 años y entre 50 a 60 años. NIVEL EDUCATIVO: SECUNDARIA. ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: SEGURO DE FUERZAS ARMADAS O POLICIALES. DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: De 15 a 30 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: Adobe, Tejas, Planchas de calamina, Fibra de cemento. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Entre 26 a 35 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL: Cumple parcialmente con las condiciones mínimas. DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: De 50 a 150 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: REGULAR (Algunos signos de inestabilidad) y Suelos francos o franco-limosos, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: MEDIO (Recolección irregular / botadero controlado), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: MEDIO (Alcantarillado privado sin tratamiento).	$0.005 \leq R < 0.021$
RIESGO BAJO	ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE: Bajo: 0.2 – 0.5 m (afectación menor, encharcamientos importantes). o Muy bajo: 0 – 0.2 m (o sin anegamiento – impacto leve o nulo) y zonas sin intervención UMBRAL DE PRECIPITACION: RR > 30,5 mm (extremadamente lluvioso) ALTURA DE AGUA EN ZONA INUNDABLE: Bajo: 0.2 – 0.5 m (afectación menor, encharcamientos importantes). o Muy bajo: 0 – 0.2 m (o sin anegamiento – impacto leve o nulo) y zonas sin intervención UNIDAD GEOMORFOLOGICA: Pie de Monte Deluvial, Terraza Antrópica, Cárcavas, Cárcavas Antropizada. o Domo y Flujo de Lavas, Montaña en Roca Sedimentaria Metamórfica, Montaña roca sedimentaria. UNIDAD GEOLOGICA: Ki-mu , Ki-hu o Js-la , Js-gr, P-pi DIMENSION SOCIAL: GRUPO ETAREO: 15 a 30 años o 30 a 50 años. NIVEL EDUCATIVO: TECNICO o UNIVERSITARIO. ACCESO A SEGUROS DE SALUD FRENTE A UN DESASTRE: ESSALUD o SEGURO INTEGRAL DEL SALUD (SIS). DIMENSION ECONOMICA: DISTANCIA MINIMA AL RIO: De 30 a 60 m. o Mayor a 60 m. TIPO DE MATERIALES DE LA VIVIENDA: Madera, Piedra, Sillar con cal o cemento o Ladrillos, Bloque de cemento, Concreto Armado. ANTIGÜEDAD DEL CERCO PERIMETRAL: Entre 11 a 25 Años o Menos de 11 Años. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE CE -040 DE DRENAJE PLUVIAL: Cumple mayormente con las condiciones mínimas o Cumple totalmente con las condiciones mínimas. DIMENSION AMBIENTAL: DISTANCIA A PUNTOS DE CONTAMINACION: De 150 a 300 m. o Mayor a 300 m., ESTABILIDAD Y TIPO DE SUELO: ESTABLE (sin problemas visibles) y Suelos arenosos o gravosos o MUY ESTABLE (terreno consolidado y/o rocoso) y Suelos arenosos profundos o gravosos (lechos de río secos), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS: BUENO (Recolección formal por semana) o MUY BUENO (Recolección formal a diario), MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES: BUENO (Alcantarillado publico sin tratamiento) o MUY BUENO (Alcantarillado público con tratamiento).	$0.002 \leq R < 0.005$



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

5.4. MAPA DE RIESGO

Figura N° 5.4-1 Mapa De Riesgo



Fuente: Elaboración Propia- ArcGIS pro 3.3

5.5. MATRIZ DE RIESGO

La matriz de riesgos constituye una herramienta metodológica esencial para determinar cuantitativamente el nivel de riesgo en el área de intervención, a partir de la combinación sistemática entre los niveles de peligro y los niveles de vulnerabilidad. Esta interrelación permite evaluar de manera objetiva las posibles consecuencias ante la ocurrencia de un evento peligroso, en este caso, una inundación pluvial.

Para su construcción, se consideraron los rangos previamente definidos tanto para el peligro como para la vulnerabilidad, y se aplicó la fórmula convencional:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

El cruce de estos valores da lugar a una matriz compuesta por dieciséis combinaciones posibles, distribuidas en una escala de riesgo que va desde bajo hasta muy alto. La matriz resultante proporciona una representación numérica de cada combinación, facilitando la categorización del riesgo en función de los rangos establecidos.

El cuadro que se presenta a continuación resume estas combinaciones. En él se puede observar cómo el nivel de riesgo aumenta progresivamente al combinar niveles altos de peligro con vulnerabilidades igualmente elevadas. Esta información es clave para priorizar zonas críticas dentro del ámbito del proyecto, y orientar estrategias de mitigación y diseño de infraestructura con enfoque preventivo.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

A continuación, se presenta la Matriz de Riesgo correspondiente.

Cuadro N° 5.5-1 Matriz De Riesgo

MATRIZ DE RIESGO POR INUNDACION PLUVIAL					
PMA	0.475	0.036	0.071	0.128	0.222
PA	0.272	0.021	0.041	0.073	0.127
PM	0.141	0.011	0.021	0.038	0.066
PB	0.070	0.005	0.010	0.019	0.033
PELIGRO		0.076	0.149	0.269	0.468
VULNERABILIDAD		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración Propia – Adaptado De CENEPRED

Donde:

- PMA : Peligro Muy Alto
- PA : Peligro Alto
- PM : Peligro Medio
- PB : Peligro Bajo
- VMA : Vulnerabilidad Muy Alta
- VA : Vulnerabilidad Alta
- VM : Vulnerabilidad Media
- VB : Vulnerabilidad Baja

5.6. CALCULO DE EFECTOS PROBABLES (DAÑOS Y PERDIDAS)

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia del evento analizado para los proyectos: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, a consecuencia del impacto del peligro por Inundación Pluvial como producto de las altas precipitaciones pluviales de eventos extraordinarios.

Este análisis económico se ha basado en un escenario de riesgo medio a alto, asociado a la ocurrencia de precipitaciones muy lluviosas, con capacidad de generar afectaciones directas e indirectas a los servicios educativos. Bajo este supuesto, se han considerado cinco categorías principales de impacto: daños, pérdidas, costos adicionales, costos de rehabilitación y costos de reconstrucción.

- Daños probables: Incluyen la reposición de elementos que, ante una inundación severa, podrían presentar afectación estructural o funcional. Esto abarca componentes como el cerco perimétrico de la institución, el mobiliario y equipamiento pedagógico, instalaciones de servicios básicos (agua potable) y ambientes críticos anegados o deteriorados por el ingreso de agua. Los montos unitarios fueron establecidos en base a precios de mercado y referencias técnicas como CAPECO.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

- **Pérdidas probables:** Se calcularon en función del número de horas lectivas que podrían verse suspendidas por la interrupción del servicio educativo. Para este caso, se ha proyectado la afectación de 16 horas académicas, considerando aproximadamente 200 alumnos en condición de matrícula, lo que representa un impacto económico importante en términos de continuidad del servicio.
- **Costos adicionales probables:** Corresponden a actividades complementarias requeridas para la reanudación temporal del servicio educativo. Esto incluye la remoción de escombros y lodo, instalación de aulas prefabricadas, atención a docentes reubicados temporalmente, y adquisición de kits de emergencia con insumos básicos. Estas acciones permiten una respuesta inmediata ante la emergencia.
- **Costos de rehabilitación probables:** Se han estimado para intervenciones que no implican la pérdida total de la infraestructura, pero sí requieren atención urgente para permitir su uso nuevamente. Aquí se contempla la rehabilitación estructural menor, reinstalación de mobiliario parcialmente dañado, y limpieza y desinfección de aulas, laboratorios y servicios higiénicos.
- **Costos de reconstrucción probables:** Se incluyen los gastos que podrían generarse en el caso de una afectación mayor que demande la reconstrucción total o parcial de la infraestructura educativa. Además, se ha previsto la elaboración de estudios técnicos necesarios para viabilizar esta intervención, como parte de una respuesta planificada a futuro.

La suma total estimada de los efectos probables asciende a S/. 380,100.00, monto que refleja el impacto económico que podría implicar un evento de inundación de magnitud relevante en la etapa de funcionamiento de la institución. Este valor no solo respalda la necesidad de considerar medidas estructurales y no estructurales de mitigación, sino que también orienta la priorización de inversiones para reducir el riesgo, garantizar la continuidad educativa y salvaguardar a la población escolar.

Dicho cuadro servirá como insumo para el análisis de aceptabilidad del riesgo y deberá ser tomado en cuenta al momento de formular el proyecto de inversión, así como para definir alternativas de intervención técnica viables, sostenibles y alineadas con los principios de gestión del riesgo de desastres.

Se muestra a continuación los efectos económicos probables siendo netamente referencial:

CUADRO N° 5.6-1 TABLAS DE DAÑOS PÉRDIDAS, COSTOS ADICIONALES, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN

DAÑOS PROBABLES				
ACTIVIDAD	U.M.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL S/.
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA (CERCO PERIMÉTRICO)	ML	15.00	500.00	7,500.00
REPOSICIÓN DE MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO	GLB	1.00	10,000.00	10,000.00
MEJORAMIENTO DE LAS CONEXIONES DE SERVICIO BÁSICO	UND	1.00	500.00	500.00
REPARACIÓN DE AMBIENTES CRÍTICOS	M2	60.00	150.00	9,000.00

PERDIDAS PROBABLES				
ACTIVIDAD	U.M.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL S/.
HORAS DE CLASES PERDIDAS POR SUSPENSIÓN DE SERVICIO	HORAS	12.00	2,000.00	24,000.00

COSTOS ADICIONALES PROBABLES				
ACTIVIDAD	U.M.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL S/.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA (CERCO PERIMÉTRICO)	M3	60.00	35.00	2,100.00
REPOSICIÓN DE MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO	UND	2.00	15,000.00	30,000.00
MEJORAMIENTO DE LAS CONEXIONES DE SERVICIO BÁSICO	GLB	1.00	8,000.00	8,000.00
REPARACIÓN DE AMBIENTES CRÍTICOS	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00

COSTOS DE REHABILITACION PROBABLES				
ACTIVIDAD	U.M.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL S/.
REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL MENOR	UND	2.00	20,000.00	40,000.00
REHABILITACIÓN DE MOBILIARIO PARCIALMENTE AFECTADO	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE AULAS LABORATORIOS Y SSHH	M2	800.00	10.00	8,000.00

COSTOS DE RECONSTRUCCION PROBABLE				
ACTIVIDAD	U.M.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL S/.
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y EXPEDIENTE TÉCNICOS	GLB	1.00	25,000.00	25,000.00
CONSTRUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA NUEVA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA	M2	60.00	3,500.00	210,000.00

COSTO TOTAL DE EFECTOS PROBABLES S/.	380,100.00
---	-------------------

VI. CAPITULO 06: CONTROL DEL RIESGO

6.1. COSTO EFECTIVIDAD

En el presente estudio de Evaluación del Riesgo de Desastres (EVAR), se ha estimado que los efectos probables ante un escenario de inundación fluvial en el área de intervención podrían alcanzar un costo total aproximado de S/. 380,100.00, monto que incluye daños, pérdidas y costos asociados a medidas de respuesta, rehabilitación y eventual reconstrucción de la futura infraestructura educativa. Sin embargo, el proyecto aún se encuentra en fase de formulación, por lo que no es posible establecer, en esta etapa, los costos específicos asociados a medidas estructurales correctivas (como muros de contención, sistemas de drenaje, defensas ribereñas complementarias, etc.) ni tampoco a acciones no estructurales (como sistemas de alerta temprana, señalización o planes de evacuación), ya que el diseño de la infraestructura se encuentra en desarrollo preliminar y aún no cuenta con expedientes técnicos definitivos.

A pesar de ello, desde un enfoque preventivo, la incorporación de medidas de mitigación desde la etapa de formulación permite su inclusión directa dentro del presupuesto del proyecto, lo cual resulta altamente costo-efectivo en comparación con los costos que implicaría responder ante una emergencia o desastre. La evidencia demuestra que el costo de prevenir o reducir el riesgo es significativamente menor que el de enfrentar los efectos de un evento adverso una vez ocurrida la emergencia.

En ese sentido, se recomienda que en la formulación definitiva del proyecto de inversión pública se contemplen intervenciones que permitan reducir el nivel de exposición y vulnerabilidad, aprovechando esta etapa para incorporar mejoras de diseño y ubicación estratégica de los componentes de la infraestructura. De este modo, se asegura la sostenibilidad del servicio educativo y se optimizan los recursos públicos asignados.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

6.2. CONTROL DE RIESGO

6.2.1. DE LA EVALUACION DE MEDIDAS

6.2.1.1. VALORACION DE CONSECUENCIAS

Cuadro N° 6.2-1 Valoración De Consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: CENEPRED

Del Cuadro N° 6.2 1 Valoración De Consecuencias, Las consecuencias generadas por un fenómeno natural pueden ser gestionadas por la municipalidad de Ichuña ya sea incorporando estructuras que contrarresten los peligros que presentan en la zona de estudio para esto se da un valor de 3 NIVEL ALTO.

6.2.1.2. VALORACION DE FRECUENCIAS

Cuadro N° 6.2-2 Valoración De Frecuencias

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Puede ocurri en la mayoría de las circunstancias
3	alta	Puede ocurri en periodos de tiempo medianamente largos segun circunstancias
2	media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos segun las circunstancias
1	bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Fuente: CENEPRED

Del Cuadro N° 6.2 2 Valoración De Frecuencias, debido que el factor desencadenante puede ocurrir en un periodo largo de 140 años en consecuencia para esto se da un valor de 1 NIVEL BAJO.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

6.2.1.3. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑOS

Cuadro N° 6.2-3 Nivel De Consecuencia Y Daño

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Medio	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Medio	Medio	Alta	Alta
Bajo	1	Bajo	Medio	Medio	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Bajo	Medio	Alta	Muy Alta

Fuente: CENEPRED

Del Cuadro N° 6.2 2 Nivel De Consecuencia Y Daño, se obtiene que es de MEDIO.

6.2.1.4. MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS

Cuadro N° 6.2-4 Medidas Cualitativas De Consecuencias Y Daños

NIVEL	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

Debido a que en el Cuadro N° 6.2 3 Nivel De Consecuencia Y Daño, nos salió el valor MEDIO y buscamos dentro de Cuadro N° 6.2 4 Medidas Cualitativas De Consecuencias Y Daños, obteniendo que requiere tratamiento, medico en las personas, perdidas de bienes y financieras altas.

6.2.1.5. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

Cuadro N° 6.2-5 Aceptabilidad Y Tolerancia de riesgo

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de se posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	.	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Una vez determinado el nivel de consecuencias y daños, se compara con el cuadro anterior respecto a los valores y se obtiene un nivel TOLERABLE para el riesgo por Inundación pluvial, para las actuales condiciones físicas de las MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, en el primer caso se deberán programar actividades en el corto y mediano plazo para manejar el nivel de riesgo.

La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

Cuadro N° 6.2-6 Matriz de Aceptabilidad Y Tolerancia De Riesgo

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 6.2-7 Nivel De Priorización

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 6.2 6 Nivel De Priorización, se obtiene que el **NIVEL DE PRIORIZACIÓN ES III TOLERABLE**.

6.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES

De manera general, la reducción de la vulnerabilidad operativa y administrativa se puede lograr con medidas como mejoras en los sistemas de comunicación, previsión del adecuado número y tipo de vehículo de transporte, previsión de generadores auxiliares, frecuencia de inspecciones en la línea, corrección inmediata de los atoros y reboses en zonas de suelos inestables, planificación para atención de emergencias, etc.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Se recomienda dentro de la Municipalidad Distrital de Ichuña, la creación de un Comité de Emergencias Permanente, tendrá la responsabilidad de la planificación, organización y dirección de los recursos humanos, materiales y económicos, y de las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas en la mitigación, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de emergencia y desastre, coordinando directamente con la unidad de contingencia de la etapa de operación del proyecto.

La vulnerabilidad de un elemento expuesto a un peligro de origen natural, de una severidad dada, se expresa en porcentaje. Depende del elemento en particular expuesto al peligro natural. Para la vulnerabilidad pronosticada la expresión puede ser un coeficiente del número de víctimas o heridos probables con relación al total de la población, o el porcentaje y severidad probables de una identificación dañada. Su evaluación, a nivel comunidad o región, permite construir el escenario de riesgo potencial para el fenómeno cuya severidad se ha establecido. Por otro lado, la vulnerabilidad observada después de ocurrido el evento, se expresa en porcentaje de daños observados en los acompañamientos tipos de estructuras en el tratamiento de residuos sólidos. Estas evaluaciones permiten establecer el impacto económico y social del evento y evaluar si el escenario resultante constituye o no un desastre.

A continuación, se señalan algunos factores que contribuyen a la vulnerabilidad frente a los diferentes tipos de peligros:

Frente a las inundaciones.

- Ubicación de asentamientos en terrenos de aluvión.
- Falta de conocimiento del peligro de inundación.
- Reducción de la capacidad de absorción de la tierra.
- Construcciones o cimientos no resistentes y otros.
- Elementos de Infraestructura de alto riesgo.
- Suministro de alimentos y cosechas permanentes sin protección; pastoreo de ganados.

MEDIDAS ESTRUCTURALES

- El proyecto deberá contemplar en la propuesta del expediente técnico el drenaje adecuado para el volumen de agua a drenar en tiempos de lluvia.
- El diseño educativo deberá considerar las alturas con respecto al pantalla de cauce del río y/o pendientes en la infraestructura respetando la normativa de construcciones educativas.
- Se recomienda evaluar la construcción de elementos de reducción de energía en zonas estratégicas de la trama rural, para contener avenidas excepcionales, a su vez realizar



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

descolmataciones del río Ichuña, en temporadas donde las precipitaciones son mínimas.

- La municipalidad deberá de construir sistema de conducción de agua para riego considerando elementos disipadores, pases y estructuras de toma de agua, considerando la estructura geomorfológica de la zona.

PLAN DE CONTINGENCIAS

Implementar y/o hacer uso del plan de contingencias permitirá contrarrestar y/o evitar los efectos generados por la ocurrencia de emergencias, ya sean eventos asociados a fenómenos naturales o causados por el hombre, los mismos que podrían ocurrir durante la construcción y/o operación del proyecto.

El plan de contingencias es elaborado para facilitar el control de los riesgos que puedan surgir durante la vida útil del proyecto, dar a conocer el presente plan a la población del distrito de Ichuña y a las entidades involucradas, quien realizará el mantenimiento y operación del proyecto, a fin de conciliar criterios y manejar las operaciones dentro los rangos de seguridad estándar, cuidando esencialmente la vida humana y el ambiente.

El plan de contingencias deberá estar disponible en un lugar visible para que todo el personal pueda acceder a él, asimismo al finalizar cada jornada se deberá evaluar los tipos de riesgos que se hubiesen generado durante las actividades, con la finalidad de adaptar y/o complementar las acciones del plan.

VII. CAPITULO 07: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

7.1. CONCLUSIONES

- El presente informe Evaluación de Riesgos es Semi cuantitativo, el cual se ha sido evaluado por el peligro de INUNDACION PLUVIAL con información existente de las Instituciones técnico-científicas (SIGRID, INGEMMET, SENAMHI), asimismo el análisis de la vulnerabilidad proviene de los resultados del Censo del 2017 (INEI) así como de la prospección INSITU, de esta forma se obtuvo los niveles de riesgo que coadyuvaron al planteamiento de medidas estructurales y no estructurales para la mitigación y reducción del riesgo en el proyecto denominado, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA,



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA.

- La presente evaluación de riesgos es válida con la ejecución del expediente técnico del proyecto.
- Debido a los factores condicionantes como pendiente, geología y geomorfología y los factores desencadenantes como UMBRALES DE PRECIPITACION se identificó NIVEL DE PELIGRO MEDIO en el ámbito de estudio ante una INUNDACIÓN FLUVIAL originado por lluvias intensas.
- El Nivel de VULNERABILIDAD obtenido a través de la Dimensión Social, Dimensión Económica y Dimensión Ambiental es MEDIO.
- El Nivel de RIESGO obtenido producto del Nivel de peligro y Nivel de Vulnerabilidad de MEDIO.
- La ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA para Inundación Pluvial del proyecto Educativo, es de nivel 2-TOLERABLE, en ese sentido se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
- De la matriz ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO, se determinó que el RIESGO ES TOLERABLE, lo cual quiere decir que se necesita mejorar la acción preventiva, asimismo se deberá considerar que el proyecto de inversión sea rentable y contemplar los mantenimientos periódicos a las vías propuestas para garantizar su adecuado funcionamiento.
- Dado que el predio P08044481 y predio donde se construirá un nuevo establecimiento de salud estratégico (CUI N.° 2497702), están separados únicamente por una vía local, se considera que existe una distancia que no impide los accesos, operación o evacuación de manera funcional entre ambas infraestructuras, especialmente en contextos de emergencia, considerando que la infraestructura educativa cuenta con aproximadamente 90 alumnos. En consecuencia, se califica esta condición como compatible.

7.2. RECOMENDACIONES

- a. Con la pendiente natural del terreno, y su geomorfología indicarán que estructuras hidráulicas podrán drenar las lluvias excepcionales.
- b. **Adequar el diseño y accesos del predio P08044481 para garantizar de manera eficiente y funcional los accesos, operación o evacuación con el proyecto de salud adyacente.** El terreno P08044481 (Institución Educativa), colinda directamente con una vía local, con el predio donde se construirá un nuevo establecimiento de salud estratégico (CUI N.° 2497702). Según la R.M. N.° 637-2024/MINSA, se debe considerar

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

una vía señalizada para el acceso operación o evacuación, particularmente en la accesibilidad peatonal y vehicular.

c. Se recomienda implementar medidas de diseño y gestión que aseguren la no interferencia operativa entre ambas infraestructuras, tales como:

- Coordinar con el equipo de diseño del establecimiento de salud para ubicar el acceso de emergencia lo más alejado posible del ingreso principal del instituto, priorizando salidas directas hacia vías de tránsito rápido.
- Diseñar accesos vehiculares y peatonales independientes y claramente segregados para ambas infraestructuras, evitando cruces de flujos.
- Incorporar elementos físicos (muros, cercos o franjas verdes) y señalización que garanticen la separación funcional entre el centro educativo y el centro de salud.
- Establecer una planificación de circulaciones internas y zonas de estacionamiento que prevenga la congestión vehicular en las vías de acceso comunes.

d. Realizar y/o actualizar los planes periódicos de descolmatación del río Ichuña, y poner énfasis en la zona cercana a la infraestructura proyectada, estas actividades con maquinaria pesada permiten mantener un cauce estable y con la suficiente sección hidráulica que pueda soportar los caudales máximos.

e. Implementar medidas estructurales de prevención frente al riesgo de inundación fluvial.

Se recomienda incluir en el diseño del proyecto:

- Muros de contención adicionales en zonas críticas no protegidas por el enrocado existente;
- Elevación del nivel de plataforma de cimentación por encima del nivel de crecida máxima estimada;
- Canales de derivación o zanjales de coronamiento aguas arriba del predio para controlar flujos de escorrentía;
- Estructuras de disipación de energía hidráulica para evitar erosión en puntos de descarga.

f. Mejorar el sistema de drenaje pluvial del entorno urbano de manera inmediata.

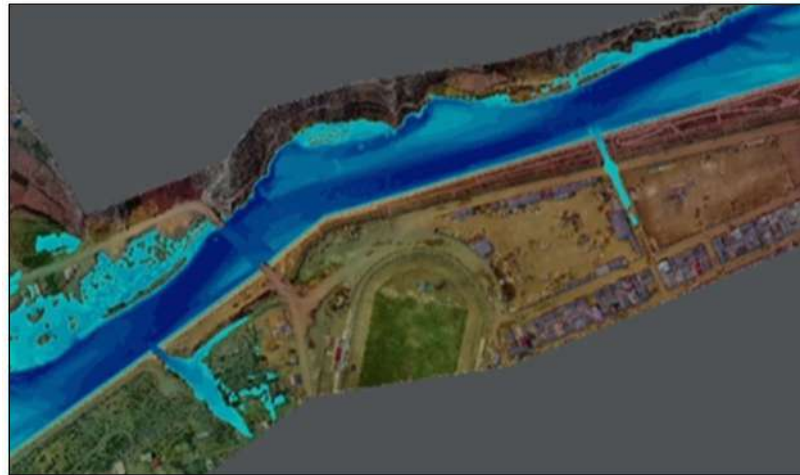
La acumulación de escorrentía superficial incluso en presencia de defensa ribereña representa un riesgo real de anegamiento, puesto que en la simulación a 140 años los peligros de inundación comenzarán por estos tres drenajes haciendo que el proyecto sufra de inundaciones fluviales.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 7.2-1 Simulación En Máximas Avenidas Con Un Periodo De Retorno De 140 Años



Fuente: Estudio Hidrológico

Se recomienda, Diseñar e implementar un sistema de drenaje pluvial completo, que permita direccionar las agua pluviales que vienen del sur-este del proyecto del distrito de Ichuña, con cunetas, canales colectores, buzones y estructuras disipadoras de energía, especialmente en la parte superior de la zona del pueblo, a fin de eliminar del muro de encauzamiento actual el sistema de drenaje pluvial, y direccionarlos mediante infraestructura hidráulicas a agua más debajo de manera que genere menor vulnerabilidad.

g. Delimitar oficialmente la faja marginal del río Ichuña.

Actualmente no existe una delimitación oficial de la faja marginal del cauce, lo cual impide definir con claridad las restricciones legales para el uso del suelo. Se recomienda gestionar ante la Autoridad Nacional del Agua (ANA):

- La elaboración del expediente técnico y resolución de delimitación;
- Y el registro del área como intangibilidad hidráulica.

h. Aplicar y/o actualizar las medidas no estructurales complementarias orientadas a la reducción del riesgo.

Estas medidas deben formar parte de la estrategia de gestión del riesgo institucional:

- Incorporar y/o actualizar en el proyecto educativo un Plan de Gestión de Riesgos y Contingencias ante desastres;
- Realizar simulacros de evacuación periódicos con estudiantes y personal;
- Establecer protocolos para la interrupción segura del servicio educativo;
- Capacitar a la comunidad educativa en temas de resiliencia, respuesta y recuperación ante eventos hidrometeorológicos.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

7.3. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- INGEMMET - Mapa Geológico Del Cuadrángulo De Pachía 36v - (2835) Serie A: Carta Geológica Nacional Escala 1: 100 000 De, J. Wilson, W. García, Revisión y actualización (2000): M. Monge, J. Cervantes Revisión del mapa integrado (2017), Edición: OSI - Cartografía Geológica Digital.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (2019). Manual para la Estimación de Efectos Probables en el Subsector Educación en Estudios de Evaluación de Riesgo. Lima, Perú.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (2021). Lineamientos para la Elaboración de Estudios de Evaluación del Riesgo de Desastres en el Marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI (2004). Manual para la Elaboración de Mapas de Peligros por Inundaciones. Lima, Perú.
- Ministerio de Educación – MINEDU (2022). Manual de Hidrología e Hidráulica para Proyectos de Infraestructura Educativa. Dirección General de Infraestructura Educativa (DIGIE). Lima, Perú.
- Ministerio de Educación – MINEDU (2022). Manual para el Diseño y Evaluación Técnica de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura Educativa. PRONIED – Dirección General de Infraestructura Educativa.
- Geo visores Digitales De MINEDU, MIDAGRI, INGEMMET, ANA Y CENEPRED.
- Sistema de información distrital para la gestión pública, del instituto nacional de estadística e informática, ESTADIST.
- MONSALVE, R. (1999). Hidrología Aplicada. Lima, Perú. Documento de referencia citado en el Manual de Hidrología del MINEDU.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI (s.f.). Información Hidrometeorológica Histórica e Indicadores Climáticos. Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe>
- Superintendencia Nacional de Bienes Estatales – SBN (2019). Directiva N.º 001-2019/SBN: Procedimiento para la Gestión del Catastro de Bienes Inmuebles del Estado.
- Presidencia del Consejo de Ministros – PCM (2011). Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. Decreto Supremo N.º 001-2010-AG.
- Ministerio de Economía y Finanzas – MEF (2022). Manual para la Programación Multianual y Gestión de Inversiones. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones – DGPMI. Invierte.pe.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

1. ANEXO 1: ESTUDIO TOPOGRAFICO.

Contenido

1	ANTECEDENTES	2
2	OBJETIVO	2
2.1	OBJETIVO PRINCIPAL	2
3	METAS	3
4	UBICACIÓN	3
4.1.1	UBICACIÓN POLÍTICA	3
4.1.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	3
5	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	3
5.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	3
5.2	TOPOGRAFÍA	4
5.3	VIAS DE ACCESO	6
5.4	CLIMA	7
5.4.1	TEMPERATURA	7
5.4.2	CIELO NUBLADO, SOL Y DÍAS DE PRECIPITACIÓN	11
5.4.3	VELOCIDAD DEL VIENTO	12
5.5	HIDROGRAFÍA	14
6	METODOLOGÍA EMPLEADA	14
6.1	ETAPA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	15
6.1.1	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS	17
6.1.2	CAPTURA DE DATOS	18
6.2	TRABAJO DE GABINETE	19
6.2.1	EXPORTACIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS	20
6.2.2	PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO, "SOFTWARE APROPIADO"	20
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
7.1	CONCLUSIONES	21
7.2	RECOMENDACIONES:	21
8	ANEXOS	21
8.1	DATOS OBTENIDOS EN CAMPO – REFERENCIACION DEL AREA DE INTERVENCION Y PROCESAMIENTO DE DATOS ²¹	
8.2	PANEL FOTOGRÁFICO – COLOCACION DE BMS MONUMENTADOS	32
8.3	CERTIFICADO DE EQUIPOS UTILIZADOS:	35



ESTUDIO TOPOGRÁFICO

1 ANTECEDENTES

La GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA, viene gestionando el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BÉLGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA GENERAL SÁNCHEZ CERRO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA" Y "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BÉLGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA", para lo cual se ha realizado el levantamiento topográfico de todo el componente fisiográfico a detalle a fin de verificar y constatar la infraestructura existente.

El Levantamiento topográfico del área en mención se desarrolla dentro del marco del trabajo de Topografía al detalle, para los cuales se han desarrollado las actividades siguientes:

Etapas de Gabinete.

- Recopilación de información existente en gabinete para su posterior desarrollo y procesamiento.

Etapas de Campo.

- Documentación de los puntos de control, ubicados dentro del área de influencia.
- Lectura de puntos de control terrestre con equipos de alta precisión.

Etapas de Gabinete

- Procesamiento de la información.

2 OBJETIVO

Dentro de los objetivos se tiene:

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el Levantamiento Topográfico a nivel de detalle, del área de Intervención, misma que se encuentra ubicada el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BÉLGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA GENERAL SÁNCHEZ CERRO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA" Y "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BÉLGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA".

OBJETIVO SECUNDARIO

Los objetivos secundarios son:

- Obtener y dejar identificados los Puntos de Control Horizontal (en coordenadas UTM) y Vertical (Bench Mark) en cantidad suficiente a fin de verificar las cotas y rumbos de los elementos físicos del área de interés para el proyecto.
- Realizar la captura de información con Equipos Topográficos de alta precisión, a fin de reunir todos los elementos físicos característicos de la zona de intervención.
- Obtener planos veraces y fidedignos del área de estudio, a escala apropiada, y en cuyo contenido se deberá apreciar los elementos físicos componentes del centro recreacional, tales como, postes de luz,



muros, buzones de alcantarillado, cajas de registro, piletas públicas, veredas, bermas, grifas contra incendio y otras características que involucren determinar el costo del proyecto.

3 METAS

- ✓ Elaboración y presentación de planos que reflejen el estado situacional del área a intervenir (Planta-Perfil longitudinal y Secciones Transversales), a escalas legibles.
- ✓ Determinación de áreas y perímetros, con el fin de dar paso a los diseños respectivos.
- ✓ Identificación de BM's y puntos de control situados en la zona del proyecto.

4 UBICACIÓN

La zona correspondiente al presente estudio topográfico para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BÉLGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA GENERAL SÁNCHEZ CERRO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA" Y "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BÉLGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA" , CUI N° 2292735., se encuentra ubicado en:

4.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA

- **Distrito** : ICHUÑA.
- **Provincia** : GENERAL SANCHEZ CERRO.
- **Departamento** : MOQUEGUA.

4.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

(COORDENAS DATUM WGS 84 UTM 19S)

Proyecto 01: Este: 335220.00 m, Norte: 8214841.00 m y Altitud: 3777. 10m.s.n.m

Proyecto 02: Este: 335276.00 m, Norte: 8214857.00 m y Altitud: 3777. 10m.s.n.m

5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En el área de intervención y su entorno se identifican distintas formaciones geológicas, que incluyen depósitos recientes del río, materiales antiguos estabilizados y afloramientos de rocas volcánicas y sedimentarias. Estas unidades reflejan la historia geológica del valle y son importantes para entender el comportamiento del terreno ante fenómenos naturales. A continuación, se describen todas las unidades geológicas presentes, tal como se representan en el mapa geológico oficial:

Qh-al: Depósitos aluviales conformados por gravas y arenas mal seleccionadas, con matriz limo-arcillosa. Se ubican principalmente en el cauce activo del río Ichuña. Son materiales sueltos, sin consolidación, con alta susceptibilidad a la erosión y a procesos de inundación.

Qh-al (re): Corresponde a depósitos aluviales antiguos, actualmente estabilizados. Están compuestos por arenas y gravas mal seleccionadas. Esta unidad está presente en gran parte del área urbana y en los predios evaluados, lo que indica que la zona fue parte del antiguo cauce del río, aunque hoy ya no recibe aporte de sedimentos.



Ki-hu: Formación Hualhuani, compuesta por capas de areniscas, limolitas y lodolitas. Estas rocas sedimentarias de origen antiguo forman parte de las laderas que rodean el valle. Tienen una estructura más estable que los depósitos sueltos del fondo del valle.

Ki-mu: Formación Murco. Se trata de una unidad sedimentaria formada por capas de areniscas, limolitas y limoarcillitas de color rojizo. Se presenta en las zonas más elevadas del entorno y aporta estabilidad al relieve, aunque puede tener variaciones en su resistencia.

Js-gr: Formación Gramadal, perteneciente al Grupo Yura. Está formada por intercalaciones de caliza gris oscura de grano fino. Aparece en sectores más alejados del núcleo urbano y representa un ambiente geológico marino antiguo.

P-pu: Grupo Puno, formado por capas de origen volcánico y sedimentario. Es una unidad geológica antigua que aparece en sectores del sur del área de estudio, con rocas endurecidas que han resistido la erosión.

Js-la: Formación Labra, también del Grupo Yura. Conformada por areniscas cuarzosas gris blanquecinas y capas intercaladas de areniscas calcáreas. Estas rocas tienen origen sedimentario y forman parte de relieves intermedios en el entorno.

PN-pa: Otra unidad de rocas ígneas intrusivas, también de tipo pórfido andesítico. Aflora en zonas más extensas del entorno del distrito y representa una base geológica firme.

En conjunto, la zona evaluada se encuentra principalmente sobre depósitos aluviales estabilizados (unidad Qh-al re), lo que indica que antiguamente formó parte del lecho del río, aunque actualmente ya no es parte activa del cauce. Estas condiciones deben ser tomadas en cuenta en el análisis de peligros y diseño de infraestructura, especialmente por su cercanía al río Ichuña.

Figura N° 1 Imagen referencial de la zona a intervenir



Fuente – Elaboración propia / GOOGLE EARTH

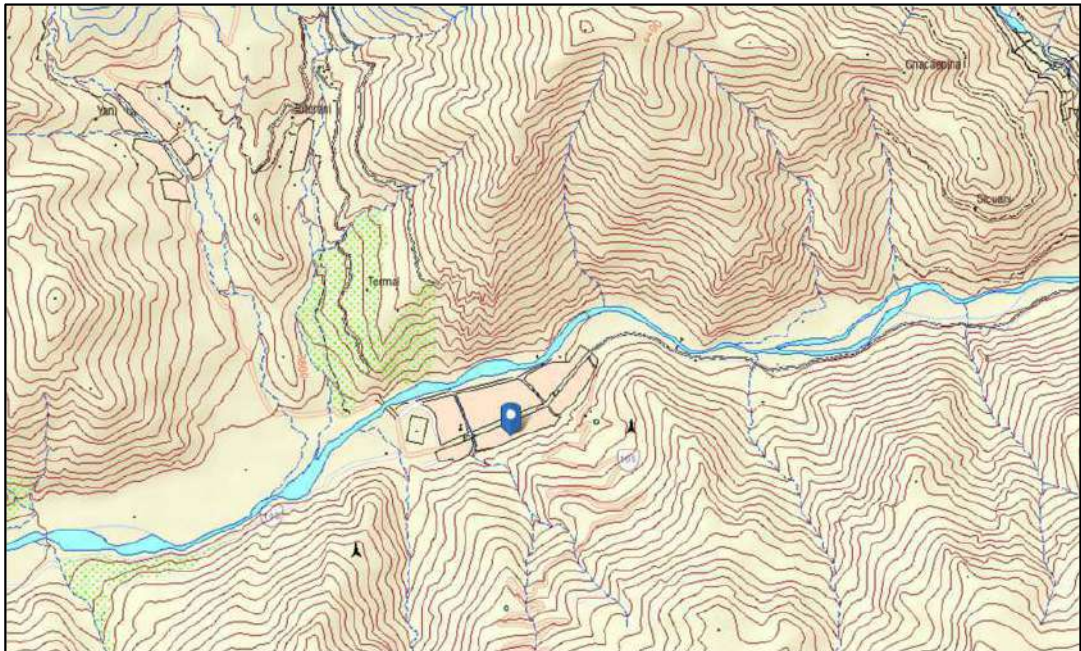


5.2 TOPOGRAFÍA

La base topográfica se obtuvo a partir de un levantamiento topográfico realizado por la consultora, haciendo uso de un GPS diferencial y diferentes equipos topográficos a partir del cual se obtuvo un Mapa topográfico que contiene curvas de nivel (líneas que unen puntos con igual altitud). Asimismo, se complementó la información topográfica de los alrededores del área de estudio, en base a imágenes satelitales del tipo radar que han sido generales por el satélite ALOS. sus procesamientos con los sistemas de información

geográfica han permitido generar curvas de nivel y modelos de elevación para una longitud estudio topográfico de aproximadamente 3,770.00 msnm.

Figura N° 2 Topografía y Data de hidrografía

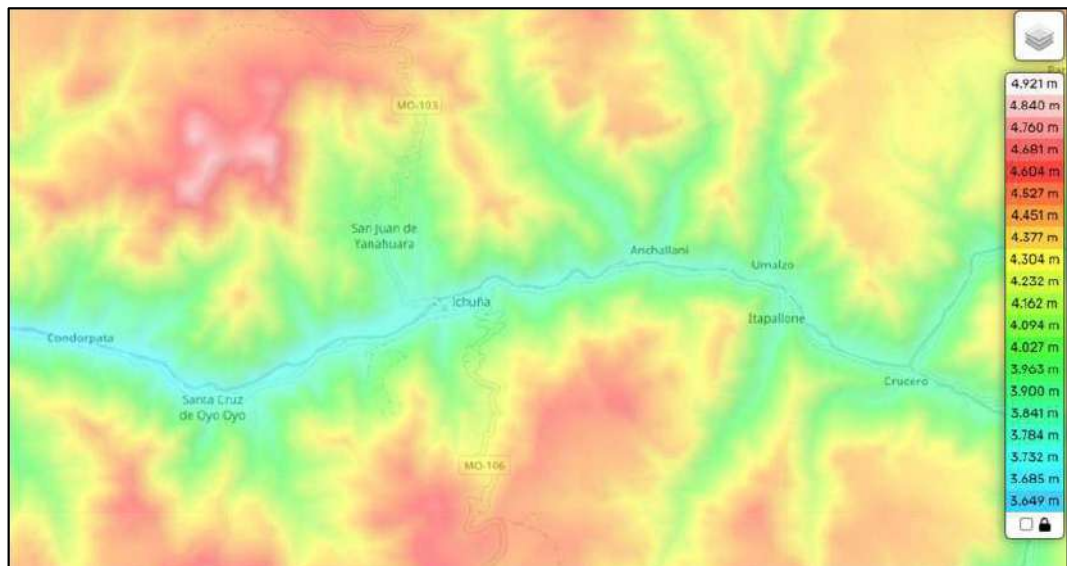


Fuente – Instituto Geográfico Nacional.



Figura N° 3 Mapa de calor en la Topografía - altitud





Fuente – Mapa interactivo web

5.3 VIAS DE ACCESO

Ingreso 01: El área de estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Ichuña, Provincia de General Sánchez Cerro y se llega a él mediante una carretera asfaltada y trocha en su mayoría (228.10 km).

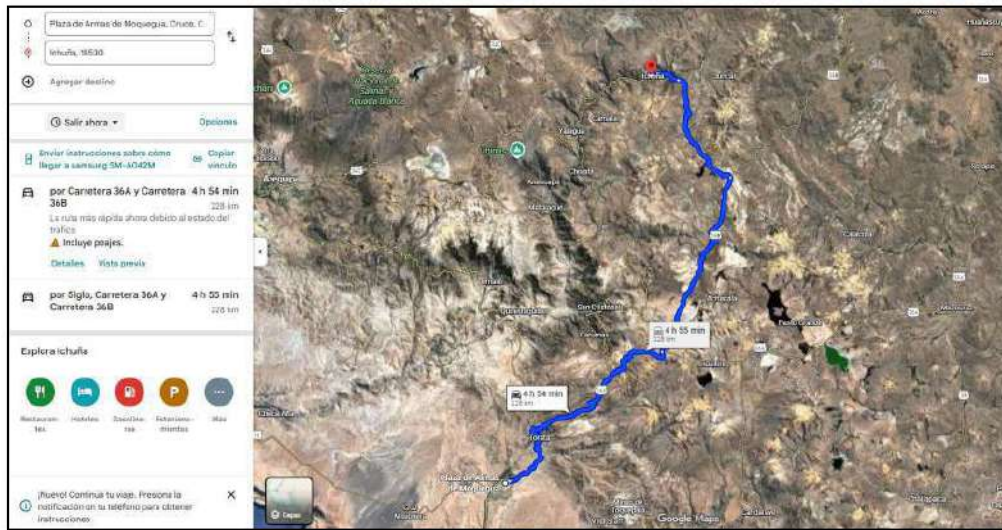
El trayecto estimado desde la Plaza de Armas de Moquegua hasta el Distrito de Ichuña toma alrededor de 5 horas, transitando por las carreteras 36A y 36B, atravesando sectores como Torata, Omate, y Pasto Grande. La vía se encuentra parcialmente asfaltada y en su tramo final presenta condiciones variables, con algunos segmentos de afirmado, lo que puede dificultar el tránsito en temporada de lluvias. En su tramo final, el acceso hacia los terrenos evaluados (predios con partidas registrales N° P08044481 y P08044482) se realiza por vías afirmadas y caminos de penetración desde el núcleo urbano de Ichuña, próximos a instalaciones públicas como el estadio, el centro de salud (proyecto en desarrollo), y otras instituciones locales. La zona se encuentra urbanizada parcialmente, lo que facilita su conectividad con el resto del distrito.

TRAMO	VÍA	DISTANCIA (km)
Av. Ilo - Av. Andrés A Cáceres (Moquegua)	Carretera asfaltada	1.40 km
Av. Andrés A Cáceres - Carretera 36A - La Carretera 36B	Carretera asfaltada y trocha	176.00 km
La Carretera 36B – Ubicación De Los Proyectos	Carretera asfaltada y trocha	50.70 km

Fuente: Elaboración Propia- Google maps.

Figura N° 4 Vías de acceso desde la Plaza de armas de Moquegua al área de estudio





Fuente – elaboración propia- Google map

5.4 CLIMA

5.4.1 TEMPERATURA

TIPO DE CLIMA DEL SECTOR:

El área de influencia del proyecto se caracteriza por presentar un clima predominantemente frío de montaña, correspondiente a la región ecológica de la sierra sur del Perú, con marcada estacionalidad de lluvias. De acuerdo con los datos registrados por la Estación Meteorológica Convencional Ichuña (código 100059), ubicada a una altitud de 3,778 m s.n.m., en las coordenadas 16°8'27.91" S y 70°32'33.73" W, se dispone de información confiable para caracterizar el comportamiento climático local, y de los datos obtenidos de SENAMHI tenemos los siguientes tipos de clima en el distrito de Ichuña.

Lluvioso con invierno seco. Semifrígido.- B (i) D'

Clima de tipo lluvioso, semifrígido y con invierno seco. Ocupa 0.24% del área nacional y se encuentra en los departamentos de Arequipa y Moquegua.

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, el flujo de humedad del este y factores locales. Mientras que, en invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 13°C a 15°C y temperaturas mínimas de -7°C a -5°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias oscilan entre los 500 mm y 700 mm aproximadamente.

Lluvioso con otoño e invierno secos. Frío - B (o,i) C'

Clima de tipo lluvioso, frío y con otoño e invierno seco. Ocupa 10% del área nacional y se encuentra en los departamentos de la región Andina, a excepción de Piura, Lambayeque y Cajamarca.

En el verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, el flujo de humedad



del este, el Jet de Bajos Niveles al Este de los Andes y por factores locales. Mientras que, en invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve en el centro y sur del país; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 9°C a 19°C y temperaturas mínimas de -3°C a 3°C. Además, los acumulados anuales de precipitación de pueden variar desde los 500 mm hasta los 1200 mm aproximadamente.

Lluvioso con otoño e invierno secos. Semifrígido - B (o,i) D'

Clima de tipo lluvioso, semifrígido y con otoño e invierno seco. Ocupa 0,14% del área nacional y se encuentra en los departamentos de Puno y cercanos a esta.

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, el flujo de humedad del este y factores locales. Mientras que, en invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 11°C a 15°C de y temperaturas mínimas de -7°C a -1°C. Asimismo, los acumulados anuales de precipitación varían de 500 mm a 700 mm aproximadamente.

Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Frío - B (r) C'

Clima de tipo lluvioso, frío y muy húmedo durante todo el año. Ocupa 0,23% del área nacional y se encuentra en pequeñas áreas de Cajamarca, La Libertad, Cusco y Puno. En verano, el tiempo de esta área está determinado por el paso la ZCIT, el Alta de Bolivia, el flujo de humedad del este y por factores locales. En invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve en la zona sur del país; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 11°C a 17°C de y temperaturas mínimas de -1°C a 5°C. Los acumulados anuales de precipitación en estas áreas pueden alcanzar valores de 2000 mm y 3000 mm.

Semiseco con invierno seco. Frío - C (i) C'

Clima de tipo semiseco, frío y con invierno seco. Ocupa 3% del área nacional y se encuentra en áreas de Lima, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa y Puno.

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, por el flujo de humedad del este y por factores locales. Mientras que, en el invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve, en las zonas altas del centro y sur del país; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 13°C a 17°C de y temperaturas mínimas de -7°C a 5°C. Además, los acumulados anuales de precipitación varían de 200 mm a 700 mm aproximadamente.

Semiseco con invierno seco. Semifrígido - C (i) D'

Clima de tipo semiseco, semifrígido y con invierno seco. Ocupa 1% del área nacional y se encuentra en áreas de Arequipa, Moquegua y Tacna.

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, por el flujo de humedad del este y por factores locales. Mientras que, en el invierno, las DANAs pueden generar



precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 11°C a 15°C y temperaturas mínimas de -11°C a -7°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias alcanzan valores entre los 500 mm y 700 mm aproximadamente.

Semiseco con otoño e invierno secos. Frío - C (o, i) C'

Clima de tipo semiseco, frío y con otoño e invierno seco. Ocupa 1% del área nacional y se encuentra en pequeñas áreas de Ancash, Lima, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno.

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, por el flujo de humedad del este y por factores locales. Mientras que, en el invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones sólidas como la nieve; además, también son frecuentes las heladas en esta temporada debido al ingreso de vientos secos del oeste en altura.

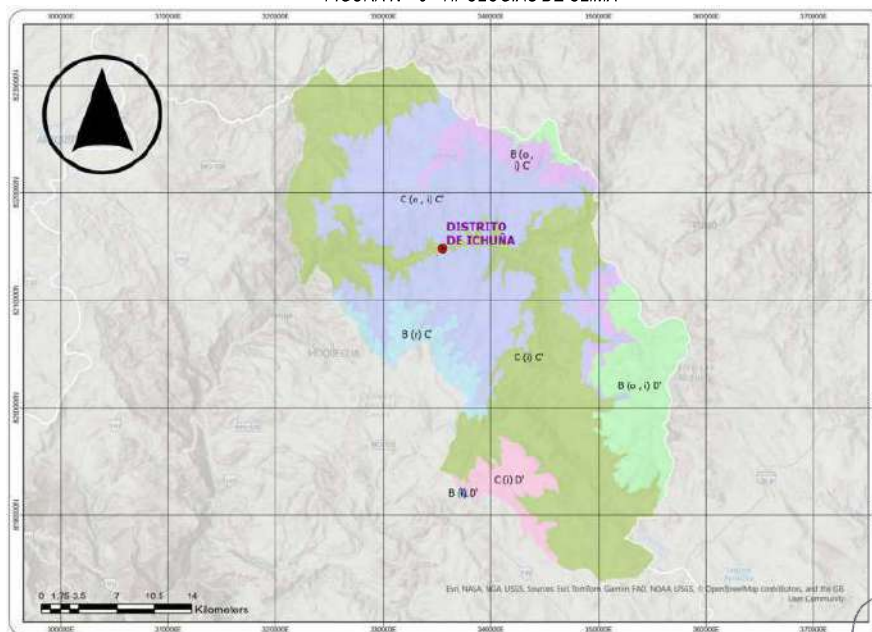
Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 15°C a 19°C y temperaturas mínimas de -1°C a -3°C. Además, los acumulados anuales de lluvias varían de 700 mm a 900 mm aproximadamente.

Datos generales de precipitación (Ichuña)

Los registros históricos de precipitación (en mm) abarcan el periodo 1983 – 2023, y permiten identificar una estacionalidad muy marcada:

- Periodo lluvioso: Diciembre a marzo, concentrando más del 80% de las precipitaciones anuales.
- Mes más lluvioso: Febrero, con una media mensual de aproximadamente 167.3 mm.
- Precipitación máxima registrada: 139.2 mm en 24 horas (evento extremo).
- Intensidad promedio esperada en 24 horas: 22.7 mm/24h (valor promedio anual).
- Intensidad máxima esperada en 1 hora (estimada): alrededor de 5.7 mm/h.

FIGURA N° 5 TIPOLOGÍAS DE CLIMA



FUENTE – MINISTERIO DE SENAMHI

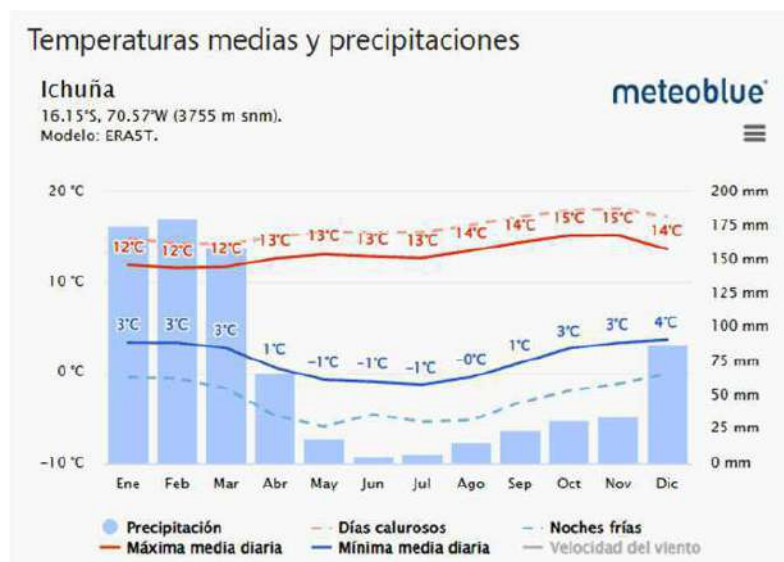


TIPO DE CLIMA ESPECIFICO -MOQUEGUA – DISTRITO DE ICHUÑA:

La "máxima diaria media" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes de Ichuña. Del mismo modo, "mínimo diaria media" (línea azul continua) muestra la media de la temperatura mínima. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años. Para la planificación de las vacaciones, usted puede esperar temperaturas medias, y estar preparado para días más cálidos y más fríos. Las velocidades del viento no se visualizan normalmente, pero se pueden ajustar en la parte inferior de la gráfica.

El gráfico de la precipitación es útil para la planificación de los efectos estacionales, como clima de monzón en India o temporada de lluvias en África. Precipitaciones mensuales por encima de 150 milímetros son en su mayoría húmedas, por debajo de 30 milímetros en la mayor parte secadas. Nota: Las cantidades de precipitación simulada en las regiones tropicales y terrenos complejos tienden a ser más pequeñas que las mediciones locales.

FIGURA N° 7 TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES



FUENTE: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ichu%C3%B1a_per%C3%BA_3938495

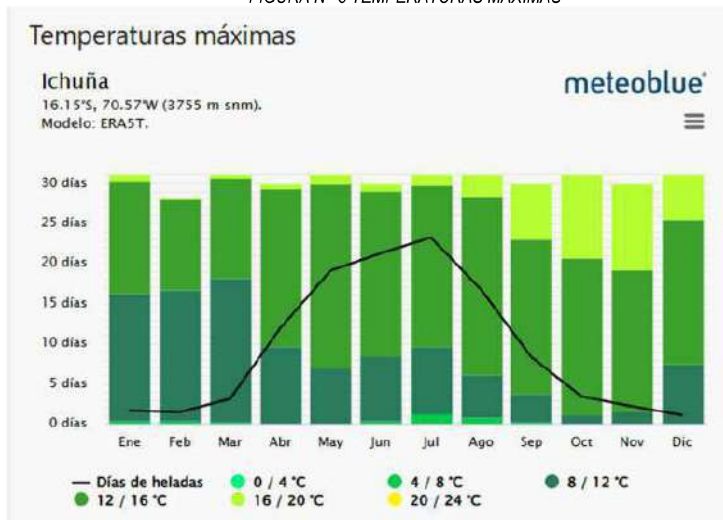
TEMPERATURAS MÁXIMAS

El diagrama de la temperatura máxima en Ichuña muestra cuántos días al mes llegan a ciertas temperaturas. Dubai, una de las ciudades más calientes del mundo, no tiene casi ningún día por debajo de 40°C en Julio. También puede ver fríos inviernos en Mosco con algunos días que ni siquiera llegan a -10°C como máxima diaria.



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

FIGURA N° 8 TEMPERATURAS MÁXIMAS



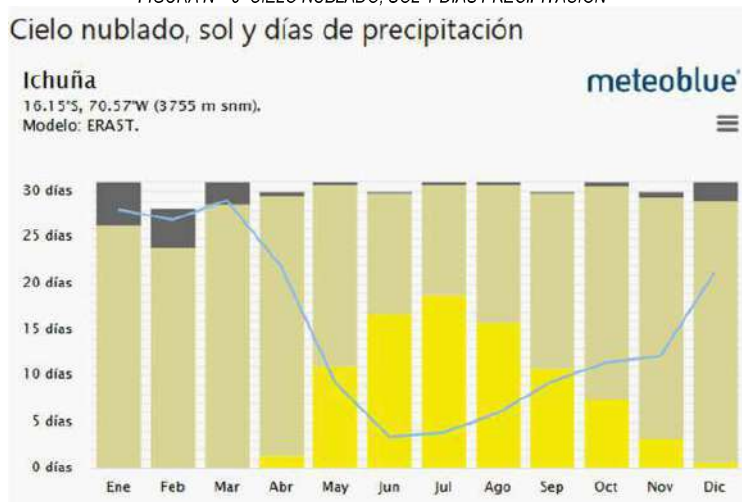
FUENTE: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ichu%C3%B1a_per%C3%BA_3938495

5.4.2 CIELO NUBLADO, SOL Y DÍAS DE PRECIPITACIÓN

El gráfico muestra el número mensual de los días de sol, en parte nublados, nublados y precipitaciones. Los días con menos de 20% de cubierta de nubes se consideran como días soleados, con 20-80% de cubierta de nubes como parcialmente nublados y más del 80% como nublados. Mientras Reykjavik en Islandia ha días principalmente nublados, Sossusvlei en el desierto de Namibia es uno de los lugares con más sol en el planeta.

Nota: En los climas tropicales, como en Malasia o Indonesia, el número de días de precipitación puede ser sobrestimado por un factor de hasta 2.

FIGURA N° 9 CIELO NUBLADO, SOL Y DÍAS PRECIPITACIÓN



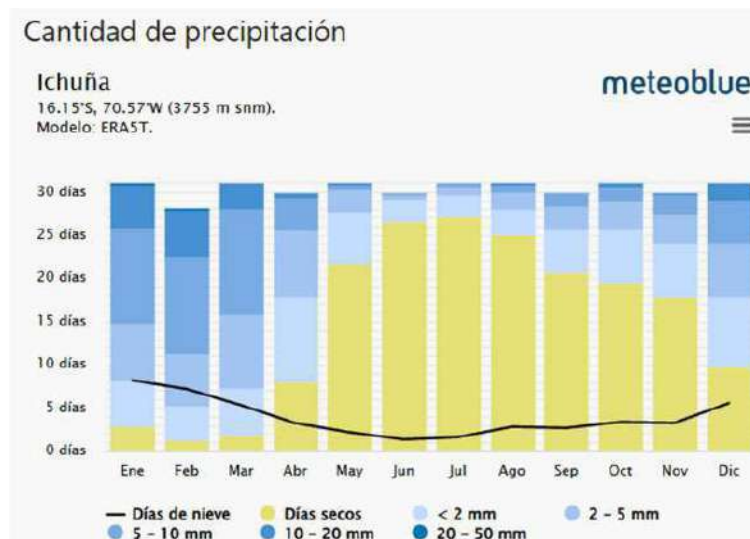
Fuente – https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ichu%C3%B1a_per%C3%BA_3938495



Cantidad de precipitación

El diagrama de precipitación para Ichuña muestra cuántos días al mes, se alcanzan ciertas cantidades de precipitación. En los climas tropicales y los monzones, los valores pueden ser subestimados.

FIGURA N° 10 CANTIDAD DE PRECIPITACIÓN



Fuente – https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ichu%C3%B1a_per%C3%BA_3938495

5.4.3 VELOCIDAD DEL VIENTO

El diagrama de Ichuña muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad. Un ejemplo interesante es la meseta tibetana, donde el monzón crea vientos fuertes y regulares de Diciembre a Abril y vientos tranquilos de Junio a Octubre.

FIGURA N°11 VELOCIDAD DE VIENTO

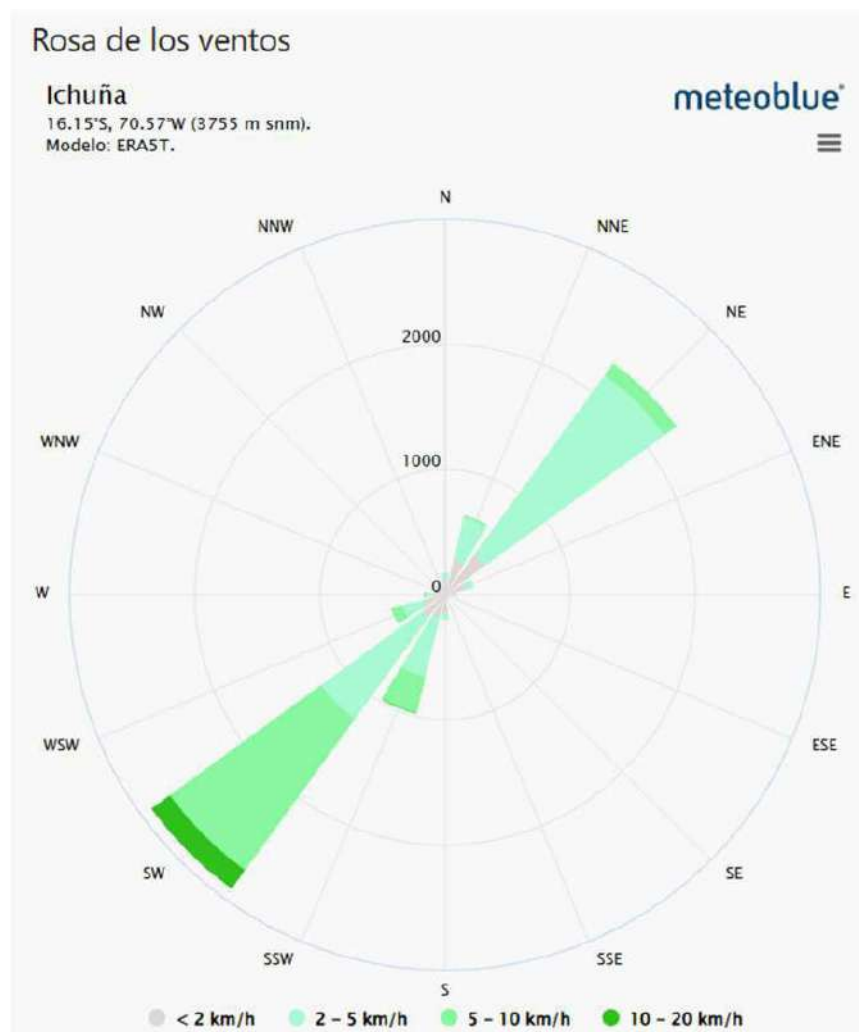


Funete: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ichu%c3%b1a_per%c3%ba_3938495

Rosa de los vientos

La Rosa de los Vientos para Ichuña muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE). Cabo de Hornos, el punto de la Tierra más meridional de América del Sur, tiene un fuerte viento característico del Oeste, lo cual hace los cruces de Este a Oeste muy difícil, especialmente para los barcos de vela.

FIGURA N°12 ROSA DE LOS EVENTOS



Fuente – https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ichu%c3%b1a_per%c3%ba_3938495

Informaciones generales

Desde 2007, meteoblue ha archivado datos del modelo meteorológico. En 2014 empezamos a calcular modelos meteorológicos con los datos históricos a partir de 1985 y generamos una continua historia global de 30 años con datos meteorológicos por hora. Los diagramas climáticos son el primer conjunto de datos de clima simulados hecho públicos en la Internet. Nuestra historia meteorológica cubre cualquier



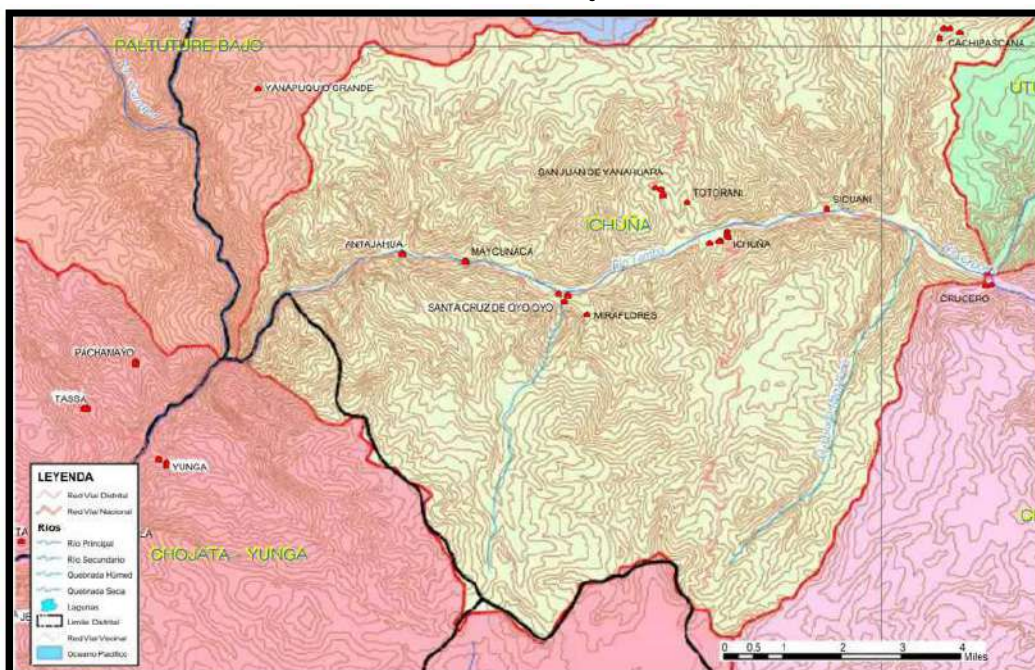
lugar de la tierra en cualquier momento, independientemente de la disponibilidad de las estaciones meteorológicas.

Los datos proceden de nuestro modelo meteorológico global NEMS con una resolución de aproximadamente 30 km y no pueden reproducir en detalle los efectos meteorológicos locales, como las islas de calor, los flujos de aire frío, las tormentas eléctricas o los tornados. Para lugares y eventos que requieren una precisión muy alta (como la generación de energía, los seguros, el urbanismo, etc.), ofrecemos simulaciones de alta resolución con datos horarios a través de punto+, historia+ y nuestra API.

5.5 HIDROGRAFÍA

La zona de trabajo en distrito de Ichuña, influencia de un clima Frio de las montañas y una altitud moderada (aproximadamente 3794 m s.n.m.).

FIGURA N° 6 Gráfico de Hidrografía



Fuente – Propia



6 METODOLOGÍA EMPLEADA

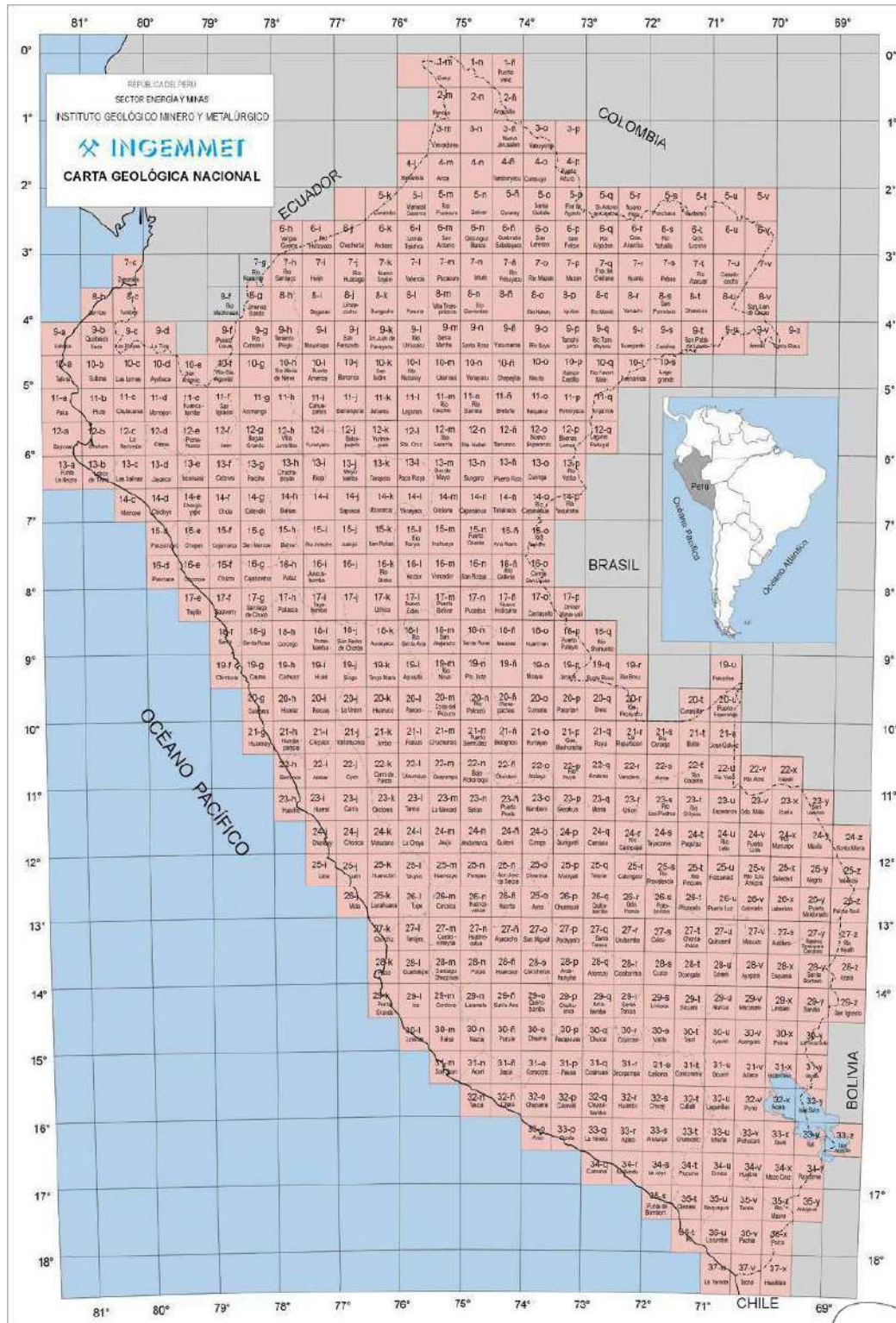
El levantamiento topográfico del área en mención se desarrolla dentro del marco del trabajo de topografía al detalle, para los cuales se han desarrollado las etapas siguientes:

6.1 ETAPA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

- ✓ Recopilación de información existente producto de investigaciones y análisis propios, tales como planos catastrales del sector y/o documentos de referencia.
- ✓ Identificación de la zona de trabajo y ubicación de la Carta Nacional Hoja 37-V Tacna, escala 1:100,000.



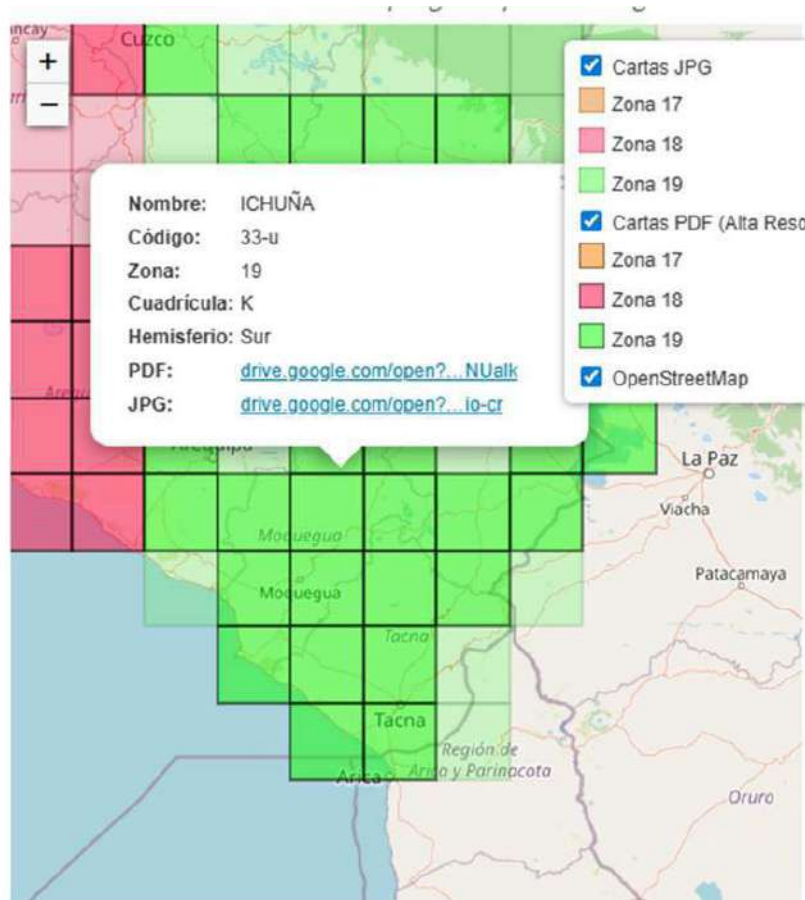
FIGURA N° 7 Cartas Nacionales Del INGEMMET



Fuente – INGEMMET



FIGURA N° 8 UBICACIÓN EN CARTA NACIONAL



Fuente – <https://www.geogpsperu.com/2014/08/descargar-cartas-nacionales-del-peru.html>

ETAPA DE CAMPO

6.1.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS

N°	EQUIPOS / INSTRUMENTOS	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	Receptor GNSS	SOUTH	GALAXY G3	1
2	Receptor GNSS	SOUTH	GALAXY G2	1
3	DRON + CAMARA + CARGADOR		PHANTOM 4 PRO V2.0 / 4 PRO V2.0 PLUS	1
4	Wincha	S/M	N/D	1
5	Libreta de Campo	N/D	N/D	1
6	Tripode Topografico			1

EQUIPO 1 GPS DIFERENCIAL CHCNAV BASE



FIGURA N° 9 Receptor GNSS GALAXY G3 Y G2



HARDWARE PARA LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE RECOLECCIÓN Y DE POST-PROCESAMIENTO

N°	EQUIPOS / INSTRUMENTOS	CANTIDAD
1	Computadora Laptop Core™ i7, Disco Duro de 01 T, RAM 8Gb, AMD de 2.40 GHZ, Sistema operativo de 64 bit para post-procesamiento.	2

Software para los Sistemas Automatizados de Recolección y de Post- Procesamiento.

N°	EQUIPOS / INSTRUMENTOS	CANTIDAD
1	Software de Dibujo Vectorial AutoCAD 2020	1
2	Software AutoCAD Civil 3D 2020	1

Materiales para trabajo de campo

N°	MATERIAL	CANTIDAD
1	Pintura	1/4
2	Brocha	2
3	Plantilla de Bm's	2
4	Cinta métrica	1
5	Comba	1

6.1.2 CAPTURA DE DATOS

En función a la importancia de los estudios a ejecutarse, se han empleado equipos sofisticados de alta precisión, en la que se ha almacenado información codificada que luego es convertida en datos que se suministran a programas de cómputo para la elaboración de planos sectorizados en sistema CAD. En efecto, se requiere por una parte una cantidad suficiente de puntos de control vertical e igualmente suficientes puntos de control horizontal para los casos de verificación y replanteo en el desarrollo del proyecto y posterior construcción.

Para el caso de la poligonal de control se utilizó el mismo equipo topográfico ya antes mencionado, básicamente para poder obtener niveles de errores mínimos. Por lo que, se tomaron lecturas de distancia repetida y en modo fino del instrumento lo que significa que, en un intervalo de tiempo de 2,5 segundos por visada, utilizando de este tiempo el promedio de lecturas computarizadas, cada una de ellas, medidas



con rayos infrarrojos de onda corta, el cual se afecta principalmente por la posición y el número de prismas utilizados.

La metodología empleada para la realización de esta fase, fue la Poligonal y Angular, bajo la siguiente descripción:

Se ejecutó una poligonal con medida directa, utilizándose, de aproximación 1" con un colector interno de información, cada medida se realizó en modo fino, en series de 2 visadas cada una, de las cuales el software de cálculo tomo el promedio final, de esta manera se reduce al mínimo el error del operador y logrando errores de cierre dentro de lo permitido.

En las siguientes imágenes se muestra los puntos de control dejados en campo, en lugares estratégicos marcadas con pintura de color rojo.

FIGURA N° 10 PUNTOS DE CONTROL-PUNTOS AUXILIARES



Fuente – GOOGLE EART

TABLA DE PUNTOS AUXILIARES Y UBICACION

NORTE (Y)	ESTE (X)	COTA (Z)	DESCRIPCION
8214823.074	335033.971	3814	BM-1
8214764.513	334939.863	3812	BM-2

Fuente – ELABORACION PROPIA

Ya con los puntos de control (Puntos Auxiliares o BMS) ubicados y georreferenciados en campo, se procede a la captura de puntos topográficos a detalle (Cajas de registro, buzones, esquinas de manzanas, postes de luz, puertas de cocheras, veredas, plantas vías, y otros elementos físicos componentes del área de intervención) con el siguiente procedimiento:

- 1) Apoyados en los vértices y a las poligonales de control, se levantaron en campo todos los detalles planimétricos compatibles con la escala de presentación del producto final, tales como: esquinas, muros y proyección de vías. Para ello se hizo uso de la estación total los cuales apoyaron en una red de poligonales ajustadas y calculadas previamente calculadas.
- 2) Se caracterizaron todos los puntos bajos y puntos altos, tomados a partir de la lectura de puntos intermedios entre las plantillas.

6.2 TRABAJO DE GABINETE

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:



- ✓ Exportación de datos topográficos de la Estación Total a través de un programa propio del mismo.
- ✓ Procesamiento de los datos de campo, se utilizó un software diseñado para procesamiento de información Topográfica.
- ✓ Elaboración del Plano Topográfico, en el software Autodesk Civil 3d 2020.

6.2.1 EXPORTACIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS.

Corresponde a la transferencia de datos, desde la estación total mediante un programa propio en extensión texto, a través de una memoria externa USB para luego digitalizar dichos puntos (N°, Y, X, Z).

6.2.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO, "SOFTWARE APROPIADO".

6.2.2.1 IMPORTACIÓN DE PUNTOS DE LA MEMORIA USB

Insertamos la memoria USB a la computadora que cuente con el programa para procesamiento de información topográfica y que trabaje en la plataforma de Autodesk Civil 3d, desde el cual se procede a la importación de puntos en formato Punto, Norte, Este y Elevación.

6.2.2.2 EDICIÓN DE LA MALLA TIN

Una superficie TIN se compone de los triángulos que forman una red irregular triangular.

Las líneas TIN forman los triángulos que constituyen la triangulación de la superficie. Para crear las líneas TIN, Autodesk Civil 3D conecta los puntos de la superficie que están más próximos. La elevación de un punto de la superficie se define mediante la interpolación de las elevaciones de los vértices de los triángulos en los que se encuentra dicho punto.

Las superficies TIN resultan útiles, sobre todo:

- ✓ Para trazar superficies muy variables que cuentan con datos de muestreo distribuidos de forma irregular para representar la influencia de líneas de vías, sardineles, etc.
- ✓ Para examinar áreas concretas (mapas a gran escala).

Las superficies TIN generalmente tardan más en generarse y requieren más espacio en disco que las superficies de rejilla.

Cuando Autodesk Civil 3D crea una superficie TIN desde datos de punto, calcula la triangulación de Delaunay de los puntos. Con esta triangulación, ningún punto se sitúa dentro del círculo determinado por los vértices de un triángulo cualquiera.

Los datos de línea de rotura (procedentes de líneas de rotura, curvas de nivel o contornos) influyen en el modo de triangulación de la superficie. Una arista de línea de rotura entre los puntos hace que el programa conecte dichos puntos con una arista de triángulo en la superficie TIN, aun cuando ello suponga infringir la propiedad de Delaunay.

6.2.2.3 PROCESO DE CURVAS DE NIVEL.

En esta etapa se procesa la información tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editada la Interpolación o triangulación, se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos utilizados son:

- Curvas menores o secundarias: 0.20 metros.
- Curvas mayores o primarias: 1.00 metro.



6.2.2.4 ELABORACIÓN DE PLANOS

Finalmente se realiza la elaboración de planos topográficos situacionales que ayudaran a la ejecución de los distintos diseños, mismas que se adjuntan al final de la presente.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El trabajo topográfico culmina con la entrega de datos de campo e información digitalizada del trabajo, los demás elementos adicionales que no se menciona es ajena a la toma de datos en campo por lo cual, no existe responsabilidad del topógrafo por la información obtenida sin el visto bueno del encargado.
- Se estableció puntos de control a partir de poligonal cerrada en las inmediaciones del área de influencia del proyecto, la fijación de los vértices de la poligonal se encuentra definidas en campo, el retiro y desaparición es ajena a la voluntad del topógrafo y proyectista. Para evitar este impase se cuenta con referencias pintadas en campo.
- Durante el trabajo topográfico se tomó en consideración el equipamiento urbano, sardinel, pista, berma, canal, vereda, límites de propiedad, postes de alumbrado público, ubicación de buzones y terreno naturales.
- Para la entrega final del plano topográfico fue necesario realizar el modelamiento digital de terreno, con ello se logró alcanzar un mayor acercamiento a la verdadera representación gráfica del terreno sobre el plano.

7.2 RECOMENDACIONES:

- Se recomienda continuar con la etapa de estudios preliminares a fin de lograr el objetivo del proyecto.

8 ANEXOS

8.1 DATOS OBTENIDOS EN CAMPO – REFERENCIACION DEL AREA DE INTERVENCION Y PROCESAMIENTO DE DATOS

NOMBRE	NORTE	ESTE	ALTITUD	DESCRIPCION
1	8214822.46	335036.165	3814.232	1010752
2	8215054.18	335715.579	3818.953	1024599
3	8214765.91	334944.618	3811.816	2013545
4	8214867.22	335072.48	3813.305	bm
5	8214968.35	335474.977	3816.921	bm
6	8214923.05	335300.344	3815.299	bm3
7	8214820.51	335024.815	3814.393	bmprovisa
8	8215090.78	334642.278	3835.256	botella
9	8214834.36	334825.292	3810.25	CAM
10	8214826.78	334816.434	3811	CAM
11	8214858.72	334804.219	3812.5	CAM
12	8214859.74	334811.691	3812.5	CAM
13	8214875.34	334814.783	3814.25	CAM



14	8214879.13	334807.027	3814	CAM
15	8214885.58	334814.821	3815.75	CAM
16	8214913.28	334802.121	3819.75	CAM
17	8214913.18	334796.446	3819.5	CAM
18	8214932.72	334783.168	3822	CAM
19	8214934.67	334788.844	3822.5	CAM
20	8214961.32	334775.6	3825	CAM
21	8214963.15	334781.204	3825.25	CAM
22	8214977.01	334774.573	3826.5	CAM
23	8214978.08	334768.967	3826.5	CAM
24	8214996.85	334768.48	3828.5	CAM
25	8214996.68	334759.735	3828.5	CAM
26	8215011.89	334756.582	3830	CAM
27	8215011.12	334749.95	3829.75	CAM
28	8215046.61	334744.91	3833.5	CAM
29	8215043.04	334737.78	3833.5	CAM
30	8215061.4	334740.048	3835.25	CAM
31	8215068.62	334730.646	3836	CAM
32	8215080.83	334742.676	3838.25	CAM
33	8215081.95	334733.763	3837.5	CAM
34	8215093.76	334741.076	3839.5	CAM
35	8215095.13	334736.578	3839.5	CAM
36	8215109.4	334735.365	3841	CAM
37	8215107.86	334731.872	3841	CAM
38	8215124.5	334726.846	3843	CAM
39	8215122.68	334722.253	3843	CAM
40	8215142.76	334722.513	3845.5	CAM
41	8215143.55	334718.832	3845.5	CAM
42	8214871.48	334960.671	3813.75	CAM
43	8214879.85	334951.276	3814	CAM
44	8214870.18	334921.997	3813	CAM
45	8214858.17	334919.278	3812.5	CAM
46	8214845.19	334896.088	3811.5	CAM
47	8214847.6	334879.386	3811	CAM
48	8214835.95	334856.674	3810.25	CAM
49	8214825.03	334851.498	3810	CAM
50	8214810.6	334806.189	3810.25	CAM
51	8214816.66	334804.56	3810	CAM
52	8214817.72	334791.785	3811.25	CAM
53	8214813.35	334783.542	3812	CAM
54	8214831.55	334764.463	3813.5	CAM
55	8214835.5	334770.086	3813.5	CAM
56	8214846.23	334761.871	3814.25	CAM



57	8214839.96	334743.478	3814	CAM
58	8214834.48	334749.225	3813.5	CAM
59	8214825.75	334742.528	3814.25	CAM
60	8214827.9	334728.467	3813.75	CAM
61	8214820.54	334680.667	3812	CAM
62	8214812.51	334669.082	3812	CAM
63	8214811.82	334645.113	3813	CAM
64	8214812.15	334598.707	3816.25	CAM
65	8214818.41	334598.768	3816.25	CAM
66	8214820.19	334565.031	3818.5	CAM
67	8214827.07	334566.96	3818.75	CAM
68	8214823.64	334536.548	3819.75	CAM
69	8214815.14	334526.815	3819.75	CAM
70	8214816.06	334502.107	3822	CAM
71	8214824.05	334500.634	3822.25	CAM
72	8214828.45	334487.773	3824.25	CAM
73	8214836.44	334490.792	3824.25	CAM
74	8214876.56	334467.614	3828.75	CAM
75	8214875.05	334462.719	3829.25	CAM
76	8214933.34	334439.915	3835.25	CAM
77	8214931.12	334435.688	3835	CAM
78	8214989.69	334413.845	3841	CAM
79	8214992.84	334407.667	3841.5	CAM
80	8215045.79	334400.91	3846.5	CAM
81	8215045.39	334393.932	3846.5	CAM
82	8215065.73	334398.333	3848.5	CAM
83	8215065.76	334392.247	3848.5	CAM
84	8214842.67	335331.578	3813.025	esq
85	8214839.17	335323.333	3813.148	esq
86	8214901.17	335296.076	3813.373	esq
87	8214903.46	335290.65	3813.277	esq
88	8214906.94	335305.14	3813.154	esq
89	8214947.64	335475.671	3815.035	esq
90	8214912.29	335490.945	3814.608	esq
91	8214849.39	335370.902	3813.908	esqflo
92	8214871.66	334972.586	3811	PUENTE
93	8214876.06	334979.088	3814	PUENTE
94	8214866.79	334988.606	3809	RIO
95	8214860.8	334981.971	3809	RIO
96	8214831.69	335013.856	3809	RIO
97	8214837	335020.631	3809	RIO
98	8214872.58	335068.329	3809.5	RIO
99	8214892.43	335057.286	3809.25	RIO



100	8214913.82	335128.531	3809.75	RIO
101	8214901.45	335163.121	3810	RIO
102	8214931.06	335213.575	3809.75	RIO
103	8214916.95	335217.955	3810.75	RIO
104	8214931.57	335267.214	3811.5	RIO
105	8214937.45	335263.41	3810.75	RIO
106	8214945.12	335252.266	3810.25	RIO
107	8214953.42	335333.954	3811.75	RIO
108	8214983.4	335324.523	3810.75	RIO
109	8214972.3	335328.306	3811.5	RIO
110	8214980.75	335435.026	3813	RIO
111	8215005.99	335421.067	3812.25	RIO
112	8215019.43	335407.54	3811.5	RIO
113	8215028.28	335403.45	3811.5	RIO
114	8215053.82	335452.952	3813	RIO
115	8215038.6	335461.139	3813	RIO
116	8215013.85	335477.646	3813.25	RIO
117	8214991.74	335476.886	3813.5	RIO
118	8215012.04	335544.412	3813.5	RIO
119	8215037.29	335525.18	3814	RIO
120	8215056.24	335518.247	3813	RIO
121	8215067.56	335607.365	3814.5	RIO
122	8215050.93	335613.359	3814.25	RIO
123	8215033.53	335619.539	3814.25	RIO
124	8215065	335710.479	3815	RIO
125	8215076.58	335699.615	3814.25	RIO
126	8215091.37	335691.127	3815.5	RIO
127	8215098.67	335701.351	3815.75	RIO
128	8215072.91	335721.76	3815.5	RIO
129	8215104.14	335752.261	3816	RIO
130	8215111.19	335739.76	3815	RIO
131	8215122.72	335721.044	3816	RIO
132	8215197.84	335777.92	3816	RIO
133	8215185.87	335794.065	3816	RIO
134	8215174.43	335819.07	3818.5	RIO
135	8215182.2	335803.975	3816.5	RIO
136	8215176.84	335810.518	3818.5	RIO
137	8215220.43	335846.44	3817	RIO
138	8215231.93	335833.067	3816.5	RIO
139	8215239.11	335823.012	3816.75	RIO
140	8215273.66	335869.593	3818	RIO
141	8215261.99	335882.867	3817	RIO
142	8215251.91	335897.834	3817.5	RIO



143	8215267.93	335936.006	3817.75	RIO
144	8215286.73	335928.578	3817.5	RIO
145	8215296.28	335917.672	3818.5	RIO
146	8215272.65	335981.107	3818.75	RIO
147	8215287.51	335975.821	3818.25	RIO
148	8215304.4	335978.626	3819	RIO
149	8215267.07	336026.007	3819.25	RIO
150	8215282.36	336033.473	3819	RIO
151	8215293.37	336042.678	3819.25	RIO
152	8215246.03	336071.944	3819.75	RIO
153	8215253.61	336084.335	3819.25	RIO
154	8215263.85	336098.784	3819.25	RIO
155	8215216.38	336115.34	3820.5	RIO
156	8215234.1	336120.459	3819.25	RIO
157	8215242.61	336129.649	3819.5	RIO
158	8214877.93	334686.368	3815.208	rojo
159	8214781.97	334888.277	3807.49	tachoagua
160	8215212.74	336110.946	3822	TN
161	8215196.03	336102.171	3827	TN
162	8215252.32	336131.644	3823.5	TN
163	8215258.08	336137.729	3824	TN
164	8215265.59	336141.544	3829.75	TN
165	8215283.18	336079.285	3821.75	TN
166	8215293.95	336086.008	3824.25	TN
167	8215301.08	336089.858	3826.75	TN
168	8215248.58	336059.85	3822.5	TN
169	8215236.56	336054.948	3823.5	TN
170	8215224.56	336047.62	3824.75	TN
171	8215235.85	336005.924	3824	TN
172	8215264.85	336006.308	3821	TN
173	8215308.15	336014.596	3821.75	TN
174	8215312.74	336015.538	3822.75	TN
175	8215322.44	336019.633	3827.75	TN
176	8215315.3	335977.288	3821.75	TN
177	8215324.66	335975.686	3824.25	TN
178	8215334.9	335975.364	3828.75	TN
179	8215265.17	335981.186	3821	TN
180	8215252.17	335983.13	3823	TN
181	8215230.9	335983.131	3824	TN
182	8215221.91	335941.662	3824	TN
183	8215237.78	335922.485	3820.5	TN
184	8215255.03	335915.392	3820.5	TN
185	8215302.63	335894.435	3827	TN



186	8215310.87	335886.329	3831	TN
187	8215264.16	335859.127	3821.75	TN
188	8215277.03	335853.406	3836	TN
189	8215237.74	335879.134	3819	TN
190	8215223.37	335891.78	3820	TN
191	8215203.58	335912.194	3821.5	TN
192	8215151.12	335857.727	3822	TN
193	8215174.82	335811.173	3818.5	TN
194	8215200.51	335776.855	3817.25	TN
195	8215202.53	335773.004	3818	TN
196	8215210.66	335764.567	3821.75	TN
197	8215168.98	335738.166	3835.5	TN
198	8215165.48	335748.413	3816.75	TN
199	8215139.46	335782.387	3818.5	TN
200	8215125.24	335800.18	3818.5	TN
201	8215114.3	335814.634	3821	TN
202	8215077.06	335781.653	3819.25	TN
203	8215091.66	335754.873	3818	TN
204	8215094.77	335749.122	3819.25	TN
205	8215127.39	335712.397	3825.25	TN
206	8215134.78	335705.809	3834.5	TN
207	8215137.1	335699.25	3844.75	TN
208	8215125.37	335684.908	3831.5	TN
209	8215106.13	335696.538	3819.25	TN
210	8215068.9	335724.015	3819.75	TN
211	8215061.3	335732.456	3819.75	TN
212	8215054.04	335737.963	3818.25	TN
213	8215025.33	335691.851	3822	TN
214	8215034.87	335687.542	3817.5	TN
215	8215037.05	335686.426	3818.5	TN
216	8215048.73	335682.332	3819	TN
217	8215087.43	335668.681	3818	TN
218	8215091.75	335661.428	3817.75	TN
219	8215105.96	335661.72	3823.25	TN
220	8215115.28	335660.179	3827	TN
221	8214963.52	335605.092	3816.25	TN
222	8214985.91	335587.321	3816.25	TN
223	8214988.5	335585.017	3817.5	TN
224	8215006.35	335543.646	3818	TN
225	8215062.23	335532.096	3815	TN
226	8215076.73	335517.13	3815.25	TN
227	8215083.89	335517.497	3822	TN
228	8214961.96	335502.43	3815.5	TN



229	8214964.25	335497.62	3817	TN
230	8214991.14	335491.083	3817.5	TN
231	8215043.97	335471.368	3812.5	TN
232	8215054.07	335462.438	3813	TN
233	8215067.74	335462.569	3817.75	TN
234	8215075.22	335452.194	3824.25	TN
235	8214854.34	335333.272	3813.75	TN
236	8214908.27	335307.421	3813.5	TN
237	8214914.65	335305.096	3813.5	TN
238	8214917.81	335304.029	3815.25	TN
239	8214933.95	335291.612	3815.75	TN
240	8214936.63	335289.736	3812.5	TN
241	8214934.31	335283.981	3812.5	TN
242	8214931.95	335285.044	3815.5	TN
243	8214933.11	335285.843	3812.5	TN
244	8214915.22	335293.921	3812.5	TN
245	8214915.51	335289.905	3815	TN
246	8214911.79	335290.992	3813.75	TN
247	8214917.04	335297.924	3813	TN
248	8214917.54	335301.516	3815.25	TN
249	8214914.14	335301.989	3813.25	TN
250	8214981.2	335273.394	3812.75	TN
251	8214988.33	335265.01	3814.75	TN
252	8214997.95	335257.546	3826.5	TN
253	8214826.74	335148.817	3811.5	TN
254	8214870.46	335123.51	3812	TN
255	8214875.07	335123.372	3813.5	TN
256	8214882.87	335119.81	3814	TN
257	8214933.32	335094.597	3810.5	TN
258	8214946.41	335092.233	3811	TN
259	8214965.1	335087.652	3824.5	TN
260	8214828.08	335095.399	3811.25	TN
261	8214858.46	335074.543	3811.5	TN
262	8214862.09	335072.818	3813	TN
263	8214868.05	335070.324	3813.5	TN
264	8214916.2	335027.851	3809	TN
265	8214921.55	335022.959	3816	TN
266	8214923.9	335006.701	3842	TN
267	8214901.47	334980.608	3832.5	TN
268	8214875.48	334993.367	3817.25	TN
269	8214831.19	335026.228	3813	TN
270	8214823.1	335040.599	3812.5	TN
271	8214820.75	335046.157	3810.75	TN



272	8214814.02	335046.462	3813.25	TN
273	8214817.37	335059.825	3813	TN
274	8214793.75	335040.059	3813	TN
275	8214811.78	335028.16	3814	TN
276	8214821.26	335022.687	3813.5	TN
277	8214826.04	335019.618	3813	TN
278	8214740.74	334977.678	3809	TN
279	8214758.87	334952.399	3810	TN
280	8214766.52	334937.667	3811.75	TN
281	8214801.86	334913.762	3810	TN
282	8214798.71	334915.748	3808	TN
283	8214810.06	334910.415	3808.5	TN
284	8214839.44	334895.094	3810.25	TN
285	8214850.62	334879.162	3811.25	TN
286	8214873.37	334867.558	3820	TN
287	8214730.42	334964.603	3809.5	TN
288	8214761.14	334931.788	3811.75	TN
289	8214764.39	334926.78	3807.5	TN
290	8214789.67	334902.523	3807.75	TN
291	8214792.91	334898.297	3810	TN
292	8214799.22	334894.498	3809	TN
293	8214821.76	334872.71	3811.5	TN
294	8214625.09	334810.932	3809	TN
295	8214646.77	334789.987	3809.25	TN
296	8214651.49	334780.547	3809.75	TN
297	8214654.29	334777.117	3807	TN
298	8214664.29	334769.93	3806.5	TN
299	8214668.58	334765.838	3806.75	TN
300	8214685.3	334750.379	3806.25	TN
301	8214693.76	334744.603	3806.75	TN
302	8214708.63	334726.794	3806.75	TN
303	8214735.74	334691.743	3807.5	TN
304	8214562.87	334753.498	3809.5	TN
305	8214607.59	334726.158	3808	TN
306	8214621.59	334705.155	3805.5	TN
307	8214649.48	334678.327	3805.75	TN
308	8214665.23	334631.145	3806.5	TN
309	8214693.9	334595.153	3807.25	TN
310	8214619.07	334509.135	3806	TN
311	8214573.89	334565.822	3805	TN
312	8214543.16	334590.476	3805	TN
313	8214527.68	334596.224	3804	TN
314	8214532.46	334598.862	3804.5	TN



315	8214529.4	334600.974	3803.75	TN
316	8214522	334614.305	3803.5	TN
317	8214519.41	334623.025	3804.75	TN
318	8214510.14	334629.287	3806.5	TN
319	8214479.38	334649.272	3805.5	TN
320	8215050.75	334419.146	3836.75	TN
321	8215046.63	334460.235	3837.5	TN
322	8215045.86	334466.438	3846.5	TN
323	8215000.99	334480.045	3845.5	TN
324	8214996.35	334461.77	3832	TN
325	8214987.17	334420.831	3833.5	TN
326	8214954.09	334435.745	3831	TN
327	8214957.87	334451.005	3830.5	TN
328	8214961.34	334457.839	3829.25	TN
329	8214964.91	334476.86	3830.5	TN
330	8214968.07	334493.003	3844.25	TN
331	8214924.68	334515.208	3841	TN
332	8214908.68	334510.187	3825	TN
333	8214894.45	334474.948	3825.5	TN
334	8214842.52	334512.202	3821.5	TN
335	8214850.18	334523.096	3820.75	TN
336	8214855.07	334539.856	3820.25	TN
337	8214857.11	334546.983	3821	TN
338	8214859.07	334561.917	3827	TN
339	8214876.02	334588.682	3841.5	TN
340	8214834.46	334577.416	3818.5	TN
341	8214849.2	334581.742	3826	TN
342	8214865.13	334588.692	3836	TN
343	8214831.2	334639.302	3813	TN
344	8214849.25	334633.067	3830.5	TN
345	8214869.74	334623.906	3844.75	TN
346	8214859.83	334648.136	3813.5	TN
347	8214877.52	334633.281	3843.5	TN
348	8214894.75	334664.093	3829.5	TN
349	8214886.09	334673.463	3815	TN
350	8214891.77	334717.768	3818	TN
351	8214893.51	334726.246	3817.5	TN
352	8214894.58	334757.521	3818	TN
353	8214894.44	334767.093	3819	TN
354	8214944.72	334760.771	3823.5	TN
355	8214943.96	334749.664	3821.25	TN
356	8214942.11	334709.921	3821.5	TN
357	8214942.7	334672.277	3828	TN



358	8214994.62	334653.262	3836.25	TN
359	8214987.03	334685.201	3826.5	TN
360	8215005.53	334717.665	3826	TN
361	8215011.09	334720.416	3829.5	TN
362	8215072.1	334722.793	3836	TN
363	8215069.81	334683.553	3834.5	TN
364	8215064.49	334672.552	3830	TN
365	8215058.44	334652.282	3831	TN
366	8215052.72	334634.922	3841.75	TN
367	8214696.01	334913.26	3809.799	vuelo
368	8214604.27	334791.221	3808.074	vuelo
369	8214533.27	334694.82	3807.056	vuelo
370	8214454.85	334585.706	3804.435	vuelo
371	8214780.74	335053.284	3812.429	vuelo
372	8214888.87	335160.264	3813.927	vuelo
373	8214780.09	335211.301	3811.76	vuelo
374	8214939.1	335313.241	3815.544	vuelo
375	8214981.78	335461.072	3816.802	vuelo
376	8214902.86	335497.417	3814.611	vuelo
377	8214945.43	335621.89	3816.637	vuelo
378	8215060.47	335750.24	3817.293	vuelo
379	8215191.87	335855.098	3819.589	vuelo
380	8215240.19	335925.44	3820.5	vuelo
381	8215247.82	336059.275	3822.712	vuelo
382	8215291.93	336066.443	3822.112	vuelo
383	8215296.91	335907.746	3819.014	vuelo
384	8215196.86	335772.401	3817.027	vuelo
385	8215087	335608.327	3816.09	vuelo
386	8215055.71	335443.468	3813.37	vuelo
387	8215000.93	335308.463	3812.384	vuelo
388	8214948.22	335145.707	3809.609	vuelo
389	8214879.69	334979.832	3814.187	vuelo
390	8214868.23	334843.987	3811.369	vuelo
391	8215113.25	334692.082	3839.955	vuelo
392	8214934.74	334755.756	3820.274	vuelo
393	8214870.5	334536.641	3821.296	vuelo
394	8214798.46	334510.804	3817.401	vuelo
395	8214688.28	334370.307	3805.451	vuelo
396	8214547.11	334487.869	3803.598	vuelo
397	8214638.61	334617.281	3805.638	vuelo
398	8214731.27	334725.619	3807.377	vuelo
399	8214913.37	334448.198	3833.104	vuelo
400	8215048.24	334400.598	3846.706	vuelo



401	8215018.32	334456.849	3833.78	vuelo
402	8214850.3	335371.294	3813.382	vufijo



8.2 PANEL FOTOGRÁFICO – COLOCACION DE BMS MONUMENTADOS

A lo largo del Levantamiento Topográfico en el área de intervención, se hicieron capturas fotográficas, las cuales se muestran a continuación:



FOTOGRAFIA N°01.- UBICANDO LOS PUNTOS DE CONTROL Y REMARCADO



FOTOGRAFIA N°02.- INSTALACION DE EQUIPO TOPOGRAFICO





FOTOGRAFIA N°03.- INSTALACION DE EQUIPO TOPOGRAFICO



FOTOGRAFIA N°04.- TRAMO DE RIO





8.3 CERTIFICADO DE EQUIPOS UTILIZADOS:

IMPORTACIONES GRUPO MALLKU

GEODESIA Y FOTOGRAMETRIA

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

RAZÓN SOCIAL : CONSTRUCTORES Y CONTRATISTAS PIRQAY E.I.R.L.

RUC : 20605810579



N°: 050823

IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO

RECEPTOR : GNSS

MARCA : SOUTH

MODELO : GALAXY G3

SERIE : Q913DB148694706NNA



FECHA DE VERIFICACIÓN : 12/10/2024

FECHA DE VENCIMIENTO : 12/04/2025

EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTATA QUE EL EQUIPO EN MEDICIÓN CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE, LUEGO DE HABER REALIZADO SU INSPECCIÓN FÍSICA Y DE FUNCIONALIDAD, VERIFICANDO LA PRECISIÓN Y LA CALIDAD DE SEÑAL RECIBIDA DE LAS CONSTELACIONES GPS, GLONASS, GALILEO Y BEIDOU.

Se realizó la verificación del equipo, mediante el post proceso entre la estación de rastreo del IGN y el punto geodésico certificado a nombre de empresa GRUPO MALLKU S.A.C.

Numero correlativo del Punto Geodésico certificado utilizado para la verificación de los equipos 1739-2022/IGN/DIG/SDCERTIF



PRECISION MODO ESTÁTICO:		MEDICION CINEMATICO EN TIEMPO REAL (RTK):	
ESTÁTICO HORIZONTAL	± 3 mm +0.5 ppm	CINEMÁTICO HORIZONTAL	± 8 mm +0.5 ppm
ESTÁTICO VERTICAL	± 5 mm +1 ppm	CINEMÁTICO VERTICAL	± 15 mm +1 ppm



GRUPO MALLKU
RUC: 20603707100



GRUPO MALLKU S.A.C.
RUC: 20603707100
Herbert L. Arístegui Torres
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN:







CONSULTA DE CERTIFICADO

51 993652740

Jiron Los Laureles N° 362 cercado

GrupoMallkusac@gmail.com



IMPORTACIONES GRUPO MALLKU



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

DATOS DEL PROPIETARIO

RAZÓN SOCIAL : CONSTRUCTORES Y CONTRATISTAS PIRQAY E.I.R.L.

RUC : 20605810579



Nº: 050822

IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO

RECEPTOR : GNSS

MARCA : SOUTH

MODELO : GALAXY G2

SERIE : SG50E1148700456JKA



FECHA DE VERIFICACIÓN : 12/10/2024

FECHA DE VENCIMIENTO : 12/04/2025

EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTATA QUE EL EQUIPO EN MEDICIÓN CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE, LUEGO DE HABER REALIZADO SU INSPECCIÓN FÍSICA Y DE FUNCIONALIDAD, VERIFICANDO LA PRECISIÓN Y LA CALIDAD DE SEÑAL RECIBIDA DE LAS CONSTELACIONES GPS, GLONASS, GALILEO Y BEIDOU.

Se realizó la verificación del equipo, mediante el post proceso entre la estación de rastreo del IGN y el punto geodésico certificado a nombre de empresa GRUPO MALLKU S.A.C.

Numero correlativo del Punto Geodésico certificado utilizado para la verificación de los equipos 1739-2022/IGN/DIG/SDCERTIF



PRECISION MODO ESTÁTICO:		MEDICION CINEMATICO EN TIEMPO REAL (RTK):	
ESTÁTICO HORIZONTAL	± 3 mm +0.5 ppm	CINEMÁTICO HORIZONTAL	± 8 mm +0.5 ppm
ESTÁTICO VERTICAL	± 5 mm +1 ppm	CINEMÁTICO VERTICAL	± 15 mm +1 ppm



GRUPO MALLKU S.A.C.
RUC: 20603707100
Herberth L. Aréstegui Torres
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN:



CONSULTA DE CERTIFICADO

☎ 51 993652740

📍 Jiron Los Laureles N° 362 cercado

✉ GrupoMallkusac@gmail.com



OTROS EQUIPOS/ APOYO.



VENTA DE DRONES Y ACCESORIOS AL POR MAYOR Y MENOR

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PHANTOM 4 PRO V2.0 / 4 PRO V2.0 PLUS

Aeronave

Peso (batería y hélices incluidas)	1375 g
Tamaño diagonal (hélices excluidas)	350 mm
Velocidad máxima de ascenso	Modo S: 6 m / s Modo P: 5 m / s
Velocidad máxima de descenso	Modo S: 4 m / s Modo P: 3 m / s
Máxima velocidad	Modo S: 45 mph (72 kph) Modo A: 36 mph (58 kph) Modo P: 31 mph (50 kph)
Ángulo de inclinación máxima	Modo S: 42° Modo A: 35° Modo P: 25°
Velocidad angular máxima	Modo S: 250° / s Modo A: 150° / s
Techo de servicio máximo sobre el nivel del mar	19685 pies (6000 m)
Resistencia máxima a la velocidad del viento	10 m / s
Max tiempo de vuelo	Aprox. 30 minutos
Rango de temperatura de funcionamiento	32° a 104° F (0° a 40° C)
Sistemas de posicionamiento satelital	GPS / GLONASS
Rango de precisión de desplazamiento	Vertical: ± 0.1 m (con posicionamiento visual) ± 0.5 m (con posicionamiento GPS) Horizontal: ± 0.3 m (con posicionamiento visual) ± 1.5 m (con posicionamiento GPS)





VENTA DE DRONES Y ACCESORIOS AL POR MAYOR Y MENOR

Cardán

Estabilización	3 ejes (cabeceo, balanceo, guiñada)
Rango controlable	Paso: -90 ° a + 30 °
Velocidad angular máxima controlable	Paso: 90 ° / s
Rango de vibración angular	± 0.02 °

Sistema de visión

Sistema de visión	Sistema de visión hacia adelante Sistema de visión hacia atrás Sistema de visión hacia abajo
Rango de velocidad	≤31 mph (50 kph) a 6.6 pies (2 m) sobre el suelo
Rango de altitud	0-33 pies (0-10 m)
Rango de operación	0-33 pies (0-10 m)
Obstáculo Rango sensorial	2-98 pies (0.7-30 m)
FOV	Hacia adelante: 60 ° (horizontal), ± 27 ° (vertical) hacia atrás: 60 ° (horizontal), ± 27 ° (vertical) hacia abajo: 70 ° (delantero y trasero), 50 ° (izquierdo y derecho)
Frecuencia de medición	Hacia adelante: 10 Hz Hacia atrás: 10 Hz Hacia abajo: 20 Hz
Entorno operativo	Superficie con patrón claro e iluminación adecuada (lux> 15)



[Handwritten signature]

.....
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



VENTA DE DRONES Y ACCESORIOS AL POR MAYOR Y MENOR

Sistema de detección de infrarrojos

Obstáculo Rango sensorial	0.6-23 pies (0.2-7 m)
FOV	70 ° (horizontal), ± 10 ° (vertical)
Frecuencia de medición	10 Hz
Entorno operativo	Superficie con material de reflexión difusa / reflectividad > 8% (como paredes, árboles, humanos, etc.)

Cámara

Sensor	Píxeles efectivos CMOS de 1 pulgada : 20M
Lente	FOV 84 ° 8.8 mm / 24 mm (formato equivalente a 35 mm) f / 2.8 f / 11 enfoque automático a 1 m. ∞
Rango ISO	Video: 100-3200 (Auto) 100-6400 (Manual) Foto: 100-3200 (Auto) 100-12800 (Manual)
Velocidad de obturación mecánica	8-1 / 2000 s
Velocidad de obturación electrónica	8-1 / 8000 s
Tamaño de la imagen	Relación de aspecto 3: 2: 5472 × 3648 Relación de aspecto 4: 3: 4864 × 3648 Relación de aspecto 16: 9: 5472 × 3078
Tamaño de imagen PIV	4096 × 2160 (4096 × 2160 24/25/30/48 / 50p) 3840 × 2160 (3840 × 2160 24/25/30/48/50 / 60p) 2720 × 1530 (2720 × 1530 24/25/30/48 / 50 / 60p) 1920 × 1080 (1920 × 1080 24/25/30/48/50/60 / 120p) 1280 × 720 (1280 × 720 24/25/30/48/50/60 / 120p)





VENTA DE DRONES Y ACCESORIOS AL POR MAYOR Y MENOR

Modes de fotografía fija	Disparo en ráfaga de disparo único: 3/5/7/10/14 cuadros Herquillado de exposición automática (AEB): 3/5 cuadros entre corchetes a 0.7 EV Intervalo de sesgo: 2/3/5/7/10/15/20/30/50 s
Modes de grabación de video	H.265 C4K: 4096 × 2160 24/25 / 30p @ 100Mbps 4K: 3840 × 2160 24/25 / 30p @ 100Mbps 2.7K: 2720 × 1530 24/25 / 30p @ 65Mbps 2.7K: 2720 × 1530 48/50 / 60p @ 80Mbps FHD: 1920 × 1080 24/25 / 30p @ 50Mbps FHD: 1920 × 1080 48/50 / 60p @ 65Mbps FHD: 1920 × 1080 120p @ 100Mbps HD: 1280 × 720 24/25 / 30p @ 25Mbps HD: 1280 × 720 48/50 / 60p @ 35Mbps HD: 1280 × 720 120p @ 60Mbps H.264 C4K: 4096 × 2160 24/25/30/48/50 / 60p @ 100Mbps 4K: 3840 × 2160 24/25/30/48 / 50 / 60p @ 100Mbps 2.7K: 2720 × 1530 24/25 / 30p @ 80Mbps 2.7K: 2720 × 1530 48/50 / 60p @ 100Mbps FHD: 1920 × 1080 24/25 / 30p @ 60Mbps FHD: 1920 × 1080 48 / 50/60 @ 80Mbps FHD: 1520 × 1080 120p @ 100Mbps HD: 1280 × 720 24/25 / 30p @ 30Mbps HD: 1280 × 720 48/50 / 60p @ 45Mbps HD: 1280 × 720 120p @ 80Mbps
Max Video Bitrate	100Mbps
Sistemas de archivos compatibles	FAT32 (≤32 GB), exFAT (>32 GB)
Foto	JPEG, DNG (RAW), JPEG+DNG
Video	MP4 / MOV (AVC / H.264; HEVC / H.265)
Tarjetas SD compatibles	Capacidad máxima de microSD: 128 GB Velocidad de escritura ≥15MB / s, requiere clase 10 o clasificación UHS-1
Rango de temperatura de funcionamiento	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)





VENTA DE DRONES Y ACCESORIOS AL POR MAYOR Y MENOR

Control remoto

Frecuencia de operación	2.400-2.483 GHz y 5.725-5.850 GHz
Distancia máxima de transmisión	2.400-2.483 GHz, 5.725-5.850 GHz (sin obstrucciones, sin interferencias) FCC: 8000 m CE: 5000 m SRRC: 5000 m MIC: 5000 m
Rango de temperatura de funcionamiento	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)
BATERÍA	6000 mAh Lipo 2S
Potencia del transmisor (PIRE)	2.400-2.483 GHz FCC: 26 dBm CE: 20 dBm SRRC: 20 dBm MIC: 17 dBm 5.725-5.850 GHz FCC: 26 dBm CE: 14 dBm SRRC: 20 dBm MIC: -
Corriente de funcionamiento / voltaje	1.2A@7.4V
Puerto de salida de video	GL300K: HDMI GL300L: USB
Soporte para dispositivo móvil	GL300K: dispositivo de visualización incorporado (pantalla de 5.5 pulgadas, 1920 x 1080, 1000 cd / m², sistema Android, 4 GB de RAM + ROM de 16 GB) GL300L: tabletas y teléfonos inteligentes

Cargador

voltaje	17.4V
Potencia nominal	100 W





VENTA DE DRONES Y ACCESORIOS AL POR MAYOR Y MENOR

Batería de vuelo inteligente

Capacidad	5870 mAh
voltaje	15,2 V
Tipo de Batería	LiPo 4S
Energía	89,2 Wh
Peso neto	468 g
Rango de temperatura de carga	41 ° a 104 ° F (5 ° a 40 ° C)
Max potencia de carga	160 W

Aplicación / Vista en vivo

Aplicación móvil	DJI GO 4
Frecuencia de trabajo de visualización en vivo	2.4 GHz ISM, 5.8 GHz ISM
Calidad de visualización en vivo	720P @ 30fps, 1080P @ 30fps
Latencia	Phantom 4 Pro V2.0: 220 ms (según las condiciones y el dispositivo móvil) Phantom 4 Pro+ V2.0: 160-180 ms



2. ANEXO 2: ESTUDIO HIDROLOGICO.

Tabla de contenido

I. ASPECTOS GENERALES	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Objetivo	7
1.2.1. Objetivo general	7
1.2.2. Objetivos específicos	7
II. EVALUACIÓN HIDROLÓGICA	8
2.1. Descripción general de la unidad hidrográfica y del curso principal	8
2.1.1. Ubicación y delimitación del área del estudio	8
2.1.1.1. Ubicación administrativa	8
2.1.1.2. Ubicación hidrográfica	9
2.1.1.3. Ubicación geográfica	10
2.1.1.4. Ubicación política	11
2.1.2. Características fisiográficas y geomorfológicas de la unidad hidrográfica	12
2.1.2.1. Representación digital del relieve	12
2.1.2.2. Parámetros de forma	12
a. Área de la unidad hidrográfica (A).....	12
b. Perímetro de la unidad hidrográfica (P)	13
c. Longitud total de los ríos de diferentes grados de ramificación.....	13
d. Forma de la unidad hidrográfica.....	13
2.1.2.3. Parámetros de relieve	18
a. Curva hipsométrica	18
b. Polígono de frecuencias.....	20
c. Altitud media de la unidad hidrográfica	21
d. Altitud más frecuente	21
e. Altitud de frecuencia media	21
f. Pendiente media de la unidad hidrográfica	21
g. Coeficiente de masividad	22
h. Coeficiente orográfico	22
2.1.2.4. Parámetros de red hidrográfica	22
a. Longitud del río principal (Lc)	23
b. Tipo de corriente	23
c. Número de orden de los ríos	23
d. Densidad de drenaje	24
e. Extensión media de la escorrentía superficial	25
f. Pendiente media del río principal	25
III. ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS	28
3.1. Análisis de la precipitación máxima en 24 horas	28
3.1.1. Prueba de datos dudosos.....	28
3.1.1.1. Identificación de eventos extremos (detección de outliers o valores atípicos).....	33
g. Prueba de Grubbs y Beck	33
h. Prueba de datos Box Plot.....	34

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



i. Identificación de valores extremos de las estaciones seleccionadas	34
3.1.2. Cálculo del periodo de retorno.....	46
3.1.3. Análisis estadístico de datos hidrometeorológicos	48
3.1.3.1. Distribución de probabilidades utilizadas en hidrología	48
a. Distribución Normal.....	49
b. Distribución Log normal 2 parámetros	49
c. Distribución Log Normal 3 parámetros	50
d. Distribución Gamma 2 parámetros.....	50
e. Distribución Gamma 3 parámetros.....	50
f. Distribución Log Pearson tipo III	50
g. Distribución Gumbel.....	51
h. Distribución Log Gumbel.....	51
i. Datos observados de las estaciones seleccionas versus distribuciones teóricas	52
3.1.3.2. Ajuste de una distribución de probabilidades	57
3.1.3.3. Prueba de bondad de ajuste.....	57
3.1.4. Determinación de la tormenta de diseño	63
3.1.4.1. Precipitaciones máximas probables	63
3.1.4.2. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)	65
3.1.4.3. Hietograma de diseño	66
3.1.4.4. Regionalización de la precipitación máxima	68
3.1.5. Tiempo de concentración	73
3.1.5.1. Ecuaciones empíricas	73
3.1.5.2. Tiempo de retardo (Lag Time).....	73
3.1.6. Cálculo de curva número.....	73
3.1.7. Estimación de caudales máximos	74
3.1.7.1. Software de precipitación escorrentía	74
a. Definición de la unidad hidrográfica	74
b. Ingreso de datos hidrometeorológicos	75
c. Selección del método de transformación de lluvia en escorrentía.....	76
d. Cálculo del tiempo de concentración	84
e. Generación del hidrograma de caudales máximos	85
3.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
3.2.1. CONCLUSIONES	90
IV. ANEXOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO	91
4.1. Anexo b: Cuadros, figuras, diagramas.....	91
4.1.1. Cálculo de Parámetros Morfométricos.....	91
4.1.2. Curvas IDF de las estaciones seleccionadas y microcuencas analizadas	93
4.1.3. Hietogramas de las estaciones seleccionadas	97
4.1.3.1. Hietogramas – Estación Ichuña.....	97
4.1.3.2. Hietogramas – Estación Ubinas	99
4.1.3.3. Hietogramas – Estación Calacoa	101
4.1.3.4. Hietogramas – Estación Carumas	103
4.1.3.5. Hietogramas – Estación Pampa Umalso	105

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



4.1.4. Hidrogramas en el punto de interés en la cuenca Ichuña “PC1”	107
4.1.5. Hidrogramas en el punto de interés en la microcuenca “S8”	112
4.1.6. Hidrogramas en el punto de interés en la microcuenca “S9”	117
4.2. Anexo f: Datos de Precipitación Máxima 24 Horas SENAMHI	122
4.2.1. Estación Ichuña	122
4.2.2. Estación Ubinas	124
4.2.3. Estación Calacoa	126
4.2.4. Estación Carumas	128
4.2.5. Estación Pampa Umalso	130
4.3. Anexo e: Mapas temáticos	132
4.3.1. Mapa N° 1 Ubicación del Proyecto	132
4.3.2. Mapa N° 2 Ubicación Hidrográfica	133
4.3.3. Mapa N° 3 Parámetros Morfométricos	134
4.3.4. Mapa N° 4 Jurisdicción Autoridad Nacional del Agua	135
4.3.5. Mapa N° 5 Carta Nacional	136
4.3.6. Mapa N° 6 Estaciones Meteorológicas	137
4.3.7. Mapa N° 7 Estaciones Pluviométricas Seleccionadas	138



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0183

.....
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Índice de Cuadros

Cuadro N° 2.1-1 Estructura de ubicación hidrográfica	9
Cuadro N° 2.1-2 Ubicación geográfica de las cuencas de interés	10
Cuadro N° 2.1-3 Clasificación de cuencas por áreas.....	12
Cuadro N° 2.1-4 Clasificación por áreas de las cuencas de interés	12
Cuadro N° 2.1-5 Valores del coeficiente de compacidad.....	14
Cuadro N° 2.1-6 Clasificación por coeficientes de compacidad de las cuencas de interés	14
Cuadro N° 2.1-7 Clasificación por Factor de Forma	15
Cuadro N° 2.1-8 Clasificación por coeficientes de compacidad de las cuencas de interés	16
Cuadro N° 2.1-9 Clasificación de Valores de Masividad.....	22
Cuadro N° 2.1-10 Clasificación por Longitud de cauce principal	23
Cuadro N° 2.1-11 Orden de ríos	23
Cuadro N° 2.1-12 Clasificación de la Densidad de Drenaje.....	24
Cuadro N° 2.1-13 Parámetros Morfométricos de la Cuenca y Subcuencas de interés (C1, S1, S2, S3 y S4).	26
Cuadro N° 2.1-14 Parámetros Morfométricos de las Microcuencas o quebradas de interés (S5, S6, S7, S8 y S9)	27
Cuadro N° 3.1-1 Estaciones meteorológicas	29
Cuadro N° 3.1-2 Estaciones meteorológicas Seleccionadas	29
Cuadro N° 3.1-3 Precipitaciones máximas anuales (P _{máx} 24 horas) de las estaciones seleccionadas	31
Cuadro N° 3.1-4 Valores de Kn para la prueba de los datos dudosos.....	34
Cuadro N° 3.1-5 Precipitaciones Máximas Anuales (P _{24máx}) – Estación Ichuña.....	35
Cuadro N° 3.1-6 Precipitaciones Máximas Anuales (P _{24máx}) – Estación Ubinas	36
Cuadro N° 3.1-7 Precipitaciones Máximas Anuales (P _{24máx}) – Estación Calacoa	37
Cuadro N° 3.1-8 Precipitaciones Máximas Anuales (P _{24máx}) – Estación Carumas.....	38
Cuadro N° 3.1-9 Precipitaciones Máximas Anuales (P _{24máx}) – Estación Pampa Umalso.....	39
Cuadro N° 3.1-10 Valores del período de retorno T (años)	46
Cuadro N° 3.1-11 Valores recomendados de Riesgo admisible y Vida útil de obras de drenaje.....	47
Cuadro N° 3.1-12 Riesgo y vida útil de las Estructuras Hidráulicas del Proyecto	47
Cuadro N° 3.1-13 Periodos de retorno de diseño para el Proyecto	48
Cuadro N° 3.1-14 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Ichuña	52
Cuadro N° 3.1-15 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Ubinas.....	53
Cuadro N° 3.1-16 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Calacoa.....	54
Cuadro N° 3.1-17 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Carumas	55
Cuadro N° 3.1-18 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Pampa Umalso	56
Cuadro N° 3.1-19 Valores críticos D para la prueba de Kolmogorov -Smirnov.....	57
Cuadro N° 3.1-20 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Ichuña.....	58
Cuadro N° 3.1-21 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Ubinas	59
Cuadro N° 3.1-22 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Calacoa	60
Cuadro N° 3.1-23 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Carumas	61
Cuadro N° 3.1-24 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Pampa Umalso	62
Cuadro N° 3.1-25 Distribuciones teóricas de mejor ajuste de las estaciones seleccionadas	63
Cuadro N° 3.1-26 Precipitaciones de diseño de Estaciones seleccionadas, en mm	63
Cuadro N° 3.1-27 Factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria	64
Cuadro N° 3.1-28 Precipitaciones de diseño corregidas (*1.04) de Estaciones seleccionadas, en mm	64
Cuadro N° 3.1-29 Ecuación de Curva IDF – Estaciones seleccionadas y microcuencas de interés	66
Cuadro N° 3.1-30 Coordenadas del centroide de las cuencas, subcuencas y microcuencas de interés.....	68
Cuadro N° 3.1-31 Coordenadas de las estaciones seleccionadas	68
Cuadro N° 3.1-31 Ponderación y selección de estaciones meteorológicas	69
Cuadro N° 3.1-32 Cálculo del Peso de las estaciones seleccionadas sobre las cuencas, subcuencas y microcuencas de interés	71

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



Cuadro N° 3.1-33 Pesos ponderados de las estaciones sobre las cuencas, subcuencas y microcuencas	71
Cuadro N° 3.1-34 Precipitaciones de diseño de Estaciones seleccionadas, en mm	72
Cuadro N° 3.1-35 Precipitaciones de diseño de cuencas, subcuencas y microcuencas, en mm	72
Cuadro N° 3.1-36 Ecuaciones para el cálculo del tiempo de concentración.....	73
Cuadro N° 3.1-37 Número de Curva para los Suelos (CN).....	80
Cuadro N° 4.1-1 Curva Hipsométrica – Cuenca Ichuña “C1”.....	92

Índice de Figuras

Figura N° 2.1-1 Jurisdicción Autoridad Nacional del Agua.....	8
Figura N° 2.1-2 Ubicación Hidrográfica.....	9
Figura N° 2.1-3 Ubicación geográfica de las cuencas de interés.....	10
Figura N° 2.1-4 Ubicación política del proyecto	11
Figura N° 2.1-5 Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión, según Strahler	19
Figura N° 2.1-6 Polígono de Frecuencias	20
Figura N° 2.1-7 Clasificación de ríos según Strahler	24
Figura N° 2.1-8 Pendiente del río principal	25
Figura N° 3.1-1 Ubicación de Estaciones Meteorológicas seleccionadas – Precipitación Máxima Anual.....	32
Figura N° 3.1-2 Detección de Outliers – Estación Ichuña	40
Figura N° 3.1-3 Detección de Outliers – Estación Ubinas.....	41
Figura N° 3.1-4 Detección de Outliers – Estación Calacoa.....	42
Figura N° 3.1-5 Detección de Outliers – Estación Carumas	43
Figura N° 3.1-6 Detección de Outliers – Estación Pampa Umalso	44
Figura N° 3.1-7 Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil.....	46
Figura N° 3.1-8 Diagrama para el proceso de selección de una distribución de probabilidad	48
Figura N° 3.1-9 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Ichuña	52
Figura N° 3.1-10 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Ubinas	53
Figura N° 3.1-11 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Calacoa	54
Figura N° 3.1-12 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Carumas	55
Figura N° 3.1-13 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Pampa Umalso	56
Figura N° 3.1-14 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Ichuña	58
Figura N° 3.1-15 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Ubinas.....	59
Figura N° 3.1-16 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Calacoa	60
Figura N° 3.1-17 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Carumas	61
Figura N° 3.1-18 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Pampa Umalso	62
Figura N° 3.1-19 Ejemplo de la Curva Intensidad – Duración – Frecuencia.....	65
Figura N° 3.1-20 Ejemplo de Hietograma mediante Bloques Alternos.....	67
Figura N° 3.1-21 Factores que intervienen en la generación de valores de curva número.....	74
Figura N° 3.1-22 Esquema Topológico de la cuenca C1	74
Figura N° 3.1-23 Ingreso de hietogramas al modelo hidrológico	75
Figura N° 3.1-24 Hietogramas del modelo hidrológico.....	76
Figura N° 3.1-25 Número de curvas y Abstracción inicial de las subcuencas del modelo hidrológico.....	79
Figura N° 3.1-26 Número de Curva de las Cuencas y Subcuencas de estudio.....	81
Figura N° 3.1-26 Parámetros para cálculo de Número de Curva.....	82
Figura N° 3.1-26 Estadística Zonal para hallar el Número de Curva de cada Subcuenca.....	83
Figura N° 3.1-26 Tiempo de retardo del modelo hidrológico.....	84
Figura N° 3.1-27 Modelo meteorológico del modelo hidrológico.....	85
Figura N° 3.1-28 Hidrograma en PC1 de la cuenca C1 para Tr 140 años.....	86
Figura N° 3.1-29 Hidrogramas calculados en PC1, de la cuenca C1.....	87
Figura N° 3.1-30 Hidrogramas calculados de la microcuenca S8.....	88
Figura N° 3.1-31 Hidrogramas calculados de la microcuenca S9.....	89
Figura N° 4.1-1 Curva Hipsométrica – Cuenca Ichuña “C1”	91
Figura N° 4.1-2 Curva IDF – Estación Ichuña	93
Figura N° 4.1-3 Curva IDF – Estación Ubinas	93
Figura N° 4.1-4 Curva IDF – Estación Calacoa	94
Figura N° 4.1-5 Curva IDF – Estación Carumas	94
Figura N° 4.1-6 Curva IDF – Estación Pampa Umalso	95
Figura N° 4.1-7 Curva IDF – Microcuenca S8.....	95
Figura N° 4.1-8 Curva IDF – Microcuenca S9.....	96
Figura N° 4.1-9 Hietograma Tr 2 años – Estación Ichuña.....	97

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0181

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-10 Hietograma Tr 10 años – Estación Ichuña.....	97
Figura N° 4.1-11 Hietograma Tr 35 años – Estación Ichuña.....	97
Figura N° 4.1-12 Hietograma Tr 70 años – Estación Ichuña.....	98
Figura N° 4.1-13 Hietograma Tr 140 años – Estación Ichuña.....	98
Figura N° 4.1-14 Hietograma Tr 500 años – Estación Ichuña.....	98
Figura N° 4.1-15 Hietograma Tr 2 años – Estación Ubinas	99
Figura N° 4.1-16 Hietograma Tr 10 años – Estación Ubinas	99
Figura N° 4.1-17 Hietograma Tr 35 años – Estación Ubinas	99
Figura N° 4.1-18 Hietograma Tr 70 años – Estación Ubinas	100
Figura N° 4.1-19 Hietograma Tr 140 años – Estación Ubinas	100
Figura N° 4.1-20 Hietograma Tr 500 años – Estación Ubinas	100
Figura N° 4.1-21 Hietograma Tr 2 años – Estación Calacoa	101
Figura N° 4.1-22 Hietograma Tr 10 años – Estación Calacoa	101
Figura N° 4.1-23 Hietograma Tr 35 años – Estación Calacoa	101
Figura N° 4.1-24 Hietograma Tr 70 años – Estación Calacoa	102
Figura N° 4.1-25 Hietograma Tr 140 años – Estación Calacoa	102
Figura N° 4.1-26 Hietograma Tr 500 años – Estación Calacoa	102
Figura N° 4.1-27 Hietograma Tr 2 años – Estación Carumas.....	103
Figura N° 4.1-28 Hietograma Tr 10 años – Estación Carumas.....	103
Figura N° 4.1-29 Hietograma Tr 35 años – Estación Carumas.....	103
Figura N° 4.1-30 Hietograma Tr 70 años – Estación Carumas.....	104
Figura N° 4.1-31 Hietograma Tr 140 años – Estación Carumas.....	104
Figura N° 4.1-32 Hietograma Tr 500 años – Estación Carumas.....	104
Figura N° 4.1-33 Hietograma Tr 2 años – Estación Pampa Umalso	105
Figura N° 4.1-34 Hietograma Tr 10 años – Estación Pampa Umalso	105
Figura N° 4.1-35 Hietograma Tr 35 años – Estación Pampa Umalso	105
Figura N° 4.1-36 Hietograma Tr 70 años – Estación Pampa Umalso	106
Figura N° 4.1-37 Hietograma Tr 140 años – Estación Pampa Umalso.....	106
Figura N° 4.1-38 Hietograma Tr 500 años – Estación Pampa Umalso.....	106
Figura N° 4.1-39 Hidrograma Tr 10 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	107
Figura N° 4.1-40 Hidrograma Tr 25 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	107
Figura N° 4.1-41 Hidrograma Tr 35 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	108
Figura N° 4.1-42 Hidrograma Tr 50 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	108
Figura N° 4.1-43 Hidrograma Tr 70 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	109
Figura N° 4.1-44 Hidrograma Tr 100 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	109
Figura N° 4.1-45 Hidrograma Tr 140 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	110
Figura N° 4.1-46 Hidrograma Tr 200 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	110
Figura N° 4.1-47 Hidrograma Tr 500 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña	111
Figura N° 4.1-48 Hidrograma Tr 10 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	112
Figura N° 4.1-49 Hidrograma Tr 25 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	112
Figura N° 4.1-50 Hidrograma Tr 35 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	113
Figura N° 4.1-51 Hidrograma Tr 50 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	113
Figura N° 4.1-52 Hidrograma Tr 70 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	114
Figura N° 4.1-53 Hidrograma Tr 100 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	114
Figura N° 4.1-54 Hidrograma Tr 140 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	115
Figura N° 4.1-55 Hidrograma Tr 200 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	115
Figura N° 4.1-56 Hidrograma Tr 500 años, en punto de interés S8 – Microcuenca.....	116
Figura N° 4.1-57 Hidrograma Tr 10 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	117
Figura N° 4.1-58 Hidrograma Tr 25 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	117
Figura N° 4.1-59 Hidrograma Tr 35 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	118
Figura N° 4.1-60 Hidrograma Tr 50 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	118
Figura N° 4.1-61 Hidrograma Tr 70 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	119
Figura N° 4.1-62 Hidrograma Tr 100 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	119
Figura N° 4.1-63 Hidrograma Tr 140 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	120
Figura N° 4.1-64 Hidrograma Tr 200 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	120
Figura N° 4.1-65 Hidrograma Tr 500 años, en punto de interés S9 – Microcuenca.....	121



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0180

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El presente Estudio Hidrológico para la determinación de las Máximas Avenidas tiene como finalidad establecer los caudales máximos de diseño que podrían presentarse en la cuenca de estudio, considerando las condiciones hidrometeorológicas, fisiográficas y morfométricas propias del ámbito. Este análisis constituye una etapa fundamental dentro del proceso de planificación y diseño de obras hidráulicas, tales como presas, bocatomas, alcantarillas, puentes o diques de contención, garantizando que su dimensionamiento responda a los eventos extremos que pudieran ocurrir durante su vida útil.

Para la estimación de las avenidas máximas se ha realizado la recopilación, depuración y análisis de la información pluviométrica e hidrométrica disponible en el ámbito de influencia, priorizando las estaciones más representativas y con registros confiables. Posteriormente, se efectuó el análisis estadístico de precipitaciones máximas mediante diferentes modelos de distribución de probabilidad (Gumbel, Log-Normal, Pearson Tipo III, entre otros), y se determinaron las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), base del cálculo de tormentas de diseño para distintos periodos de retorno.

Asimismo, se ha caracterizado la cuenca hidrográfica en términos de su área de drenaje, pendientes, longitud del cauce principal, tiempo de concentración y demás parámetros morfométricos que influyen en la generación del escurrimiento superficial. A partir de esta información se aplicaron metodologías reconocidas, tales como el Método Racional Modificado o el Método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN), para estimar los caudales máximos instantáneos y medios asociados a diferentes periodos de retorno ($T = 2, 5, 10, 25, 50, 100$ años, etc.).

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo general

- Determinar las avenidas máximas de diseño en la cuenca de estudio, mediante el análisis hidrometeorológico, estadístico y morfométrico de la información disponible, con el fin de establecer los caudales máximos de diseño correspondientes a diferentes periodos de retorno, que sirvan de base para el dimensionamiento hidráulico y estructural de las obras proyectadas.

1.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente estudio han sido incorporados para alcanzar y cumplir el objetivo principal.

- Cálculo de los parámetros morfométricos o geomorfológicos de las cuencas principales.
- Realizar el análisis estadístico de las precipitaciones máximas mediante la aplicación de diferentes modelos de distribución de probabilidad.
- Determinar caudales máximos para los periodos de retorno de diseño en el cauce principal de las cuencas de la zona de estudio.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0179

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

II. EVALUACIÓN HIDROLÓGICA

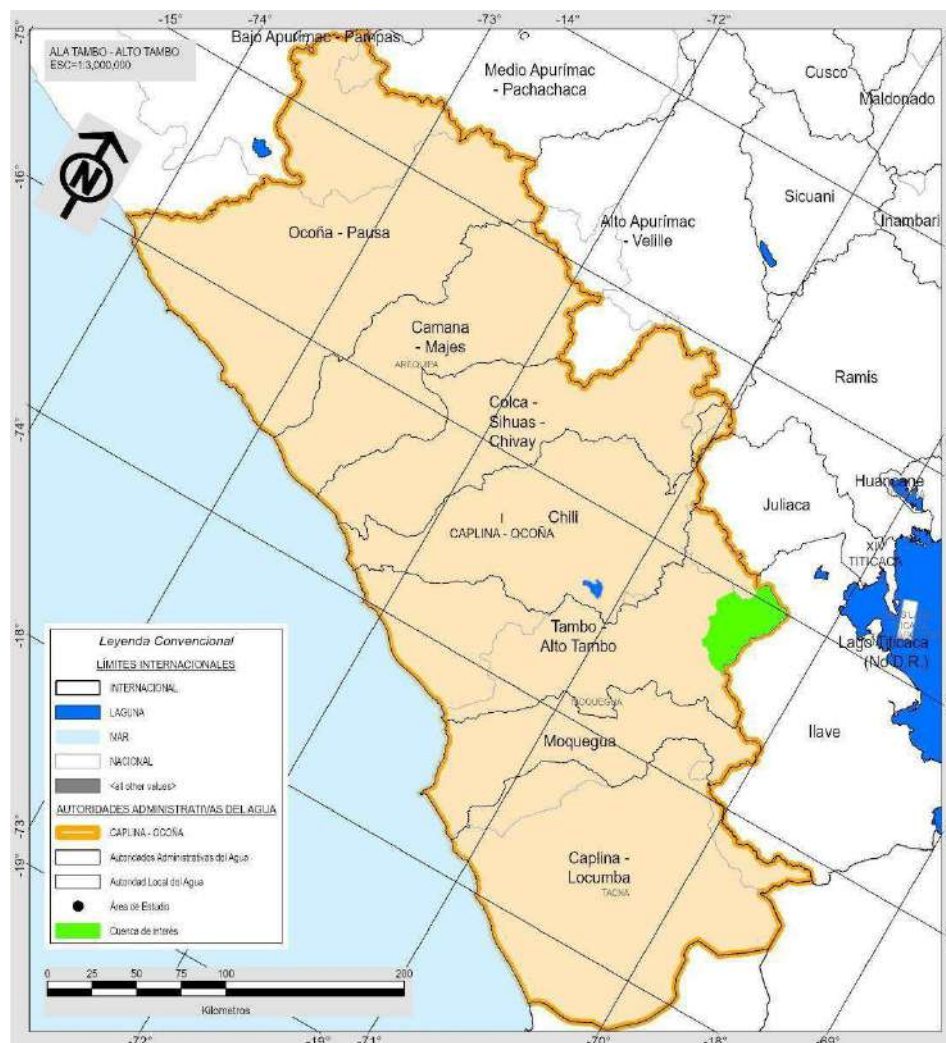
2.1. Descripción general de la unidad hidrográfica y del curso principal

2.1.1. Ubicación y delimitación del área del estudio

2.1.1.1. Ubicación administrativa

Conforme a la delimitación establecida en la Resolución Jefatural N°0546-2009-ANA, el proyecto se ubica en la Autoridad Administrativa del Agua I Caplina Ocoña y la Autoridad Local del Agua Tambo – Alto Tambo.

Figura N° 2.1-1 Jurisdicción Autoridad Nacional del Agua



Fuente: Elaboración propia (Arcgis Pro-3.3) – Autoridad Nacional del Agua

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

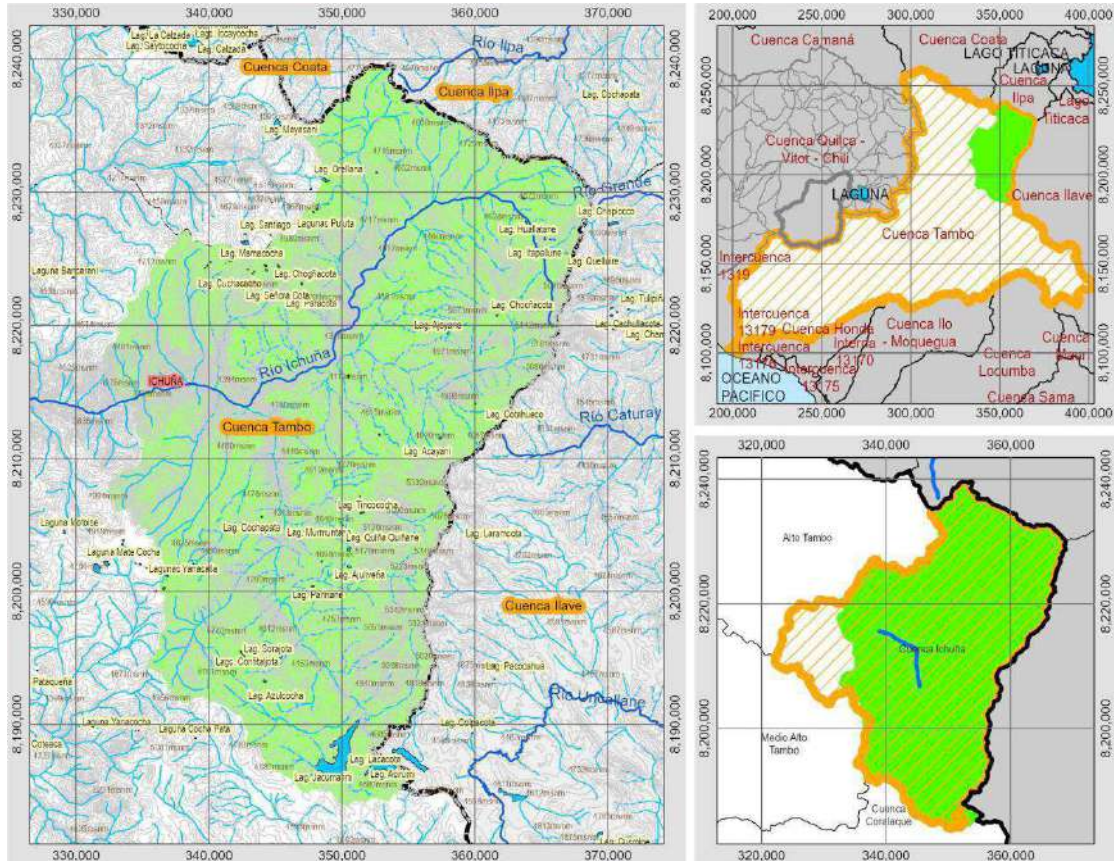
0178

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.1.1.2. Ubicación hidrográfica

Se determino conforme a la delimitación establecida en la Resolución Ministerial N°033-2008-AG, precisando los niveles a la que pertenece según lo siguiente:

Figura N° 2.1-2 Ubicación Hidrográfica



Fuente: Elaboración propia (Arcgis Pro-3.3)

Cuadro N° 2.1-1 Estructura de ubicación hidrográfica

Orden	Nombre
1	Región hidrográfica del Pacífico
2	Unidad Hidrográfica 13
3	Unidad Hidrográfica 131
4	Cuenca Tambo
5	Subcuenca Ichuña
6	Microcuencas de Interés

Fuente: Autoridad Nacional del agua



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0177

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.1.1.3. Ubicación geográfica

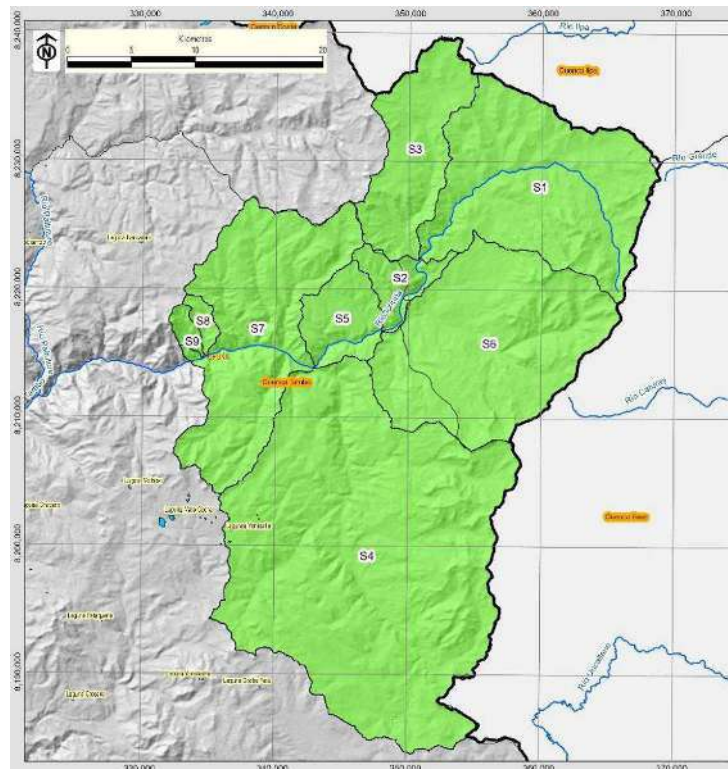
Referimos al centroide las unidades hidrográficas del presente estudio.

Cuadro N° 2.1-2 Ubicación geográfica de las cuencas de interés

Subcuenca	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
S1	359,840	8,228,025	4,544
S2	349,169	8,220,661	4,393
S3	350,399	8,230,944	4,641
S4	346,983	8,199,224	4,316
S5	345,004	8,217,704	4,234
S6	356,081	8,215,809	4,401
S7	338,650	8,216,878	4,084
S8	334,530	8,217,453	4,170
S9	333,252	8,216,830	4,117

Fuente: Elaboración propia, UTM-WGS84

Figura N° 2.1-3 Ubicación geográfica de las cuencas de interés



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0176

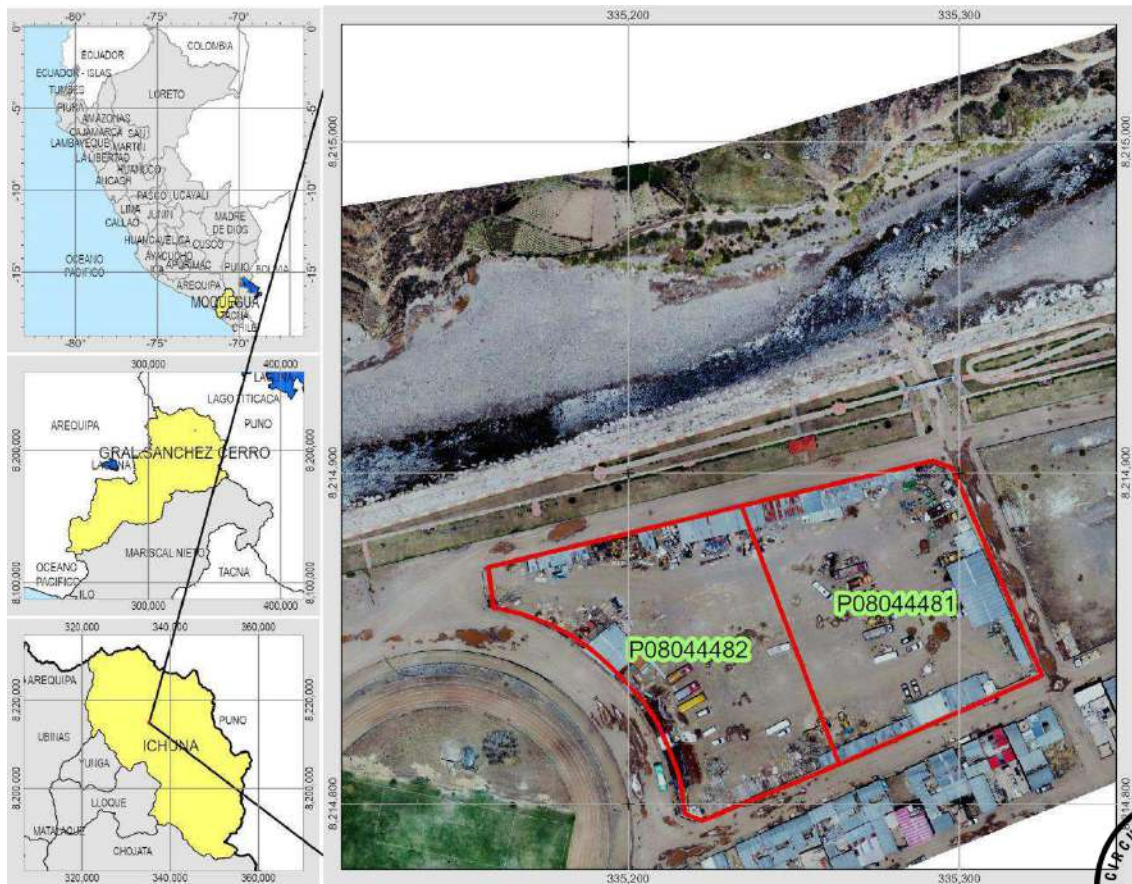
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.1.1.4. Ubicación política

La zona de emplazamiento de los elementos expuestos, los predios de código P08044481 y P08044482 ambos se encuentran ubicados en:

- Región : Moquegua
- Provincia : General Sánchez Cerro
- Distrito : Ichuña
- Sector : Centro Poblado Ichuña

Figura N° 2.1-4 Ubicación política del proyecto



Fuente: Elaboración propia (Arcgis Pro-3.3)



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0175

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

2.1.2. Características fisiográficas y geomorfológicas de la unidad hidrográfica

2.1.2.1. Representación digital del relieve

Para determinar las características fisiográficas y geomorfológicas de la UH, se debe hacer uso de los DEM de alta resolución existentes en servidores de acceso gratuito entre los cuales: USGS Earth Explorer, SRTM, ASTER, ALOS PALSAR, CONIDA (PERÚ SAT), entre otros.

2.1.2.2. Parámetros de forma

Los parámetros de forma son los siguientes:

a. Área de la unidad hidrográfica (A)

Una vez descargado el DEM, se procedió a delimitar la UH empleando la metodología de Pfastetter, a partir de los puntos de disponibilidad hídrica. Este procedimiento resulta esencial, ya que tiene una influencia directa en la estimación de la escurrentía.

Según Ven To Chow (1993), se puede utilizar la siguiente clasificación de tamaño de cuenca:

Cuadro N° 2.1-3 Clasificación de cuencas por áreas

Tamaño de Cuenca (km ²)	Descripción
< 25	Muy Pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia-Pequeña
500 a 2500	Intermedia-Grande
2500 a 5000	Grande
> 5000	Muy Grande

Fuente: Ven Te Chow

Cuadro N° 2.1-4 Clasificación por áreas de las cuencas de interés

Subcuenca	Área (km ²)	Clasificación Área
S1	184.79	Pequeña
S2	22.58	Muy Pequeña
S3	82.95	Pequeña
S4	454.12	Intermedia-Pequeña
S5	36.58	Pequeña
S6	193.86	Pequeña
S7	162.49	Pequeña
S8	6.16	Muy Pequeña
S9	5.77	Muy Pequeña

Fuente: Elaboración propia

C: Cuencas, S: Subcuencas, Q: microcuencas o quebradas



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0174

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

b. Perímetro de la unidad hidrográfica (P)

A partir del área de la UH, se debe definir el perímetro (denominado “línea divisoria” o “Divortium Aquarum”. Este parámetro es fundamental, ya que, junto con el área, permite determinar la forma de la UH.

c. Longitud total de los ríos de diferentes grados de ramificación

La longitud total de los ríos según su orden se calcula a partir de la clasificación por orden de los ríos mediante el método de Strahler dentro de la UH. Luego, se suma la longitud correspondiente a cada orden para obtener el total por categoría.

d. Forma de la unidad hidrográfica

Para estimar la forma de la UH, se debe emplear los siguientes coeficientes: ancho promedio, coeficiente de compacidad, factor de forma, rectángulo equivalente y radio de circularidad.

d.1 Ancho promedio de la cuenca (Ap)

Es un parámetro promedio que se obtiene a partir del cociente entre el área de la cuenca y la longitud máxima (Lm) de la misma.

$$A_p = \frac{A}{L_m}$$

Donde:

Ap : Ancho promedio de la cuenca (km).

A : Área de la cuenca (Km²).

Lm : Longitud máxima de la cuenca (Km).

d.2 Coeficiente de compacidad (Kc)

Definido por Gravelius como la relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia del círculo que tenga la misma superficie de la cuenca.

La peligrosidad de una cuenca aumenta si el coeficiente K se acerca a la unidad (1), o una forma redonda ya que indica que las distancias relativas de los puntos de la divisoria en relación con uno central no tienen diferencias mayores y es menor el tiempo de concentración y la posibilidad que las ondas de crecidas sean continuas es mayor.

Este coeficiente es igual a uno cuando la cuenca es perfectamente circular. Este coeficiente puede alcanzar el valor de tres en el caso de cuencas muy alargadas. En general Kc es mayor a 1.

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

Kc : Coeficiente de compacidad.
P : Perímetro de la cuenca, en Km.
A : Área de la cuenca, en Km².

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



Se dice que las cuencas grandes tienen forma de pera y que las menores tienen forma de abanico, pero la forma se distingue basándose en la cuantificación.

Cuadro N° 2.1-5 Valores del coeficiente de compacidad

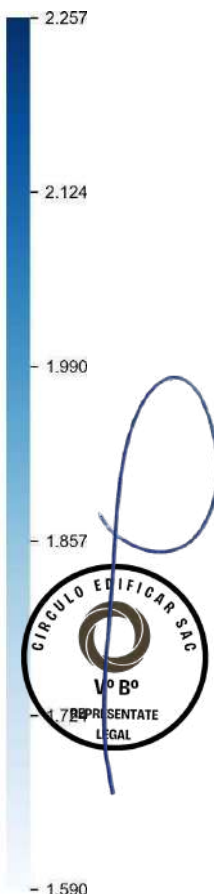
Kc	Clasificación geomorfológica moderna	Forma de la cuenca	Comportamiento hidrológico
1.0 – 1.2	Muy compacta (circular)	Cuenca casi circular	Escorrentía rápida, alta concentración de caudales, riesgo de crecidas.
1.2 – 1.4	Compacta	Forma subcircular	Escorrentía relativamente rápida, buena respuesta de drenaje.
1.4 – 1.7	Moderadamente alargada	Ovalada o irregular	Escorrentía media, respuesta intermedia.
1.7 – 2.0	Alargada	Estrecha y extendida	Escorrentía lenta, menor pico de caudal.
> 2.0	Muy alargada o dendrítica	Forma compleja y ramificada	Respuesta retardada, drenaje distribuido, buena laminación natural.

Fuente: Mesa (2006), Ollero (2010), Cortés et al. (2018)

Cuadro N° 2.1-6 Clasificación por coeficientes de compacidad de las cuencas de interés

Subcuenca	Área (km ²)	Perímetro (km)	Coef. Compacidad Kc	Clasificación Kc
S1	184.79	87.84	1.82	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal
S2	22.58	36.24	2.15	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada, drenaje distribuido, buena laminación natural
S3	82.95	64.68	2.00	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada, drenaje distribuido, buena laminación natural
S4	454.12	136.20	1.80	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal
S5	36.58	34.68	1.62	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia
S6	193.86	78.48	1.59	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia
S7	162.49	102.00	2.26	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada, drenaje distribuido, buena laminación natural
S8	6.16	16.50	1.88	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal
S9	5.77	14.22	1.67	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia

Fuente: Elaboración propia



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0172

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

d.3 Factor de forma (Ff)

Este factor, como los otros que se utilizan en este trabajo, es un referente para establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial en una cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas no alargadas tienden a presentar un flujo de agua más veloz, a comparación de las cuencas redondeadas, logrando una evacuación de la cuenca más rápida, mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente.

Una cuenca tiende a ser alargada si el factor de forma tiende a cero, mientras que su forma es redonda, en la medida que el factor de forma tiende a uno. Este coeficiente definido por Horton afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximos. El factor de forma está definido por la siguiente expresión:

$$F_f = \frac{A}{L_c^2}$$

Donde:

F_f : Factor de forma.
 A : Área de la cuenca, en Km².
 L_c : Longitud del cauce principal, en km.

Cuadro N° 2.1-7 Clasificación por Factor de Forma

Ff	Clasificación moderna	Forma planimétrica	Comportamiento hidrológico
> 0.8	Muy alta (cuenca circular)	Redondeada	Alta simultaneidad de escorrentía, riesgo de crecidas súbitas.
0.6 – 0.8	Alta (subcircular)	Ovalada compacta	Escorrentía rápida, Tc corto.
0.4 – 0.6	Media (moderadamente alargada)	Ovalada	Respuesta hidrológica equilibrada.
0.25 - 0.4	Baja (alargada)	Estrecha	Escorrentía lenta, menor caudal pico.
< 0.25	Muy baja (muy alargada)	Estrecha y larga	Tiempo de concentración alto, flujo distribuido.

Fuente: Ollero (2010), Mesa & Franco (2004), SENAMHI (2020) y ANA (2021)



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0171

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 2.1-8 Clasificación por coeficientes de compacidad de las cuencas de interés

Subcuenca	Área (km2)	Longitud Cauce (km)	Ff	Clasificación Ff
S1	184.79	29.59	0.21	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
S2	22.58	10.16	0.22	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
S3	82.95	21.74	0.18	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
S4	454.12	46.09	0.21	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
S5	36.58	12.68	0.23	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
S6	193.86	23.50	0.35	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico
S7	162.49	23.80	0.29	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico
S8	6.16	6.24	0.16	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
S9	5.77	5.32	0.20	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido

Fuente: Elaboración propia

d.4 Rectángulo Equivalente (Re)

El rectángulo equivalente es una transformación geométrica, que permite representar a la cuenca de su forma heterogénea, con la forma de un rectángulo, que tiene la misma área y perímetro (y por lo tanto el mismo índice de compacidad o índice de Gravelius), igual distribución, igual distribución de alturas (y por lo tanto igual a la curva hipsométrica) e igual a la distribución de terreno en cuanto a sus condiciones de cobertura. En este rectángulo las curvas de nivel se convierten en rectas paralelas al lado menor, siendo estos lados la primera y última curvas de nivel.

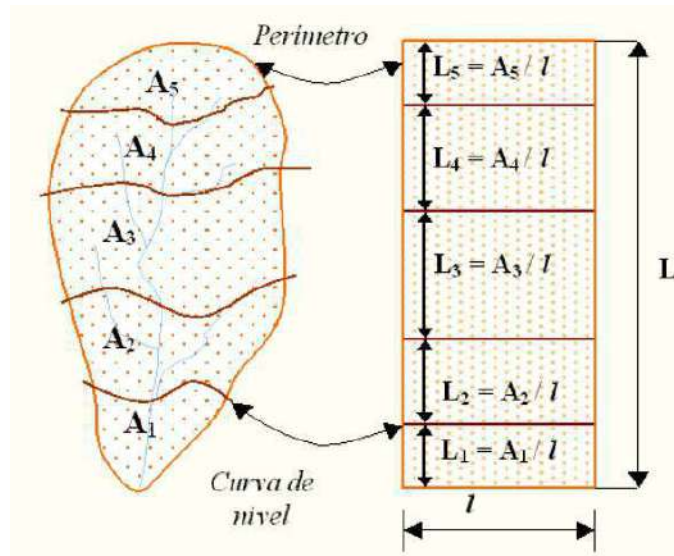


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0170

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Si "l" y "L" son dimensiones del rectángulo equivalente, se cumple:

Área : $A = l * L$

Perímetro: $P = 2(l + L)$

Índice de Gravelius: $C_c = 0.282 * \frac{P}{\sqrt{A}}$

Sustituyendo $L^2 - \frac{K_c * \sqrt{A}}{0.56} L + A = 0$

Aplicando la ecuación de segundo grado, resulta.

$$L = \frac{C_c \sqrt{A}}{1.128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{C_c} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{C_c \sqrt{A}}{1.128} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{C_c} \right)^2} \right]$$

Donde:

- L : Longitud del lado mayor del rectángulo (km)
 l : Longitud de lado menor del rectángulo (km)
 K_c : Índice de Gravelius
 A : Área de la cuenca (km²)

Las áreas parciales se calculan según dividiendo el área entre curvas entre el lado menor del rectángulo. La diferencia entre las curvas de nivel dividido entre la longitud mayor del rectángulo equivalente nos indica un valor promedio de la pendiente de la cuenca.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



d.5 Radio de circularidad

Este coeficiente es el cociente entre el área de la cuenca y la del círculo cuya circunferencia es equivalente al perímetro de la cuenca. Su valor es unitario para una cuenca circular, para el caso de una cuenca cuadrada, corresponde a un valor de 0.785.

Si los resultados obtenidos indican que la cuenca en estudio está cercana a una simetría en sus dimensiones cartesianas, hidrológicamente implicaría hidrogramas casi simétricos en su desembocadura. Se calcula con la siguiente expresión:

$$R_e = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Donde:

R_e : Radio de circularidad.
 A : Área de la cuenca, en Km².
 P : Perímetro de la cuenca, en km.

2.1.2.3. Parámetros de relieve

La influencia del relieve sobre la respuesta hidrológica de la cuenca es importante, puesto que a mayores pendientes corresponden mayores velocidades del agua en las corrientes y menor será el tiempo de concentración de la cuenca.

Para describir el relieve de una cuenca existen numerosos parámetros que han sido desarrollados por varios autores, entre los más utilizados destacan los siguientes:

a. Curva hipsométrica

La curva hipsométrica sugerida por Langen et al. (1947), proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la cuenca, que representa gráficamente la distribución de la cuenca vertiente por tramos de altura. Dicha curva presenta, en ordenadas, las distintas cotas de altura de la cuenca, y en abscisas la superficie de la cuenca que se halla por encima de dichas cotas, bien en km² o tanto por cien de la superficie total de la cuenca.

La siguiente ilustración muestra tres curvas hipsométricas correspondientes a otras tantas cuencas que tienen potenciales evolutivos distintos.



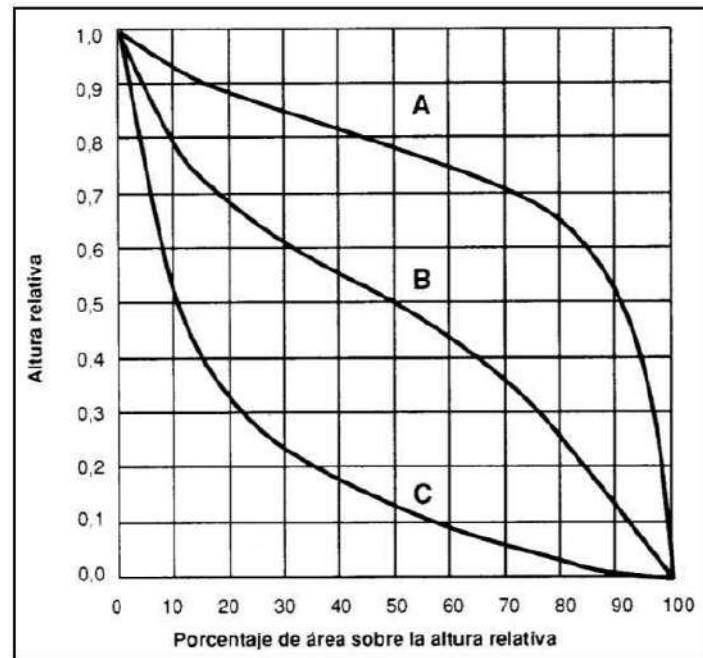
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0168

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.1-5 Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión, según Strahler



Fuente: Llamas, J., Hidrología general, figura 2-6

La curva superior (curva A) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo; la curva intermedia (curva B) es característica de una cuenca en equilibrio; y la curva inferior (curva C) es típica de una cuenca sedimentaria. Quedarían, así, representadas distintas fases de la vida de los ríos:

- Curva A: fase de juventud
- Curva B: fase de madurez
- Curva C: fase de vejez

Scheidegger (1987) rechaza esta clasificación aduciendo que el levantamiento tectónico es un proceso continuo y que, a lo largo de la historia de la cuenca, hay una tendencia a equilibrar las fuerzas antagónicas de construcción tectónica y degradación por erosión u otros mecanismos.

Si un paisaje muestra un carácter permanente, estos dos procesos están en equilibrio dinámico. Scheidegger entonces atribuye las diversas formas de la curva hipsométrica a los niveles de actividad de los ya citados procesos. Así:

- Curva A: tiene una alta actividad
- Curva B: tiene una actividad media
- Curva C: tiene una actividad baja

El nivel de actividad no tiene por qué estar relacionado con la edad de la cuenca.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

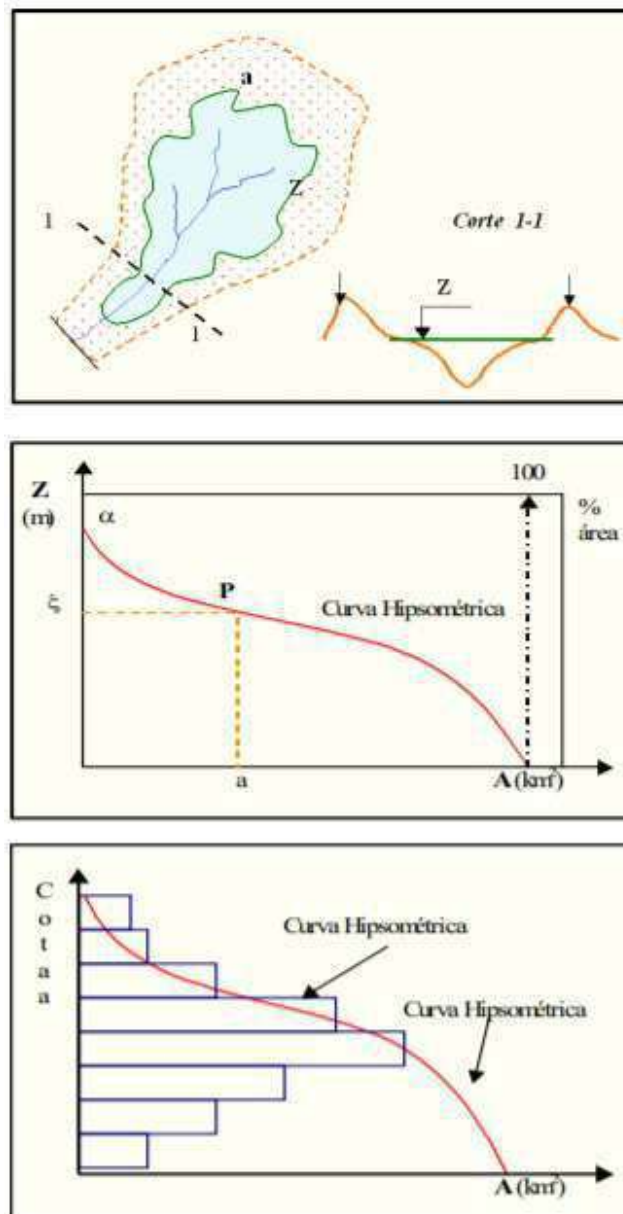
0167

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

b. Polígono de frecuencias

El polígono de frecuencias o diagrama de frecuencias altimétricas es un gráfico de barras que indica las superficies expresadas en porcentaje del total comprendidas en intervalos constantes de altura (msnm). Sirve para encontrar el área parcial más frecuente para el posible desarrollo de proyectos agrícolas y/o habilitaciones poblacionales.

Figura N° 2.1-6 Polígono de Frecuencias



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0166

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

c. Altitud media de la unidad hidrográfica

Este valor se debe estimar mediante análisis de los datos de elevación del terreno obtenidas del DEM, promediando las altitudes de todos los puntos dentro de los límites de la UH, según la siguiente ecuación:

$$H_{med} = \frac{\sum(A_i * H_i)}{A}$$

Donde:

Hmed	:	Altitud media de la UH, en (m.s.n.m.)
Hi	:	Altitud media entre dos curvas de nivel consecutivas, en (m).
Ai	:	Área de la UH comprendida entre dos curvas de nivel anterior, en (km2).
A	:	Área total de la UH, en (km2).

d. Altitud más frecuente

Este valor permite evaluar la distribución de altitudes dentro de una UH y determinar las áreas más susceptibles a fenómenos hidrológicos. Se calcula mediante un histograma de elevación, en el cual se debe identificar el intervalo de altitud con la mayor frecuencia de ocurrencia.

e. Altitud de frecuencia media

Se debe analizar e interpretar la altitud de frecuencia media, ya que mediante este valor se define la altitud en la que ocurre un determinado porcentaje de eventos hidrometeorológicos en la UH. Este valor se estima conforme a lo siguiente:

$$H_f = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i * H_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Donde:

Hf	:	Altitud de frecuencia media
Hi	:	Altitud media del intervalo (i)
Ai	:	Área correspondiente al intervalo de altitud (i)
n	:	Número total de intervalos de altitud considerados.

f. Pendiente media de la unidad hidrográfica

Este valor influye directamente en la velocidad de escorrentía superficial y, por ende, en la respuesta hidrológica de la UH, la misma que se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_c = \frac{D * L_c}{A}$$

Donde:

Sm	:	Pendiente media de la unidad hidrográfica
----	---	---

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



D : Diferencia de nivel entre las curvas de nivel, en (km)
Lc : Longitud de la curva de nivel, en (km)
A : Área total de la unidad hidrográfica, en (km²).

$$L_c = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

g. Coeficiente de masividad

Este coeficiente permite diferenciar las UH con igual altura media, pero relieve distinto. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$K_m = \frac{H_{med}}{A}$$

Donde:

Km : Coeficiente de masividad (m/km²)
Hmed : Altitud media de la UH (msnm)
A : Área de la UH (km²)

Un valor coeficiente de masividad alto nos representa a cuencas pequeñas con grandes desniveles y, por el contrario, valores pequeños de este coeficiente, hacen referencia a cuencas grandes con relieve poco pronunciado.

Cuadro N° 2.1-9 Clasificación de Valores de Masividad

Rangos de Km	Clases de masividad
0 – 35	Muy montañosa
35 – 70	Montañosa
70 – 205	Relativamente plana
> 205	Plana

h. Coeficiente orográfico

Este parámetro representa el potencial de degradación de la cuenca; su valor aumenta a medida que se incrementa la altura media del relieve y se reduce la proyección del área de la cuenca.

$$C_o = \frac{H_{med}^2}{A}$$

Donde:

Km : Coeficiente orográfico
Hmed : Altitud media de la UH, en (km)
A : Área de la UH (km²)



2.1.2.4. Parámetros de red hidrográfica

La red hidrográfica se caracteriza por los siguientes parámetros:

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

a. Longitud del río principal (Lc)

La longitud del cauce principal es la distancia medida a lo largo del curso fluvial de mayor orden, desde las nacientes hasta el final de este.

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, puede ser una estación de aforo o desembocadura, expresado en unidades de longitud (km). Este parámetro está fuertemente ligado al tiempo de concentración de la cuenca que, es el tiempo que demora una gota de lluvia en recorrer por el curso principal desde la parte más alta hasta el punto de desembocadura, esto significa, que a menor recorrido tendrá mayor incidencia a crecientes. A continuación, se muestra los rangos de longitud de cauce.

Cuadro N° 2.1-10 Clasificación por Longitud de cauce principal

Rangos de longitud (km)	Descripción
0 – 50	Corto
50 – 100	Mediano
> 100	Largo

b. Tipo de corriente

Debe identificar según su persistencia: perennes, intermitentes y efímeros.

c. Número de orden de los ríos

Se debe seguir la metodología propuesta por Strahler, asignando el número de orden adecuado, según la jerarquía correspondiente conforme se detalla en el siguiente cuadro y figura:

Cuadro N° 2.1-11 Orden de ríos

Orden	Descripción
Corrientes de primer orden	Pequeños afluentes que no tienen tributarios
Corrientes de segundo orden	Cuando 2 de las corrientes de primer orden se unen
Corrientes de tercer orden	Cuando 2 de las corrientes de segundo orden se unen
Corrientes de n+1 orden	Cuando 2 de las corrientes de “n” orden se unen



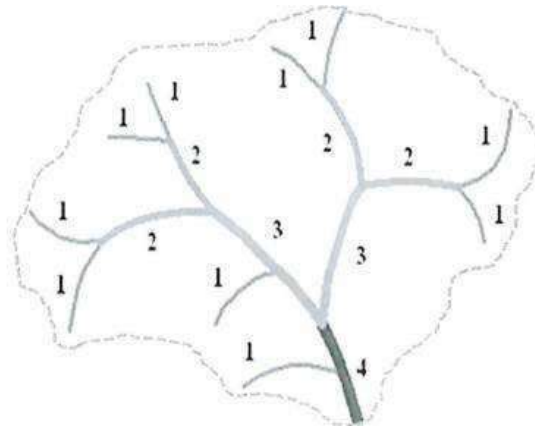
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0163

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2.1-7 Clasificación de ríos según Strahler



Fuente: DGIHR - DNIHR

d. Densidad de drenaje

Se debe determinar y evaluar si la red de ríos y quebradas está altamente desarrollada o presenta una baja densidad, lo que permite conocer la capacidad de escurrimiento superficial de la UH.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A}$$

Donde:

- Dd : Densidad de drenaje
 $\sum L_i$: Sumatorio de longitudes de drenaje que se integran en la UH, en (km)
A : Área de la UH (km²)

Cuadro N° 2.1-12 Clasificación de la Densidad de Drenaje

Rango (km/km ²)	Clasificación	Descripción geomorfológica	Comportamiento hidrológico
< 0.5	Muy baja	Cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración.	Alta infiltración, baja escorrentía.
0.5 – 1.0	Baja	Relieve suave, drenaje poco lento.	Escorrentía moderada.
1.0 – 2.0	Media	Drenaje equilibrado, suelos mixtos, topografía moderada.	Respuesta hidrológica intermedia.
2.0 – 3.5	Alta	Relieve montañoso, materiales impermeables.	Escorrentía rápida, caudales pico elevados.
3.5 – 5.0	Muy alta	Red muy densa, relieve abrupto, zonas volcánicas o andinas.	Alta susceptibilidad a crecidas rápidas.
> 5.0	Extremadamente alta	Cuencas disectadas, fracturadas o de montaña.	Escorrentía torrencial, respuesta inmediata a lluvias.

Fuente: Mesa & Franco 2004, Ollero 2010, adaptaciones recientes estudios de cuencas andinas (SENAMHI, ANA, 2018-2022)

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



En estudios actuales (ANA, 2020-2025), las cuencas andinas del sur del Perú suelen presentar valores entre 1.8 y 3.5 km/km², clasificándose como de densidad media a alta.

e. Extensión media de la escorrentía superficial

En la distancia promedio que recorre el agua de lluvia sobre la superficie de una UH. Este valor se estima conforme a lo siguiente:

$$I = \frac{A}{4L}$$

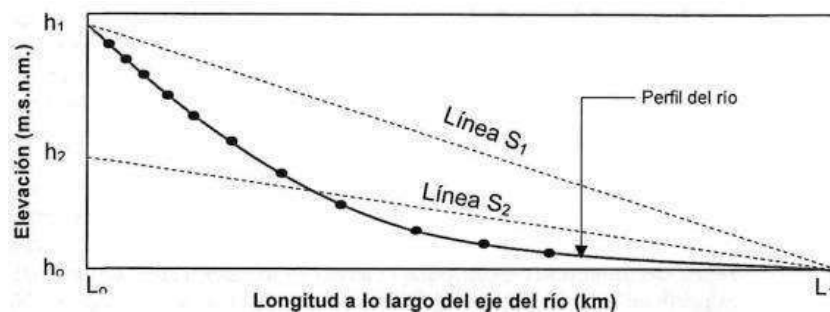
Donde:

- I : Extensión media de la escorrentía superficial, en (km)
L : Longitud total de los ríos de diferentes grados de la UH, en (km)
A : Área de la UH (km²)

f. Pendiente media del río principal

Se obtiene al trazar una línea recta promedio que equilibra las elevaciones del perfil longitudinal del río, de modo que el área entre esta línea y los ejes de las coordenadas coincidan con el área comprendida entre la curva real de perfil del río y los ejes. En la siguiente figura las líneas S1 y S2 representan posibles pendientes medias, mientras que el perfil del río muestra variaciones reales de elevación a lo largo de su longitud.

Figura N° 2.1-8 Pendiente del río principal



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0161

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 2.1-13 Parámetros Morfométricos de la Cuenca y Subcuencas de interés (C1, S1, S2, S3 y S4)

Parámetros/Subcuenca	C1	S1	S2	S3	S4
Área (km²)	1,149.29	184.79	22.58	82.95	454.12
Clasificación A	Intermedia-Grande	Pequeña	Muy Pequeña	Pequeña	Intermedia-Pequeña
Perímetro (km)	236.82	87.84	36.24	64.68	136.20
Longitud de Cauce (km)	56.90	29.59	10.16	21.74	46.09
Clasificación Cauce	Mediano	Corto	Corto	Corto	Corto
Índice de Compacidad (Kc)	1.97	1.82	2.15	2.00	1.80
Clasificación Kc	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada; drenaje distribuido, buena laminación natural	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada; drenaje distribuido, buena laminación natural	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal
Factor de Forma (Ff)	0.35	0.21	0.22	0.18	0.21
Clasificación Ff	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
Re-L (Km)	107.79	39.22	16.78	29.54	60.63
Re-I (Km)	10.66	4.71	1.35	2.81	7.49
Densidad de Drenaje (km/km²)	0.070	0.067	0.385	0.023	0.065
Clasificación Dd	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; baja escorrentía
Slope Cuenca (%)	23.6	20.8	32.9	20.4	22.7
Slope Río (%)	1.8	3.3	4.6	2.8	2.0
Elevación Máxima (msnm)	5,333	5,169	4,895	4,975	5,333
Elevación Media (msnm)	4,536	4,571	4,380	4,598	4,565
Elevación Mínima (msnm)	3,747	4,171	3,947	4,171	3,848
Coef. de Masividad (m/km²)	3.95	24.74	193.96	55.43	10.05
Coef. Orográfico	0.02	0.11	0.85	0.25	0.05
Tc Kirpich (hr)	7.01	3.37	1.30	2.81	5.72
Tc US corps (hr)	13.89	7.55	3.14	6.14	11.60
Tc Californiana (hr)	21.59	8.34	2.41	6.58	14.10
Tc Giandotti (hr)	8.65	3.98	1.99	3.49	6.36
Tc U.S. Hathaway (hr)	5.37	3.44	1.93	3.08	4.71
Tc Australiana (hr)	9.63	5.34	2.11	4.37	8.38
Tc promedio (hr)	11.02	5.34	2.15	4.41	8.89
Tiempo de Concentración (min)	661.4	320.1	128.7	264.7	533.5
Tiempo de Retardo (min)	396.83	192.07	77.24	158.82	320.12

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0160

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 2.1-14 Parámetros Morfométricos de las Microcuencas o quebradas de interés (S5, S6, S7, S8 y S9)

Parámetros/Subcuenca	S5	S6	S7	S8	S9
Área (km²)	36.58	193.86	162.49	6.16	5.77
Clasificación A	Pequeña	Pequeña	Pequeña	Muy Pequeña	Muy Pequeña
Perímetro (km)	34.68	78.48	102.00	16.50	14.22
Longitud de Cauce (km)	12.68	23.50	23.80	6.24	5.32
Clasificación Cauce	Corto	Corto	Corto	Corto	Corto
Índice de Compacidad (Kc)	1.62	1.59	2.26	1.88	1.67
Clasificación Kc	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia	Muy alargada o dendrítica; forma completa o ramificada; respuesta retardada; drenaje distribuido; buena laminación natural	Alargada; estrecha y extendida; escorrentía lenta, menor pico de caudal	Moderadamente alargada; ovalada o irregular; escorrentía media, respuesta intermedia
Factor de Forma (Ff)	0.23	0.35	0.29	0.16	0.20
Clasificación Ff	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico	Baja (alargada); estrecha; escorrentía lenta, menor caudal pico	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido	Muy baja (muy alargada); estrecha y larga; tiempo de concentración alto, flujo distribuido
Re-L (Km)	14.89	33.46	47.60	7.42	6.18
Re-l (Km)	2.46	5.79	3.41	0.83	0.93
Densidad de Drenaje (km/km²)	0.189	0.051	0.066	0.000	0.000
Clasificación Dd	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta infiltración, baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta infiltración, baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta infiltración, baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta infiltración, baja escorrentía	Dd muy baja, cuencas planas, suelos muy permeables, alta infiltración; alta infiltración, baja escorrentía
Slope Cuenca (%)	24.0	21.5	31.3	34.9	41.6
Slope Río (%)	6.7	4.7	5.1	12.9	19.2
Elevación Máxima (msnm)	4,695	5,316	5,059	4,602	4,803
Elevación Media (msnm)	4,258	4,584	4,435	4,244	4,222
Elevación Mínima (msnm)	3,848	3,948	3,747	3,761	3,757
Coef. de Masividad (m/km²)	116.41	23.64	27.29	688.84	731.59
Coef. Orográfico	0.50	0.11	0.12	2.92	3.09
Tc Kirpich (hr)	1.33	2.46	2.40	0.60	0.45
Tc US corps (hr)	3.46	5.92	5.88	1.78	1.45
Tc Californiana (hr)	2.49	5.53	5.37	0.88	0.72
Tc Giandotti (hr)	1.86	3.43	3.12	0.85	0.69
Tc U.S. Hathaway (hr)	1.96	2.84	2.80	1.20	1.02
Tc Australiana (hr)	2.33	3.93	3.98	1.20	0.95
Tc promedio (hr)	2.24	4.02	3.92	1.09	0.87
Tiempo de Concentración (min)	134.2	241.0	235.3	65.2	51.9
Tiempo de Retardo (min)	80.54	144.63	141.21	39.10	31.14

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0159

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

III. ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS

3.1. Análisis de la precipitación máxima en 24 horas

3.1.1. Prueba de datos dudosos

La información utilizada para la realización del análisis hidrológico del área de estudio ha sido obtenida de documentos correspondientes a las siguientes instituciones:

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).
- Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (Autoridad Nacional del Agua – ANA).

Para iniciar el análisis de Eventos Extremos, tenemos recomendaciones de dos entidades técnico-científicas como son la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) que indican lo siguiente:

- Según expresa la Resolución Jefatural 332-2016-ANA, que la determinación de los caudales máximos se debe realizar con información estadística de **por lo menos 20 años**, y que no se deberán considerar valores de los caudales máximos por efecto de eventos extraordinarios.
- De acuerdo con el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), “se recomienda contar con un **mínimo de 25 años de registro** que permita a partir de esta información histórica la predicción de eventos futuros con el objetivo que los resultados sean confiables”.

Es preciso mencionar que las estaciones monitoreadas por SENAMHI proporcionan series de precipitaciones máximas diarias. Precipitaciones diarias son aquellas reportadas a intervalos fijos, cada día.

Las estaciones utilizadas para desarrollar el estudio se han seleccionado de acuerdo con las recomendaciones de la ANA y MTC, a continuación, el cuadro de datos de las estaciones seleccionadas:



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0158

.....
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-1 Estaciones meteorológicas

Estación	Lat (°dec)	Lon (°dec)	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)	Años de registro	Operador
Ichuña	-16.1326	-70.5521	334,033	8,215,771	3,800	52	SENAMHI
Ubinas	-16.3825	-70.8567	301,705	8,187,847	3,370	54	SENAMHI
Pachas	-16.4669	-70.7336	314,931	8,178,619	3,857	21	SENAMHI
Omate	-16.6775	-70.9825	288,583	8,155,071	2,080	56	SENAMHI
Puquina	-16.6262	-71.1829	267,146	8,160,521	3,109	22	SENAMHI
Quinistaquillas	-16.7357	-70.8971	297,759	8,148,716	1,765	55	SENAMHI
Calacoa	-16.7346	-70.6825	320,640	8,149,045	3,478	55	SENAMHI
Carumas	-16.8124	-70.6915	319,754	8,140,430	3,150	45	SENAMHI
Coscori	-17.1169	-70.7669	312,013	8,106,655	2,755	21	SENAMHI
Ilo	-17.6288	-71.2859	257,459	8,049,412	60	53	SENAMHI
Otora	-17.0069	-70.8533	302,704	8,118,743	2,595	23	SENAMHI
Pampa Umalso	-16.8730	-70.4233	348,387	8,133,945	4,609	55	SENAMHI
Tumilaca	-17.1280	-70.8368	304,595	8,105,367	1,930	21	SENAMHI
Yacango	-17.0935	-70.8658	301,467	8,109,148	2,191	48	SENAMHI

Fuente: Elaboración propia

Tomando ambas recomendaciones seleccionamos las estaciones meteorológicas cercanas con un registro mínimo de 20 años; las cuales son la estación Ichuña, Ubinas, Calacoa, Carumas y Pampa Umalso.

Cuadro N° 3.1-2 Estaciones meteorológicas Seleccionadas

Estación	Lat (°dec)	Lon (°dec)	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)	Años de registro	Operador
Ichuña	-16.1326	-70.5521	334,033	8,215,771	3,800	52	SENAMHI
Ubinas	-16.3825	-70.8567	301,705	8,187,847	3,370	54	SENAMHI
Calacoa	-16.7346	-70.6825	320,640	8,149,045	3,478	55	SENAMHI
Carumas	-16.8124	-70.6915	319,754	8,140,430	3,150	45	SENAMHI
Pampa Umalso	-16.8730	-70.4233	348,387	8,133,945	4,609	55	SENAMHI

Fuente: Elaboración propia

Recopilamos información de precipitaciones máximas anuales (PMA) o también llamada precipitaciones máximas 24 horas de las estaciones seleccionadas, teniendo como fuente principal el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (SNIRH-ANA) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Las precipitaciones máximas en 24 horas (P24) fueron obtenidas a partir de información hidrometeorológica oficial proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), utilizando los registros diarios de precipitación de las estaciones meteorológicas seleccionadas para el estudio.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0157

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cabe precisar que la precipitación máxima en 24 horas (P24) corresponde a la Precipitación Máxima Anual (PMA), definida como el mayor valor de precipitación registrado en un solo día dentro de cada año hidrológico analizado, es decir, el día más lluvioso del año. Para ello, a partir de las series históricas diarias proporcionadas por SENAMHI, se efectuó la extracción anual de los máximos diarios, conformando así las series de PMA utilizadas en el análisis estadístico y probabilístico.

Asimismo, se precisa que SENAMHI realiza observaciones meteorológicas bajo procedimientos estandarizados, efectuando generalmente dos lecturas diarias en estaciones convencionales, comúnmente a las 07:00 y 19:00 horas. En ese contexto, la precipitación diaria registrada corresponde al acumulado de precipitación observado en un periodo de 24 horas, constituyendo la base oficial para la elaboración de las series P24 empleadas en estudios hidrológicos.

Por otro lado, los eventos extraordinarios identificados en las demás estaciones se mantuvieron dentro de rangos estadísticamente admisibles y representan condiciones hidrometeorológicas plausibles de la variabilidad climática regional, por lo que fueron conservados dentro de las series de análisis.

Finalmente, respecto al factor de corrección por número de observaciones recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), su aplicación se sustenta en que las series utilizadas corresponden a registros oficiales de precipitación máxima diaria provenientes de observaciones sistemáticas del SENAMHI, cuya metodología de medición y temporalidad son compatibles con los criterios técnicos requeridos para el análisis hidrológico desarrollado.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0156

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-3 Precipitaciones máximas anuales (P_{máx} 24 horas) de las estaciones seleccionadas

N°	Año	Calacoa	Carumas	Ichuna	Pampa Umalso	Ubinas
1	1964	28.9	18.0		10.0	
2	1965	40.0	25.0	42.0	10.0	22.0
3	1966	17.0	19.5	33.8	15.2	18.8
4	1967	38.1	25.8	34.4	19.5	27.4
5	1968	17.0	17.4	25.1	19.0	22.2
6	1969	20.0	22.7	54.3	28.1	18.8
7	1970	31.4	11.4	51.4	22.6	14.5
8	1971	18.9	23.6	39.7	4.7	23.9
9	1972	33.0	0.0	110.4	20.0	25.2
10	1973	36.1	26.0	20.4	18.0	28.6
11	1974	31.0	25.4	31.1	24.1	20.9
12	1975	19.4	26.1	30.4	19.7	24.5
13	1976	19.9	37.2	26.2	17.0	39.6
14	1977	40.7	38.6	43.7	20.1	26.9
15	1978	26.5	27.9	23.2	12.9	22.8
16	1979	15.4	37.6	32.4	13.0	22.0
17	1980	30.0	53.5	21.9	9.7	13.2
18	1981	50.7	20.6	33.8	10.2	28.0
19	1982	23.2		50.3	14.1	29.5
20	1983	42.6	9.5	48.2	7.4	15.0
21	1984	48.4	20.0	28.8	26.1	37.5
22	1985	20.2	13.4	34.0	3.7	32.2
23	1986	20.9		31.7	10.2	23.3
24	1987	18.9		39.7	11.1	22.2
25	1988	12.9		14.3	13.1	21.8
26	1989	30.7		19.9	26.8	17.0
27	1990	18.7		34.2	12.0	26.1
28	1991	14.0		27.6	8.4	34.5
29	1992	16.4		25.9	5.4	12.5
30	1993	22.0		36.0	14.4	22.5
31	1994	20.1		37.0	17.0	27.3
32	1995	10.5		32.6	6.0	34.0
33	1996	17.2		29.8	12.1	27.0
34	1997	35.0	19.9	26.3	31.5	24.1
35	1998	31.5	38.7	31.1	26.3	29.2
36	1999	32.8	26.0	30.2	27.7	33.0
37	2000	31.7	38.8	31.3	15.0	22.0
38	2001	53.8	35.9	34.7	26.9	34.8
39	2002	60.6	31.5	29.4	23.4	20.8
40	2003	19.0	18.4	29.2	16.1	18.1
41	2004	23.5	23.7	30.3	25.1	26.6
42	2005	29.5	22.2	29.2	23.0	31.8
43	2006	27.0	23.6	26.8	21.0	19.0
44	2007	15.0	30.5	32.8	32.7	19.9
45	2008	60.0	40.2	27.9	12.8	18.4
46	2009	18.6	26.3	25.1	16.6	19.0
47	2010	9.6	20.4	23.9	12.8	13.8
48	2011	21.7	29.5	30.5	26.4	28.6
49	2012	30.6	30.3	29.7	15.4	25.6
50	2013	29.8	59.4	30.3	14.5	24.6
51	2014	10.3	25.8	27.3	13.3	16.0
52	2015	19.8	30.2	31.4	25.0	18.6
53	2016	19.6	34.5	35.0	19.8	21.0
54	2017	32.5	25.0		17.5	19.0
55	2018	13.8	10.2		16.1	19.4
56	2019					



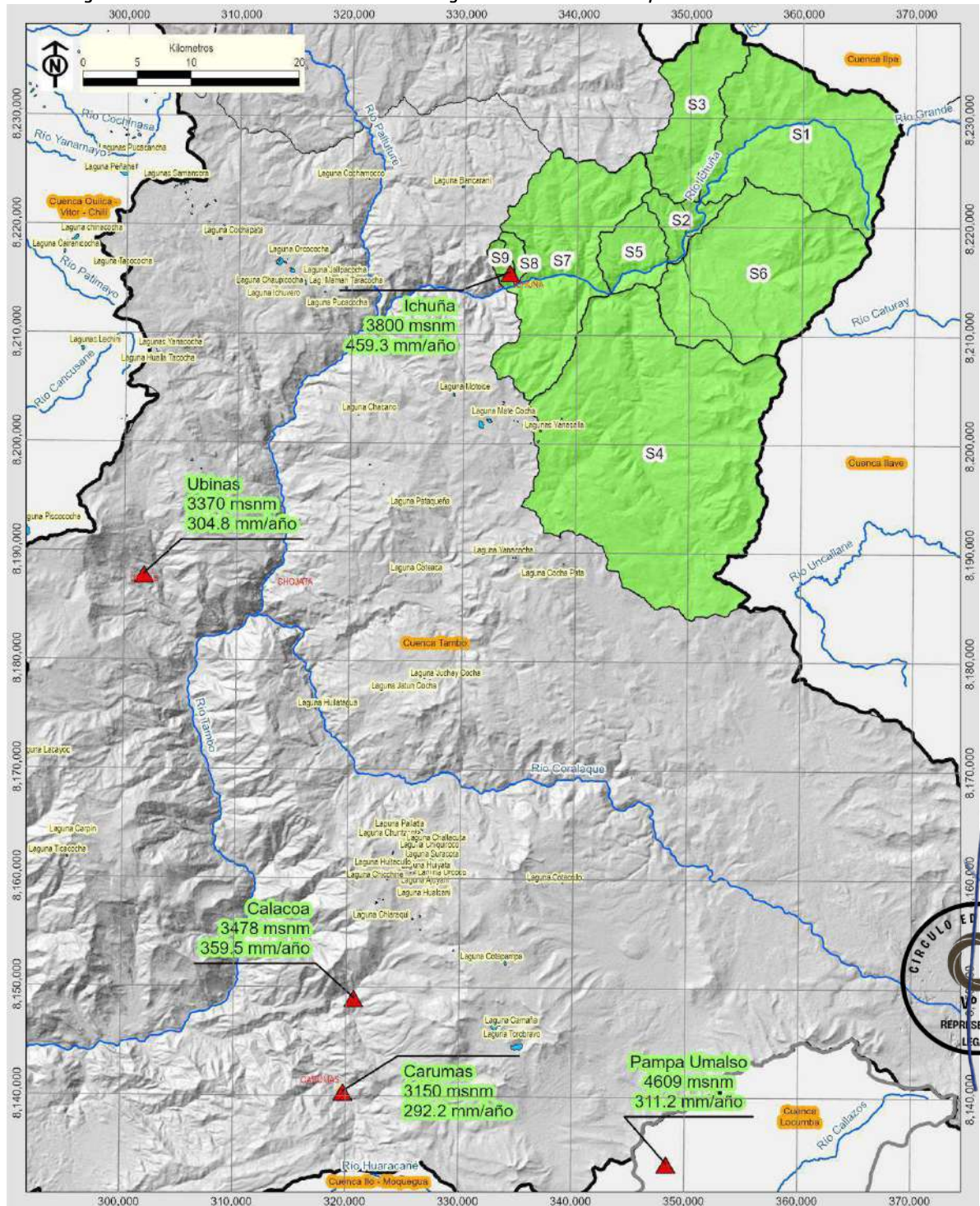
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0155

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-1 Ubicación de Estaciones Meteorológicas seleccionadas – Precipitación Máxima Anual



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0154

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.1.1.1. Identificación de eventos extremos (detección de outliers o valores atípicos)

Según expresa la Resolución Jefatural 332-2016-ANA, que la determinación de los caudales máximos se debe realizar con información estadística de por lo menos 20 años, y que no se deberán considerar valores de los caudales máximos por efecto de eventos extraordinarios.

Al analizar los datos de un evento de lluvia es frecuente encontrar puntos que se separen en forma más o menos sensibles de la línea media de frecuencia. El método del Water Resources Council (1981) recomienda la realización de ajustes de datos dudosos y/o extraordinarios.

Los datos dudosos son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante. La inclusión o eliminación de estos datos puede afectar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos cálculos para la información, especialmente en muestras pequeñas.

g. Prueba de Grubbs y Beck

Los procedimientos para tratar los datos dudosos requieren un criterio que involucre consideraciones matemáticas e hidrológicas. De acuerdo con el Water Resources Council (1981) si la asimetría de la estación es mayor que +0.4 se considerar primero las pruebas para detectar datos dudosos altos; si la asimetría de la estación es menor que -0.4 primera se consideran pruebas para detectar datos dudosos bajos. Cuando la asimetría de la estación se encuentre entre ± 0.4 deben aplicarse pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos antes de eliminar cualquier dato dudoso del conjunto.

La siguiente ecuación puede utilizarse para detectar datos dudosos altos y bajos:

$$y_H = \bar{y} + K_n S_y$$

$$y_L = \bar{y} - K_n S_y$$

Donde:

y_H : Banda superior de los logaritmos de los valores de caudales o precipitaciones.

y_L : Banda inferior de los logaritmos de los valores de caudales o precipitaciones.

$\bar{y}$: Media aritmética de los logaritmos de los valores caudales o precipitaciones.

K_n : Coeficiente que depende del tamaño de la muestra caudales o precipitaciones.

S_y : Desviación estándar de los logaritmos de los valores caudales o precipitaciones.

Si los logaritmos de los valores en una muestra son mayores que y_H , entonces se consideran como datos dudosos altos. Si existe información disponible que indica que un dato dudoso alto es el máximo sobre un periodo extendido, el dato dudoso es excluido del análisis.

Si no hay disponibilidad de información histórica útil para comparar con los datos dudosos altos, entonces estos deben ser retenidos como parte del registro sistemático. Los valores de K_n dados en el Cuadro N° 3.1-4, se usan en pruebas para detectar datos dudosos en el nivel de 10% de significancia en información normalmente distribuida.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0153

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-4 Valores de K_n para la prueba de los datos dudosos

Tamaños de la muestra	K_n	Tamaños de la muestra	K_n	Tamaños de la muestra	K_n	Tamaños de la muestra	K_n
n		n		n		n	
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: Ven Te Chow, 1994

h. Prueba de datos Box Plot

Se debe asegurar que la data ingresada para un análisis estadístico debe ser ordinaria, para ello en las estadísticas, tales como muestras estratificadas, un valor atípico es una observación que es numéricamente es distante del resto de los datos. las estadísticas derivadas de los conjuntos de datos que incluyen valores atípicos serán frecuentemente engañosas.

Así entonces tomando como referencia la diferencia entre el primer cuartil (Q_1) y el tercer cuartil (Q_3), o valor intercuartil, en un diagrama de caja se considera un valor atípico el que se encuentra por encima del cuartil 3 + 1.5 veces el rango intercuartil.

$$L_{\text{máximo}} = Q_3 + 1.5 * IQR$$

i. Identificación de valores extremos de las estaciones seleccionadas

- Estación Ichuña
- Estación Ubinas
- Estación Calacoa
- Estación Carumas
- Estación Pampa Umalso

Las precipitaciones máximas disponibles en la zona de estudio corresponden a la estación de: Ichuña, Ubinas, Calacoa, Carumas y Pampa Umalso, se muestran los registros históricos y el cálculo de los umbrales máximos y mínimos, detectando valores atípicos (outliers) y eventos extraordinarios.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



Cuadro N° 3.1-5 Precipitaciones Máximas Anuales (P24máx) – Estación Ichuña

N°	Año	P24	log(P24)	Evento	Valores atípicos
1	1,965	42.0	1.62	Ordinario	
2	1,966	33.8	1.53	Ordinario	
3	1,967	34.4	1.54	Ordinario	
4	1,968	25.1	1.40	Ordinario	
5	1,969	54.3	1.73	Extraordinario	
6	1,970	51.4	1.71	Extraordinario	
7	1,971	39.7	1.60	Ordinario	
8	1,972	110.4	2.04	Extraordinario	valor atípico (por encima)
9	1,973	20.4	1.31	Ordinario	
10	1,974	31.1	1.49	Ordinario	
11	1,975	30.4	1.48	Ordinario	
12	1,976	26.2	1.42	Ordinario	
13	1,977	43.7	1.64	Ordinario	
14	1,978	23.2	1.37	Ordinario	
15	1,979	32.4	1.51	Ordinario	
16	1,980	21.9	1.34	Ordinario	
17	1,981	33.8	1.53	Ordinario	
18	1,982	50.3	1.70	Extraordinario	
19	1,983	48.2	1.68	Extraordinario	
20	1,984	28.8	1.46	Ordinario	
21	1,985	34.0	1.53	Ordinario	
22	1,986	31.7	1.50	Ordinario	
23	1,987	39.7	1.60	Ordinario	
24	1,988	14.3	1.16	Ordinario	
25	1,989	19.9	1.30	Ordinario	
26	1,990	34.2	1.53	Ordinario	
27	1,991	27.6	1.44	Ordinario	
28	1,992	25.9	1.41	Ordinario	
29	1,993	36.0	1.56	Ordinario	
30	1,994	37.0	1.57	Ordinario	
31	1,995	32.6	1.51	Ordinario	
32	1,996	29.8	1.47	Ordinario	
33	1,997	26.3	1.42	Ordinario	
34	1,998	31.1	1.49	Ordinario	
35	1,999	30.2	1.48	Ordinario	
36	2,000	31.3	1.50	Ordinario	
37	2,001	34.7	1.54	Ordinario	
38	2,002	29.4	1.47	Ordinario	
39	2,003	29.2	1.47	Ordinario	
40	2,004	30.3	1.48	Ordinario	
41	2,005	29.2	1.47	Ordinario	
42	2,006	26.8	1.43	Ordinario	
43	2,007	32.8	1.52	Ordinario	
44	2,008	27.9	1.45	Ordinario	
45	2,009	25.1	1.40	Ordinario	
46	2,010	23.9	1.38	Ordinario	
47	2,011	30.5	1.48	Ordinario	
48	2,012	29.7	1.47	Ordinario	
49	2,013	30.3	1.48	Ordinario	
50	2,014	27.3	1.44	Ordinario	
51	2,015	31.4	1.50	Ordinario	
52	2,016	35.0	1.54	Ordinario	

Fuente: SENAMHI, elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-6 Precipitaciones Máximas Anuales (P24máx) – Estación Ubinas

N°	Año	P24	log(P24)	Evento	Valores atípicos
1	1,965	22.0	1.34	Ordinario	
2	1,966	18.8	1.27	Ordinario	
3	1,967	27.4	1.44	Ordinario	
4	1,968	22.2	1.35	Ordinario	
5	1,969	18.8	1.27	Ordinario	
6	1,970	14.5	1.16	Ordinario	
7	1,971	23.9	1.38	Ordinario	
8	1,972	25.2	1.40	Ordinario	
9	1,973	28.6	1.46	Ordinario	
10	1,974	20.9	1.32	Ordinario	
11	1,975	24.5	1.39	Ordinario	
12	1,976	39.6	1.60	Ordinario	
13	1,977	26.9	1.43	Ordinario	
14	1,978	22.8	1.36	Ordinario	
15	1,979	22.0	1.34	Ordinario	
16	1,980	13.2	1.12	Ordinario	
17	1,981	28.0	1.45	Ordinario	
18	1,982	29.5	1.47	Ordinario	
19	1,983	15.0	1.18	Ordinario	
20	1,984	37.5	1.57	Ordinario	
21	1,985	32.2	1.51	Ordinario	
22	1,986	23.3	1.37	Ordinario	
23	1,987	22.2	1.35	Ordinario	
24	1,988	21.8	1.34	Ordinario	
25	1,989	17.0	1.23	Ordinario	
26	1,990	26.1	1.42	Ordinario	
27	1,991	34.5	1.54	Ordinario	
28	1,992	12.5	1.10	Ordinario	
29	1,993	22.5	1.35	Ordinario	
30	1,994	27.3	1.44	Ordinario	
31	1,995	34.0	1.53	Ordinario	
32	1,996	27.0	1.43	Ordinario	
33	1,997	24.1	1.38	Ordinario	
34	1,998	29.2	1.47	Ordinario	
35	1,999	33.0	1.52	Ordinario	
36	2,000	22.0	1.34	Ordinario	
37	2,001	34.8	1.54	Ordinario	
38	2,002	20.8	1.32	Ordinario	
39	2,003	18.1	1.26	Ordinario	
40	2,004	26.6	1.42	Ordinario	
41	2,005	31.8	1.50	Ordinario	
42	2,006	19.0	1.28	Ordinario	
43	2,007	19.9	1.30	Ordinario	
44	2,008	18.4	1.26	Ordinario	
45	2,009	19.0	1.28	Ordinario	
46	2,010	13.8	1.14	Ordinario	
47	2,011	28.6	1.46	Ordinario	
48	2,012	25.6	1.41	Ordinario	
49	2,013	24.6	1.39	Ordinario	
50	2,014	16.0	1.20	Ordinario	
51	2,015	18.6	1.27	Ordinario	
52	2,016	21.0	1.32	Ordinario	
53	2,017	19.0	1.28	Ordinario	
54	2,018	19.4	1.29	Ordinario	

Fuente: SENAMHI, elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0150

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-7 Precipitaciones Máximas Anuales (P24máx) – Estación Calacoa

N°	Año	P24	log(P24)	Evento	Valores atípicos
1	1,964	28.9	1.46	Ordinario	
2	1,965	40.0	1.60	Ordinario	
3	1,966	17.0	1.23	Ordinario	
4	1,967	38.1	1.58	Ordinario	
5	1,968	17.0	1.23	Ordinario	
6	1,969	20.0	1.30	Ordinario	
7	1,970	31.4	1.50	Ordinario	
8	1,971	18.9	1.28	Ordinario	
9	1,972	33.0	1.52	Ordinario	
10	1,973	36.1	1.56	Ordinario	
11	1,974	31.0	1.49	Ordinario	
12	1,975	19.4	1.29	Ordinario	
13	1,976	19.9	1.30	Ordinario	
14	1,977	40.7	1.61	Ordinario	
15	1,978	26.5	1.42	Ordinario	
16	1,979	15.4	1.19	Ordinario	
17	1,980	30.0	1.48	Ordinario	
18	1,981	50.7	1.71	Ordinario	
19	1,982	23.2	1.37	Ordinario	
20	1,983	42.6	1.63	Ordinario	
21	1,984	48.4	1.68	Ordinario	
22	1,985	20.2	1.31	Ordinario	
23	1,986	20.9	1.32	Ordinario	
24	1,987	18.9	1.28	Ordinario	
25	1,988	12.9	1.11	Ordinario	
26	1,989	30.7	1.49	Ordinario	
27	1,990	18.7	1.27	Ordinario	
28	1,991	14.0	1.15	Ordinario	
29	1,992	16.4	1.21	Ordinario	
30	1,993	22.0	1.34	Ordinario	
31	1,994	20.1	1.30	Ordinario	
32	1,995	10.5	1.02	Ordinario	
33	1,996	17.2	1.24	Ordinario	
34	1,997	35.0	1.54	Ordinario	
35	1,998	31.5	1.50	Ordinario	
36	1,999	32.8	1.52	Ordinario	
37	2,000	31.7	1.50	Ordinario	
38	2,001	53.8	1.73	Extraordinario	
39	2,002	60.6	1.78	Extraordinario	
40	2,003	19.0	1.28	Ordinario	
41	2,004	23.5	1.37	Ordinario	
42	2,005	29.5	1.47	Ordinario	
43	2,006	27.0	1.43	Ordinario	
44	2,007	15.0	1.18	Ordinario	
45	2,008	60.0	1.78	Extraordinario	
46	2,009	18.6	1.27	Ordinario	
47	2,010	9.6	0.98	Ordinario	
48	2,011	21.7	1.34	Ordinario	
49	2,012	30.6	1.49	Ordinario	
50	2,013	29.8	1.47	Ordinario	
51	2,014	10.3	1.01	Ordinario	
52	2,015	19.8	1.30	Ordinario	
53	2,016	19.6	1.29	Ordinario	
54	2,017	32.5	1.51	Ordinario	
55	2,018	13.8	1.14	Ordinario	

Fuente: SENAMHI, elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0149

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-8 Precipitaciones Máximas Anuales (P24máx) – Estación Carumas

N°	Año	P24	log(P24)	Evento	Valores atípicos
1	1,964	18.0	1.26	Ordinario	
2	1,965	25.0	1.40	Ordinario	
3	1,966	19.5	1.29	Ordinario	
4	1,967	25.8	1.41	Ordinario	
5	1,968	17.4	1.24	Ordinario	
6	1,969	22.7	1.36	Ordinario	
7	1,970	11.4	1.06	Ordinario	
8	1,971	23.6	1.37	Ordinario	
9	1,973	26.0	1.41	Ordinario	
10	1,974	25.4	1.40	Ordinario	
11	1,975	26.1	1.42	Ordinario	
12	1,976	37.2	1.57	Ordinario	
13	1,977	38.6	1.59	Ordinario	
14	1,978	27.9	1.45	Ordinario	
15	1,979	37.6	1.58	Ordinario	
16	1,980	53.5	1.73	Extraordinario	
17	1,981	20.6	1.31	Ordinario	
18	1,983	9.5	0.98	Ordinario	
19	1,984	20.0	1.30	Ordinario	
20	1,985	13.4	1.13	Ordinario	
21	1,997	19.9	1.30	Ordinario	
22	1,998	38.7	1.59	Ordinario	
23	1,999	26.0	1.41	Ordinario	
24	2,000	38.8	1.59	Ordinario	
25	2,001	35.9	1.56	Ordinario	
26	2,002	31.5	1.50	Ordinario	
27	2,003	18.4	1.26	Ordinario	
28	2,004	23.7	1.37	Ordinario	
29	2,005	22.2	1.35	Ordinario	
30	2,006	23.6	1.37	Ordinario	
31	2,007	30.5	1.48	Ordinario	
32	2,008	40.2	1.60	Ordinario	
33	2,009	26.3	1.42	Ordinario	
34	2,010	20.4	1.31	Ordinario	
35	2,011	29.5	1.47	Ordinario	
36	2,012	30.3	1.48	Ordinario	
37	2,013	59.4	1.77	Extraordinario	
38	2,014	25.8	1.41	Ordinario	
39	2,015	30.2	1.48	Ordinario	
40	2,016	34.5	1.54	Ordinario	
41	2,017	25.0	1.40	Ordinario	
42	2,018	10.2	1.01	Ordinario	

Fuente: SENAMHI, elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0148

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-9 Precipitaciones Máximas Anuales (P24máx) – Estación Pampa Umalso

N°	Año	P24	log(P24)	Evento	Valores atípicos
1	1,964	10.0	1.00	Ordinario	
2	1,965	10.0	1.00	Ordinario	
3	1,966	15.2	1.18	Ordinario	
4	1,967	19.5	1.29	Ordinario	
5	1,968	19.0	1.28	Ordinario	
6	1,969	28.1	1.45	Ordinario	
7	1,970	22.6	1.35	Ordinario	
8	1,971	4.7	0.67	Ordinario	
9	1,972	20.0	1.30	Ordinario	
10	1,973	18.0	1.26	Ordinario	
11	1,974	24.1	1.38	Ordinario	
12	1,975	19.7	1.29	Ordinario	
13	1,976	17.0	1.23	Ordinario	
14	1,977	20.1	1.30	Ordinario	
15	1,978	12.9	1.11	Ordinario	
16	1,979	13.0	1.11	Ordinario	
17	1,980	9.7	0.99	Ordinario	
18	1,981	10.2	1.01	Ordinario	
19	1,982	14.1	1.15	Ordinario	
20	1,983	7.4	0.87	Ordinario	
21	1,984	26.1	1.42	Ordinario	
22	1,985	3.7	0.57	Ordinario	valor atípico (por debajo)
23	1,986	10.2	1.01	Ordinario	
24	1,987	11.1	1.05	Ordinario	
25	1,988	13.1	1.12	Ordinario	
26	1,989	26.8	1.43	Ordinario	
27	1,990	12.0	1.08	Ordinario	
28	1,991	8.4	0.92	Ordinario	
29	1,992	5.4	0.73	Ordinario	
30	1,993	14.4	1.16	Ordinario	
31	1,994	17.0	1.23	Ordinario	
32	1,995	6.0	0.78	Ordinario	
33	1,996	12.1	1.08	Ordinario	
34	1,997	31.5	1.50	Ordinario	
35	1,998	26.3	1.42	Ordinario	
36	1,999	27.7	1.44	Ordinario	
37	2,000	15.0	1.18	Ordinario	
38	2,001	26.9	1.43	Ordinario	
39	2,002	23.4	1.37	Ordinario	
40	2,003	16.1	1.21	Ordinario	
41	2,004	25.1	1.40	Ordinario	
42	2,005	23.0	1.36	Ordinario	
43	2,006	21.0	1.32	Ordinario	
44	2,007	32.7	1.51	Ordinario	
45	2,008	12.8	1.11	Ordinario	
46	2,009	16.6	1.22	Ordinario	
47	2,010	12.8	1.11	Ordinario	
48	2,011	26.4	1.42	Ordinario	
49	2,012	15.4	1.19	Ordinario	
50	2,013	14.5	1.16	Ordinario	
51	2,014	13.3	1.12	Ordinario	
52	2,015	25.0	1.40	Ordinario	
53	2,016	19.8	1.30	Ordinario	
54	2,017	17.5	1.24	Ordinario	
55	2,018	16.1	1.21	Ordinario	

Fuente: SENAMHI, elaboración propia mediante códigos en Python

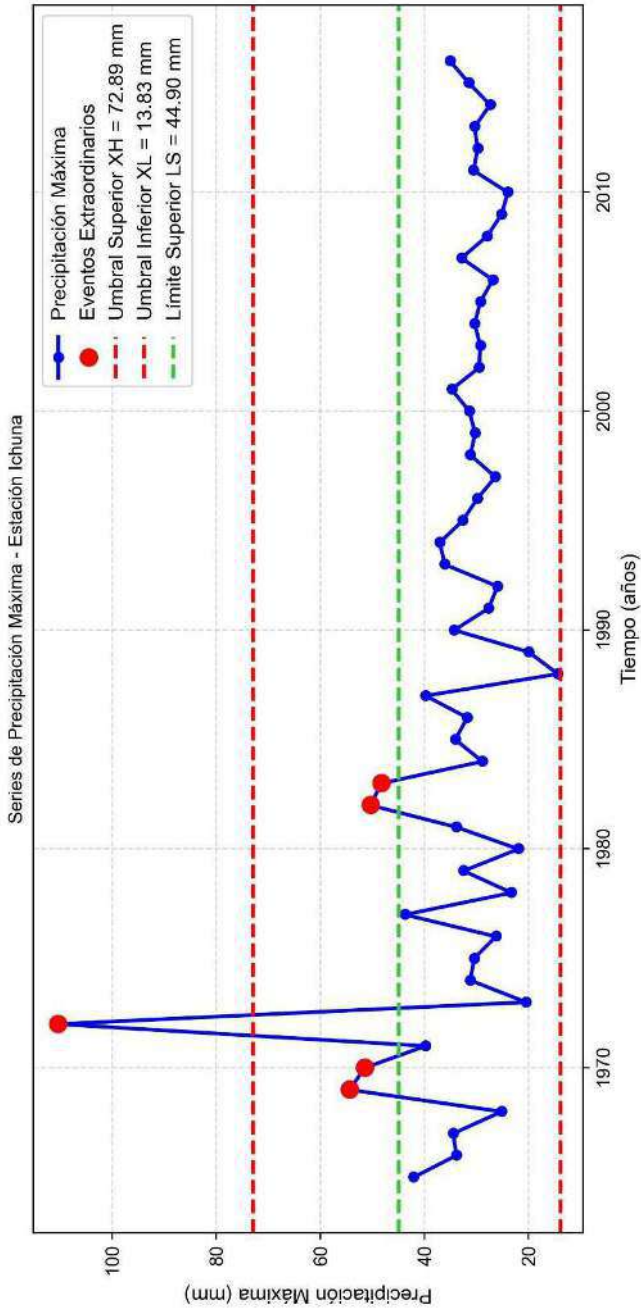
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0147

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-2 Detección de Outliers – Estación Ichuña



Estación	P24	log(P24)
n	52.0	52.00
Suma	1,736.6	78.09
Máximo	110.4	2.04
Mínimo	14.3	1.16
Promedio	33.4	1.50
Desv. Estándar	13.4	0.13
Coef. Asimetría (Skewness)	3.9	1.22
Cs/6k	0.7	0.20
Kn	2.8	
XH	1.86	1.86
XH_real		72.89
XL	1.14	1.14
XL_real		13.83
Q1		27.53
Q2		30.80
Q3		34.48
IQR		6.95
Límite Superior		44.90
Límite Inferior		17.10

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

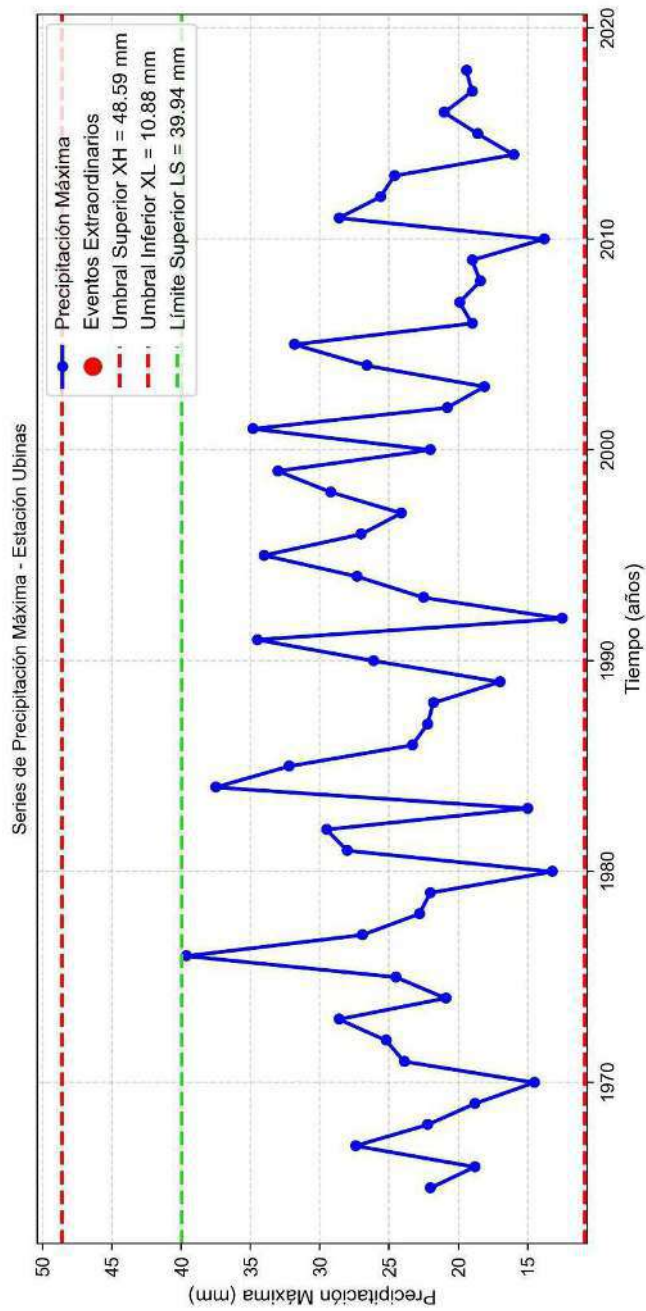
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-3 Detección de Outliers – Estación Ubina



Estación	P24	log(P24)
n	54.0	54.00
Suma	1,285.0	73.52
Máximo	39.6	1.60
Mínimo	12.5	1.10
Promedio	23.8	1.36
Desv. Estándar	6.3	0.12
Coef. Asimetría (Skewness)	0.4	-0.19
Cs/6k	0.1	-0.03
Kn	2.8	2.80
XH		1.69
XH_real		48.59
XL		1.04
XL_real		10.88
Q1		19.00
Q2		22.65
Q3		27.38
IQR		8.38
Límite Superior		39.94
Límite Inferior		6.44

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

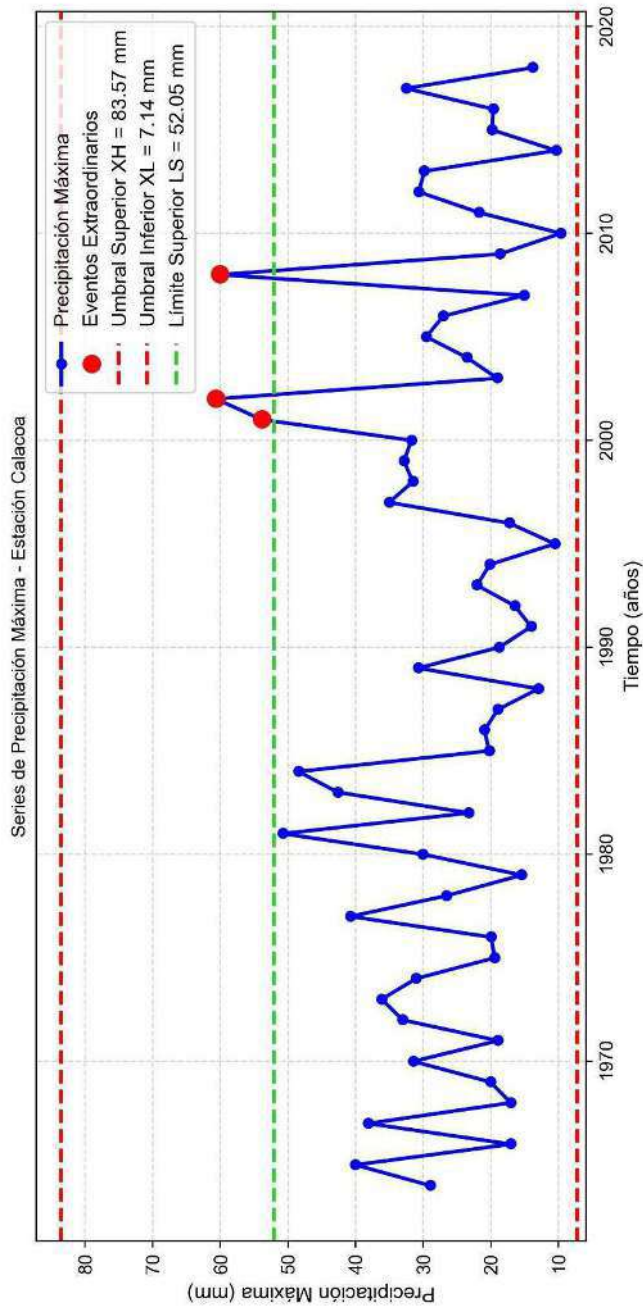
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

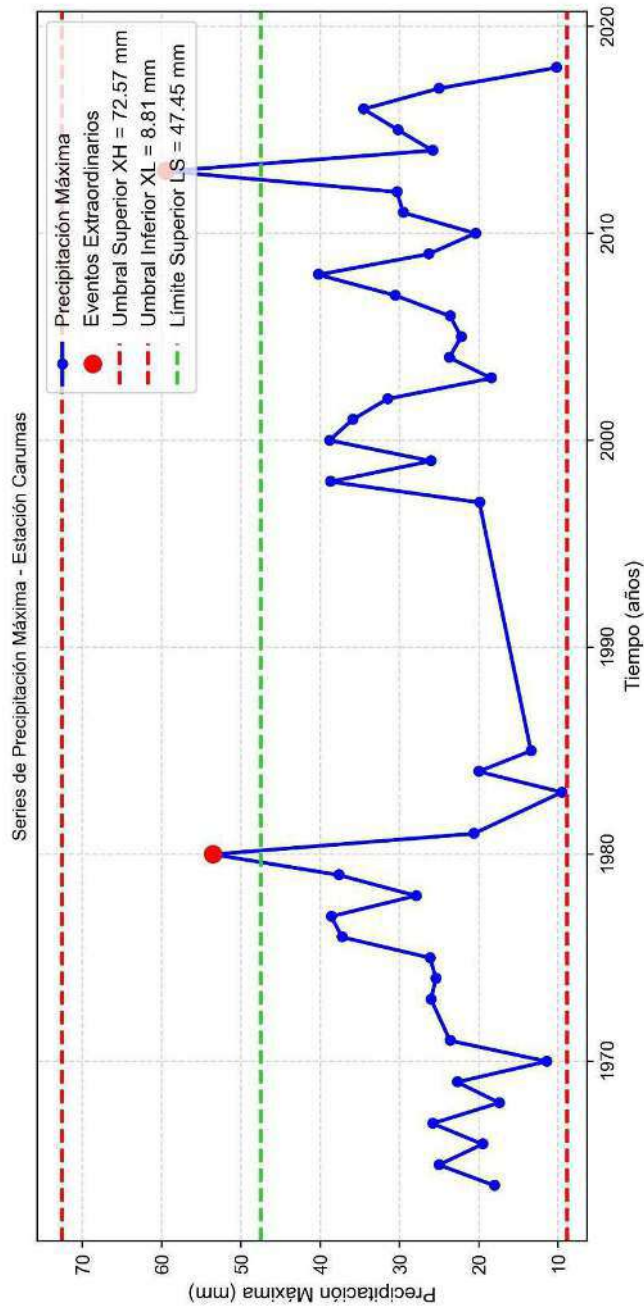
Figura N° 3.1-4 Detección de Outliers – Estación Calacoa



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Estación	P24	log(P24)
n	55.0	55.00
Suma	1,476.4	76.33
Máximo	60.6	1.78
Mínimo	9.6	0.98
Promedio	26.8	1.39
Desv. Estándar	12.1	0.19
Coef. Asimetría (Skewness)	1.0	0.05
Cs/6k	0.2	0.01
Kn	2.8	2.80
XH		1.92
XH_real		83.57
XL		0.85
XL_real		7.14
Q1		18.80
Q2		23.20
Q3		32.10
IQR		13.30
Límite Superior		52.05
Límite Inferior		0.00

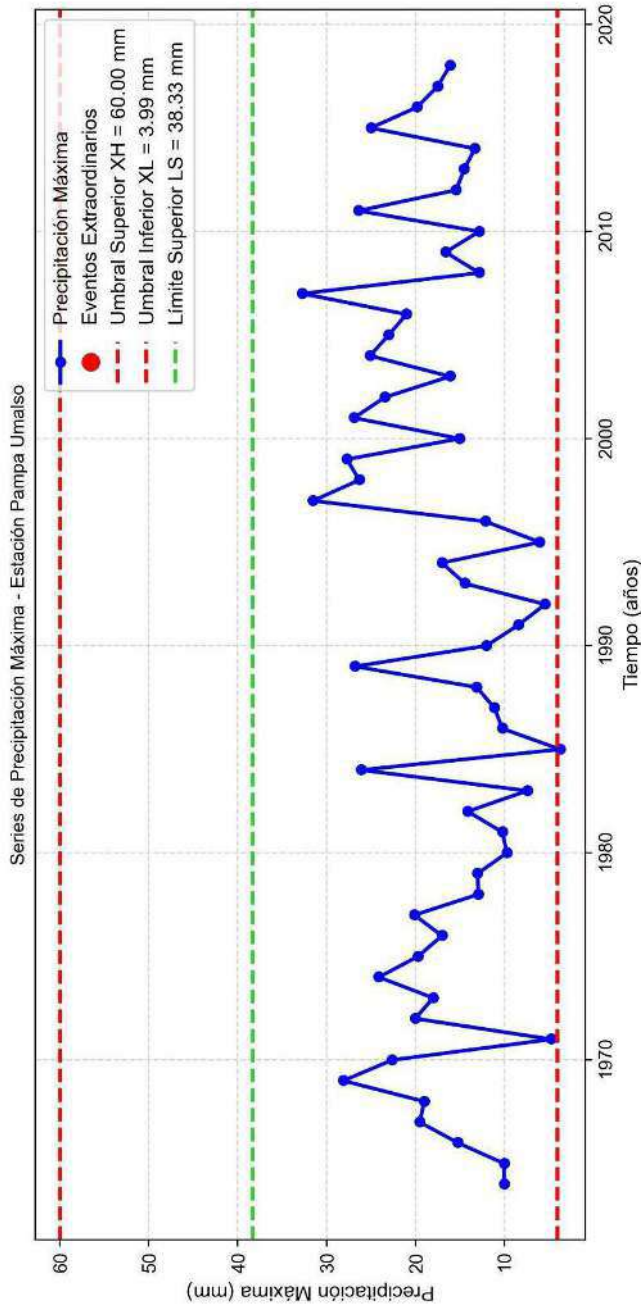
Figura N° 3.1-5 Detección de Outliers – Estación Carumas



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Estación	P24	log(P24)
n	42.0	42.00
Suma	1,140.2	58.93
Máximo	59.4	1.77
Mínimo	9.5	0.98
Promedio	27.1	1.40
Desv. Estándar	10.3	0.17
Coef. Asimetría (Skewness)	1.0	-0.45
Cs/6k	0.2	-0.07
Kn	2.7	2.70
XH		1.86
XH_real		72.57
XL		0.95
XL_real		8.81
Q1		20.45
Q2		25.80
Q3		31.25
IQR		10.80
Límite Superior		47.45
Límite Inferior		4.25

Figura N° 3.1-6 Detección de Outliers – Estación Pampa Umaliso



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Estación	P24	log(P24)
n	55.0	55.00
Suma	940.5	65.41
Máximo	32.7	1.51
Mínimo	3.7	0.57
Promedio	17.1	1.19
Desv. Estándar	7.1	0.21
Coef. Asimetría (Skewness)	0.2	-0.88
Cs/6k	0.0	-0.15
Kn	2.8	2.80
XH		1.78
XH_real		60.00
XL		0.60
XL_real		3.99
Q1		12.45
Q2		16.10
Q3		22.80
IQR		10.35
Límite Superior		38.33
Límite Inferior		0.00

Respecto al tratamiento de valores atípicos, se realizó un análisis estadístico de las series de precipitación máxima diaria (P24) mediante la evaluación de límites superiores e inferiores, identificación de eventos extraordinarios y verificación gráfica de consistencia temporal para cada estación meteorológica considerada.

Como resultado del análisis, se determinó que únicamente la estación Ichuña presentó un valor atípico extraordinario que supera el umbral superior establecido, correspondiente al evento registrado en el año 1972 con una precipitación máxima diaria de 110.4 mm. Dicho valor excede el límite superior calculado ($LS = 44.90$ mm y $XH_{real} = 72.89$ mm), siendo clasificado como un valor atípico extremo por encima del rango estadísticamente esperado.

En ese sentido, y con la finalidad de evitar sesgos en el ajuste probabilístico y en la estimación de precipitaciones de diseño, dicho valor extraordinario no fue considerado en los cálculos estadísticos posteriores ni en el análisis de frecuencias empleado para la determinación de precipitaciones máximas de diseño.

Por otro lado, si bien en algunas estaciones se identificaron eventos extraordinarios, estos se mantuvieron dentro de los umbrales estadísticos admisibles y representan condiciones hidrometeorológicas plausibles propias de la variabilidad climática de la zona, por lo que sí fueron conservados dentro de las series de análisis.

Por tanto, el tratamiento de valores atípicos fue realizado de manera diferenciada, conservando los eventos representativos del comportamiento hidrológico regional y excluyendo únicamente el valor extremo de la estación Ichuña que superó significativamente los límites estadísticos establecidos.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0141

.....
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.1.2. Cálculo del periodo de retorno

Se calcula el periodo de retorno (T_r), que representa el tiempo promedio en años, en el que un evento extremo puede ser igualado o superado. Para el diseño, se considera la relación entre la probabilidad de excedencia, la vida útil de la infraestructura y el riesgo de falla admisible.

El riesgo de falla admisible se determina en función del periodo de retorno y la vida útil de la obra:

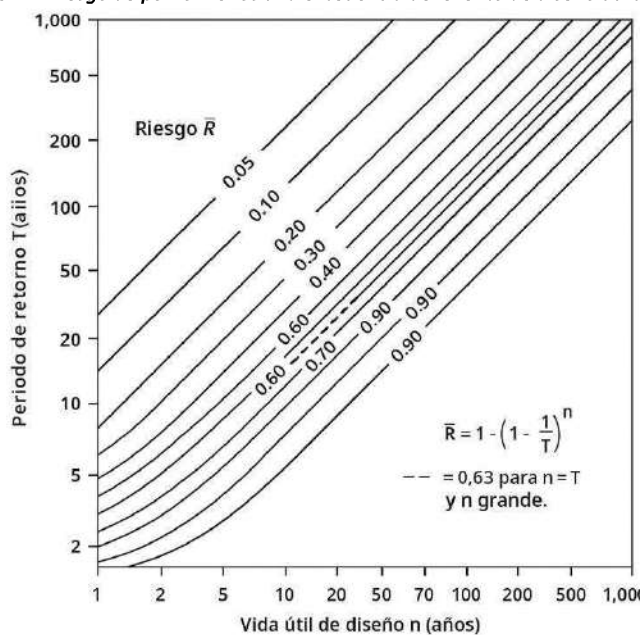
$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

R : Riesgo de falla admisible
N : Vida útil de la obra
T : período de retorno

Para una obra con una vida útil de “n” años, el periodo de retorno (T_r) se calcula determinando el riesgo de falla admisible R, el cual representa la probabilidad de que se presente un pico creciente durante dicho periodo de vida útil.

Figura N° 3.1-7 Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil



Fuente: Hidrología aplicada (Ven Te Chow)

Según Montesalve (1999) en su publicación “Hidrología en la Ingeniería”, presenta los siguientes valores:

Cuadro N° 3.1-10 Valores del periodo de retorno T (años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
R	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0140

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
R	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Fuente: MONSALVE, 19993

Conforme al manual de alcance sectorial, MA N°002-2022-MIDAGRI/DGIHR-DNIHR denominado “Estándares Técnicos para Proyectos de Riego en el Perú”, aprobado por Resolución Ministerial N°0494-2022-MIDAGRI, se debe considerar los siguientes criterios:

N°	Tipo de Infraestructura	Período de retorno T (años)
1	Bocatoma o captación principal	>=50
2	Presas hasta 15m. de altura	>=500
3	Presas mayores a 15m. de altura	>=1000

Fuente: Estándares Técnicos para Proyectos de Riego en el Perú (MA N°002-2022-MIDAGRI/DGIHR-DNIHR)

(*) Diseño para máximas avenidas en el tramo de captación

Conforme al manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones recomienda utilizar como los siguientes valores de riesgo admisible y vida útil para las siguientes estructuras hidráulicas.

Cuadro N° 3.1-11 Valores recomendados de Riesgo admisible y Vida útil de obras de drenaje

Tipo de Obra	Riesgo Admisible (%)	Vida Útil (años)	Periodo de Retorno (años)
Puentes	25	40	140
Alcantarillas (Pase de quebradas importantes y badenes)	30	25	70
Alcantarillas (Alivio y pase de quebradas menores)	35	15	35
Drenaje de plataforma	40	15	30
Sub-drenes	40	15	30
Defensas Ribereñas	25	40	140

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje con R.D. N°20-2011 MTC/14

De acuerdo con lo descrito previamente, las obras de drenaje a proyectar se consideraron los siguientes valores:

Cuadro N° 3.1-12 Riesgo y vida útil de las Estructuras Hidráulicas del Proyecto

Cuencas	Riesgo (%)	Vida Útil (años)	Periodo de Retorno (años)	Observación
C1	25	40	140	Para el cálculo de parámetros hidráulicos y polígono de inundación
Todas cuencas	--	--	500	Para el cálculo de Socavación

Fuente: Elaboración Propia

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



Finalmente, resumimos en el siguiente cuadro los periodos de retorno de diseño cumpliendo las directivas de la Autoridad Nacional del Agua y el Ministerio de transportes y comunicaciones.

Cuadro N° 3.1-13 Periodos de retorno de diseño para el Proyecto

Cuencas	Código punto descarga	Tipo de Obras por proyectar	Periodo de Retorno (años)
C1	J2	Defensas Ribereñas	140
Todas	Todos	Para calcular la socavación	500

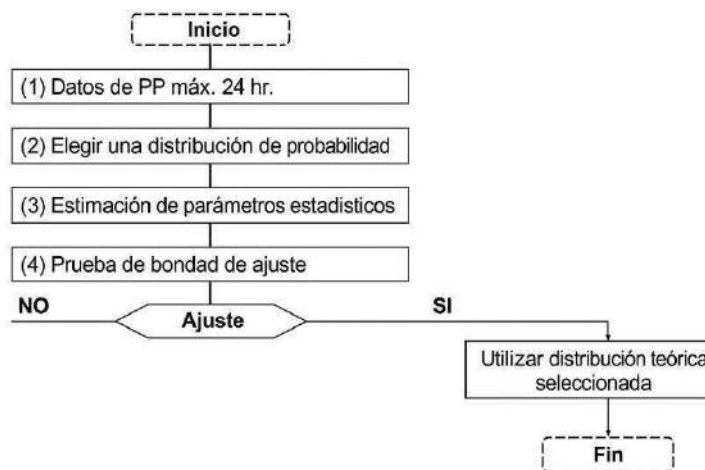
Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Análisis estadístico de datos hidrometeorológicos

3.1.3.1. Distribución de probabilidades utilizadas en hidrología

Se debe realizar el ajuste a una distribución teórica, siguiendo la secuencia presentada en el diagrama:

Figura N° 3.1-8 Diagrama para el proceso de selección de una distribución de probabilidad



Fuente: Adaptado, Villon (2002)

Para la determinación de las precipitaciones máximas probables considere como mínimo utilizar las siguientes funciones de distribución de probabilidad teóricas:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 Parámetros
- Distribución Log Normal 3 Parámetros
- Distribución Gamma 2 Parámetros
- Distribución Gamma 3 Parámetros
- Distribución Log Pearson Tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0138

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

a. Distribución Normal

Es simétrica con respecto a la media y no ha sido muy utilizada en análisis de frecuencia de avenidas, puesto que la mayoría de las series de avenidas tienen un sesgo positivo. Sin embargo, se ha encontrado apropiada para ciertas series de eventos de descarga y niveles de agua, en particular donde hay grandes almacenamientos.

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}$$

Donde :

- f(x) : función densidad normal de la variable x
X : variable independiente
 μ : parámetro de localización, igual a la media aritmética de X.
S : parámetro de escala, igual a la desviación estándar de X.

b. Distribución Log normal 2 parámetros

Considera que los logaritmos de los caudales tienen una distribución Normal. Ha sido extensamente utilizada en los Estados Unidos y Canadá debido a su consistencia y facilidad de aplicación e interpretación.

$$F(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2S^2}} dx$$

Donde :

$\bar{x}$ y S : son los parámetros de distribución

Si la variable X de la ecuación anterior se reemplaza por una función $y=f(x)$, tal que $y=\log(X)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada Log Normal, N (y, Sy). Los valores originales de la variable aleatoria X, deben ser transformados a $y=\log X$, de tal manera que:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

Donde $\bar{y}$ es la media de los datos de la muestra transformada.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$$

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$\bar{y} = a/S^3 y$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3$$

Donde Cs es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999).

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0137

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

c. Distribución Log Normal 3 parámetros

La función de densidad de X es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{2\pi S_y}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(x - x_0) - u_y}{S_y} \right)^2}$$

Para $X > X_0$

Donde :

X_0 : Parámetro de posición

U_y : Parámetro de escala o media

S_y^2 : Parámetro de forma o varianza

d. Distribución Gamma 2 parámetros

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Válido para:

- $0 \leq x < \infty$
- $0 < \gamma < \infty$
- $0 < \beta < \infty$

Donde:

γ : parámetro de forma

β : parámetro de escala

e. Distribución Gamma 3 parámetros

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Válido para:

- $0 \leq x \leq \infty$
- $-\infty < x_0 < \infty$
- $0 < \gamma < \infty$
- $0 < \beta < \infty$

Donde:

x_0 : origen de la variable x, parámetro de posición

γ : parámetro de forma

β : parámetro de escala

f. Distribución Log Pearson tipo III

La función de densidad es:

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Válido para:

- $x_0 \leq x \leq \infty$
- $-\infty < x_0 < \infty$
- $0 < \gamma < \infty$
- $0 < \beta < \infty$

Donde:

x_0 : parámetro de posición
 γ : parámetro de forma
 β : parámetro de escala

g. Distribución Gumbel

La distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Utilizando el método de los momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : parámetro de concentración
 β : parámetro de escala

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$

Donde:

x : Valor con una probabilidad dada.
 $\bar{x}$: Media de la serie.
 k : Factor de frecuencia.

h. Distribución Log Gumbel

La variable aleatoria reducida log Gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

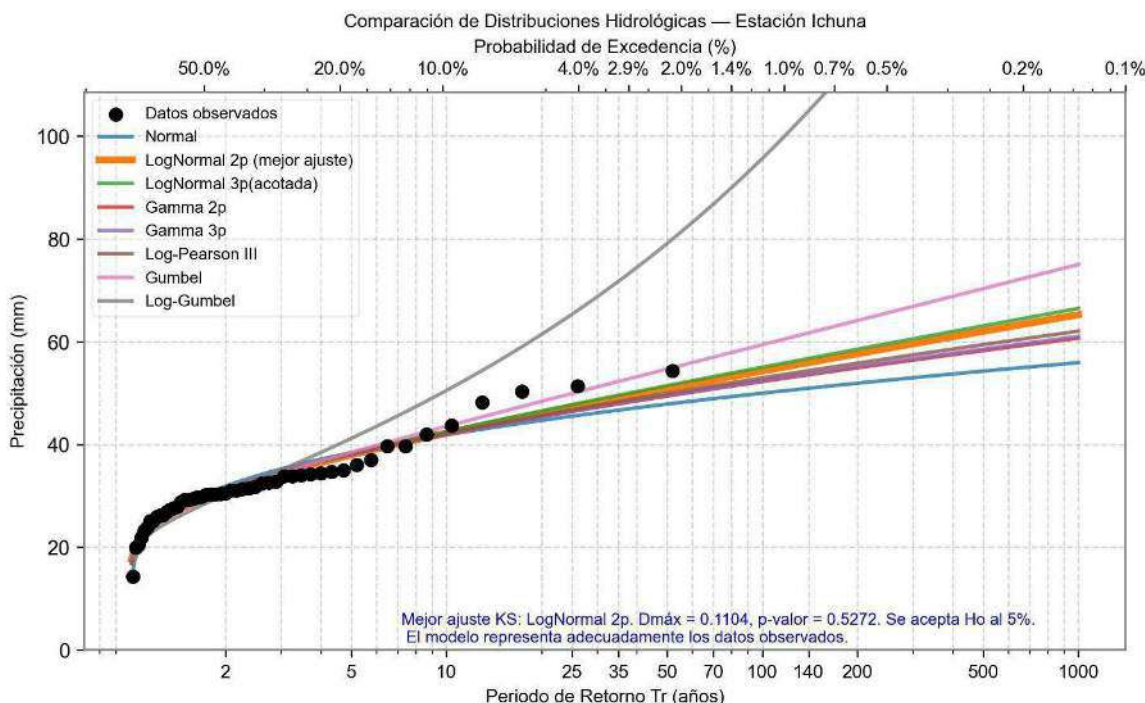
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



i. Datos observados de las estaciones seleccionas versus distribuciones teóricas

Figura N° 3.1-9 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-14 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Ichuña

Tr (años)	Normal	LogNormal 2p	LogNormal 3p(acotada)	Gamma 2p	Gamma 3p	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel
2	31.89	30.98	31.04	31.28	31.24	31.19	30.78	30.26
5	38.43	37.95	38.18	38.06	38.06	38.1	38.45	41.18
10	41.86	42.2	42.54	41.96	42.0	42.13	43.53	50.51
25	45.51	47.26	47.76	46.4	46.49	46.78	49.94	65.37
35	46.69	49.02	49.58	47.9	48.01	48.35	52.26	71.74
50	47.87	50.84	51.47	49.42	49.56	49.97	54.7	79.15
70	48.92	52.53	53.22	50.82	50.98	51.45	57.0	86.8
100	49.99	54.3	55.05	52.25	52.44	52.97	59.43	95.69
140	50.95	55.94	56.76	53.56	53.77	54.37	61.71	104.91
200	51.93	57.67	58.55	54.92	55.16	55.83	64.13	115.62
500	54.28	62.03	63.09	58.27	58.58	59.44	70.34	148.41
1000	55.93	65.28	66.49	60.7	61.06	62.06	75.04	179.21

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

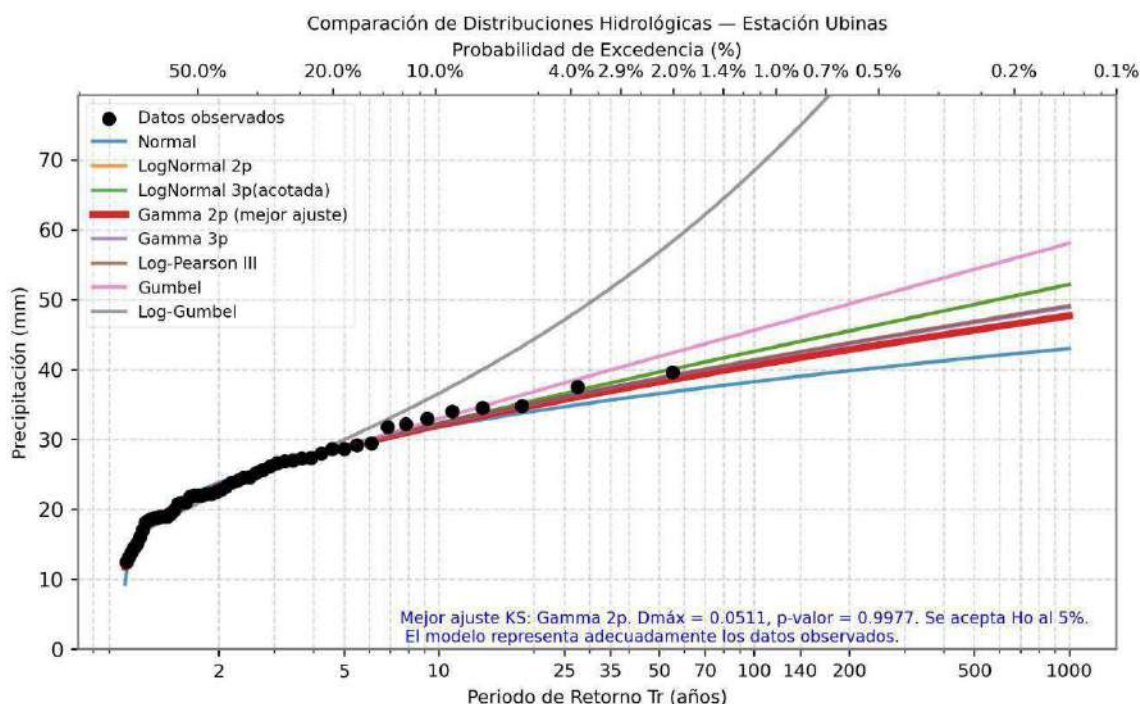
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0134

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-10 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Ubinas



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-15 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Ubinas

Tr (años)	Normal	LogNormal 2p	LogNormal 3p(acotada)	Gamma 2p	Gamma 3p	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel
2	23.8	22.99	22.99	23.26	23.14	23.17	22.8	22.15
5	29.03	28.74	28.74	28.81	28.8	28.85	28.91	29.96
10	31.76	32.29	32.29	32.03	32.15	32.22	32.95	36.59
25	34.68	36.57	36.57	35.71	36.03	36.12	38.06	47.11
35	35.62	38.07	38.07	36.96	37.35	37.45	39.91	51.61
50	36.56	39.63	39.63	38.23	38.7	38.82	41.85	56.82
70	37.41	41.08	41.08	39.39	39.95	40.07	43.68	62.19
100	38.26	42.6	42.6	40.59	41.23	41.37	45.62	68.43
140	39.03	44.02	44.02	41.69	42.41	42.57	47.44	74.88
200	39.81	45.51	45.51	42.83	43.64	43.81	49.37	82.37
500	41.69	49.31	49.31	45.65	46.69	46.9	54.32	105.19
1000	43.01	52.16	52.16	47.69	48.92	49.16	58.06	126.54

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

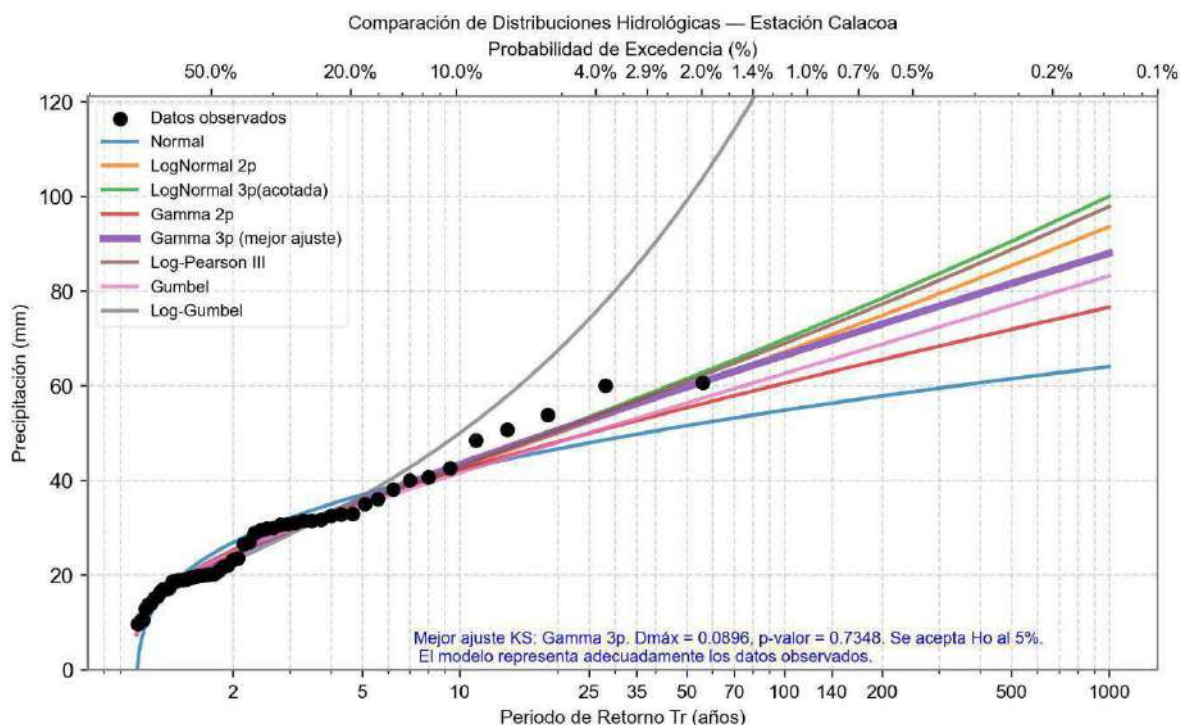
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0133

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-11 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Calacoa



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-16 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Calacoa

Tr (años)	Normal	LogNormal 2p	LogNormal 3p(acotada)	Gamma 2p	Gamma 3p	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel
2	26.84	24.42	24.17	25.22	24.24	24.33	24.74	22.9
5	36.96	35.21	35.19	35.74	35.69	35.29	34.86	36.63
10	42.25	42.63	43.0	42.22	43.33	42.95	41.56	49.99
25	47.89	52.28	53.38	49.92	52.82	53.05	50.03	74.04
35	49.71	55.84	57.27	52.58	56.19	56.82	53.09	85.32
50	51.53	59.64	61.45	55.33	59.7	60.86	56.31	99.09
70	53.16	63.26	65.47	57.87	62.98	64.73	59.34	114.05
100	54.81	67.14	69.8	60.51	66.42	68.9	62.55	132.32
140	56.3	70.85	73.96	62.95	69.63	72.9	65.57	152.21
200	57.81	74.83	78.46	65.49	73.01	77.23	68.76	176.52
500	61.44	85.34	90.47	71.87	81.56	88.73	76.96	258.19
1000	63.99	93.58	100.0	76.56	87.94	97.85	83.16	344.14

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

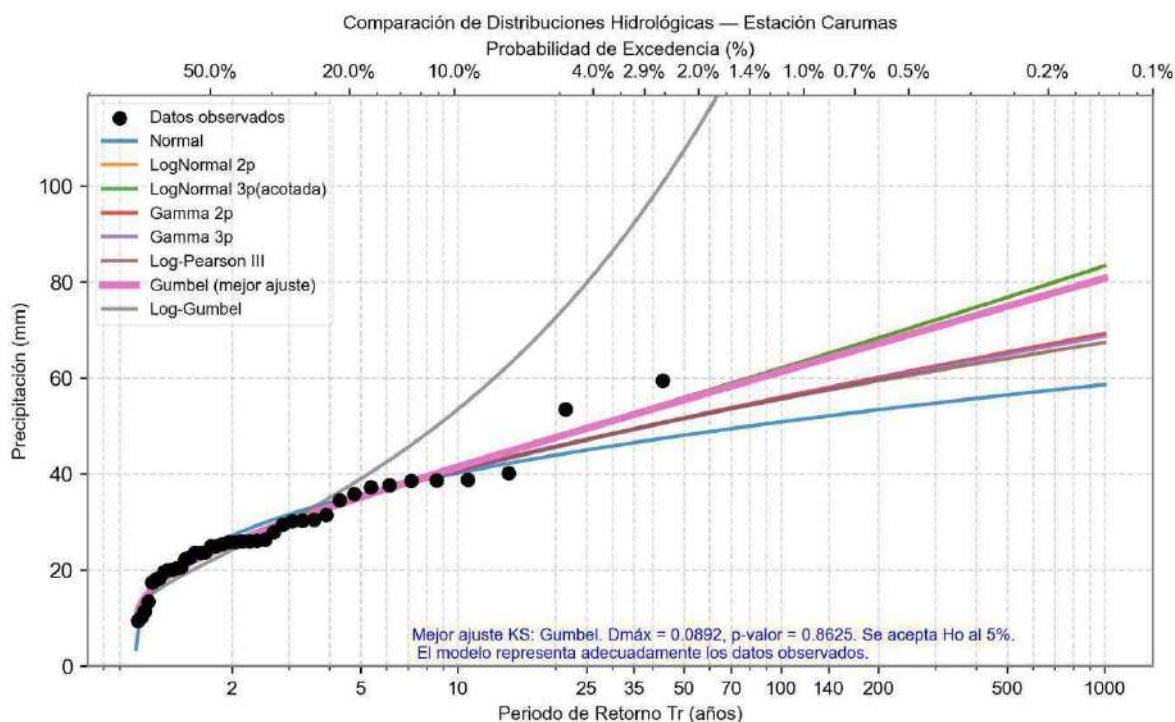
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0132

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-12 Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Carumas



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-17 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Carumas

Tr (años)	Normal	LogNormal 2p	LogNormal 3p(acotada)	Gamma 2p	Gamma 3p	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel
2	27.15	25.29	25.29	25.91	25.95	25.99	25.56	24.14
5	35.71	34.99	34.99	35.08	35.08	35.32	35.12	38.95
10	40.18	41.46	41.46	40.63	40.57	40.86	41.45	53.45
25	44.95	49.69	49.69	47.13	46.99	47.22	49.45	79.75
35	46.5	52.68	52.68	49.36	49.19	49.37	52.34	92.14
50	48.04	55.85	55.85	51.66	51.45	51.55	55.39	107.3
70	49.42	58.85	58.85	53.78	53.53	53.54	58.25	123.82
100	50.81	62.04	62.04	55.97	55.69	55.58	61.27	144.07
140	52.07	65.07	65.07	57.99	57.68	57.44	64.13	166.14
200	53.35	68.31	68.31	60.1	59.75	59.35	67.14	193.21
500	56.42	76.76	76.76	65.35	64.9	64.03	74.88	284.59
1000	58.58	83.3	83.3	69.2	68.67	67.37	80.74	381.35

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



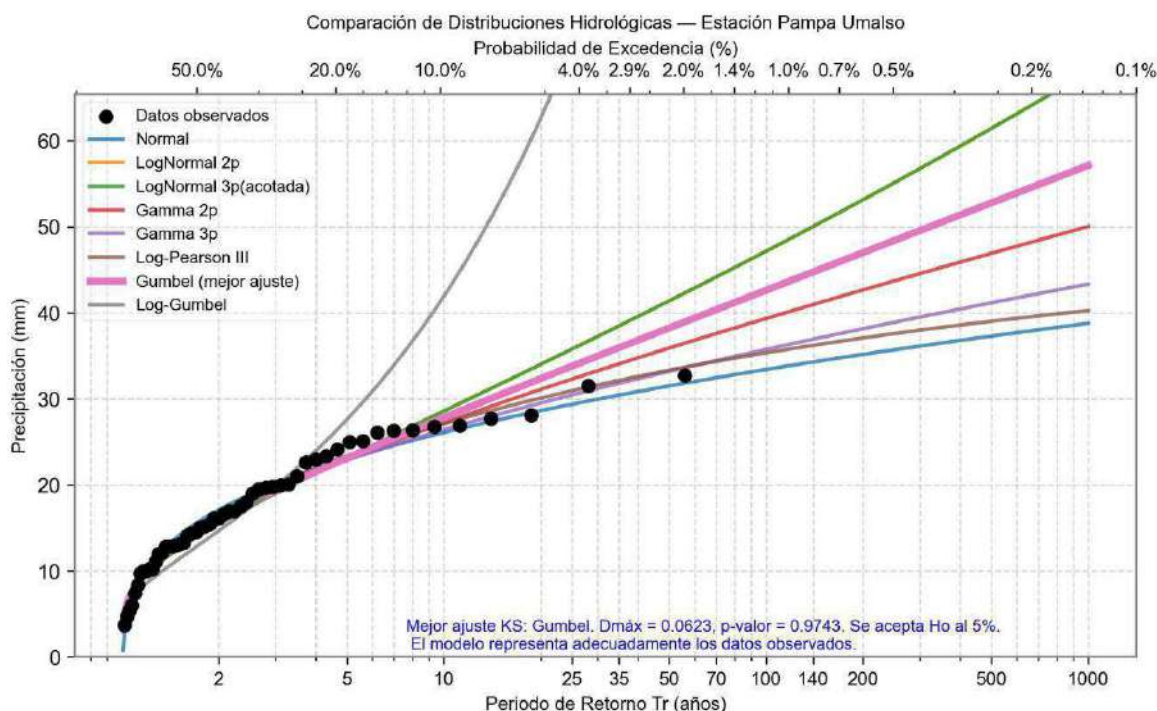
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0131

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-13. Distribuciones probabilísticas teóricas vs Estación Pampa Umalso



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-18 Precipitación Máxima estimada para diferentes periodos de retorno mediante ajuste de distribuciones de probabilidad – Estación Pampa Umalso

T_r (años)	Normal	LogNormal 2p	LogNormal 3p(acotada)	Gamma 2p	Gamma 3p	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel
2	17.1	15.46	15.46	16.0	16.59	16.53	15.98	14.67
5	23.0	23.15	23.15	22.92	22.85	23.39	23.11	27.59
10	26.08	28.58	28.58	27.2	26.42	27.09	27.83	41.93
25	29.37	35.78	35.78	32.3	30.45	30.95	33.79	71.13
35	30.43	38.47	38.47	34.06	31.81	32.15	35.95	86.08
50	31.5	41.37	41.37	35.89	33.19	33.32	38.22	105.28
70	32.45	44.14	44.14	37.58	34.44	34.34	40.35	127.2
100	33.41	47.14	47.14	39.33	35.73	35.33	42.61	155.37
140	34.27	50.02	50.02	40.95	36.92	36.21	44.73	187.58
200	35.16	53.12	53.12	42.65	38.14	37.07	46.98	228.98
500	37.28	61.4	61.4	46.89	41.15	39.0	52.76	381.95
1000	38.76	67.97	67.97	50.02	43.32	40.25	57.12	562.27

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0130

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.1.3.2. Ajuste de una distribución de probabilidades

Existe una variedad de métodos que permiten realizar el ajuste a una distribución de probabilidades, siendo los más utilizados:

- Método de los momentos
- Método de la máxima verosimilitud

3.1.3.3. Prueba de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida.

El método de Kolmogorov - Smirnov por el cual se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, asimismo permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste.

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_0(X_m)$ y la estimada $F(X_m)$:

$$D = F_0(X_m) - F(X_m)$$

Con un valor crítico de que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado. Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de CHI cuadrado de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_0(X_m) = \frac{1 - m}{(n + 1)}$$

Donde m es el número de orden de dato "xm" en una lista de mayor a menor y "n" es el número total de datos. (Aparicio, 1996).

Cuadro N° 3.1-19 Valores críticos D para la prueba de Kolmogorov - Smirnov

Tamaño de la muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.20	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: Aparicio, 1999

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

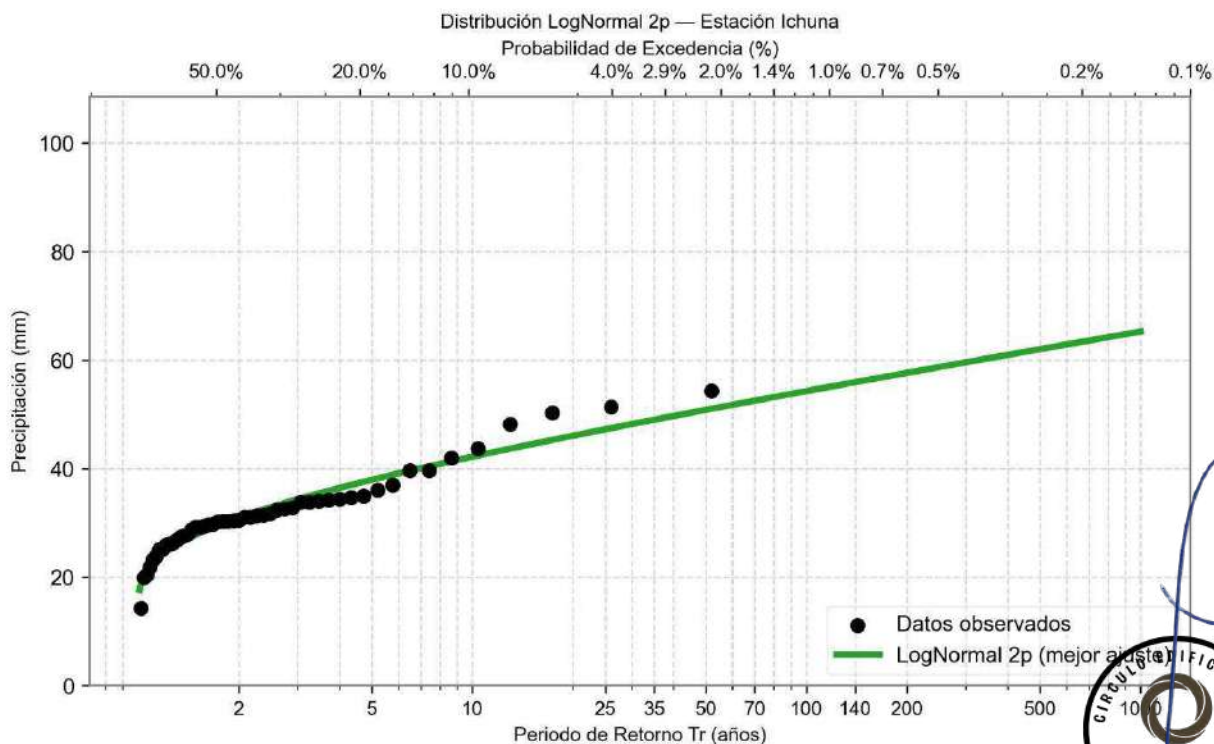


Cuadro N° 3.1-20 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Ichuña

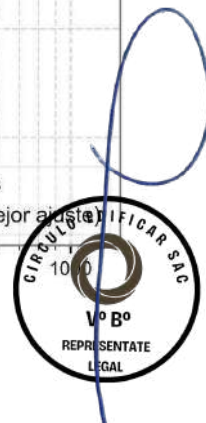
Distribución	Tipo	D _{máx}	p-valor	Criterio ($\alpha=0.05$)
LogNormal 2p	Logarítmica	0.1104	0.5272	Acepta H0
Gumbel	Extremos	0.1142	0.4844	Acepta H0
LogNormal 3p(acotada)	Logarítmica	0.1165	0.4583	Acepta H0
Gamma 3p	Lineal	0.1203	0.4191	Acepta H0
Gamma 2p	Lineal	0.1213	0.4083	Acepta H0
Log-Gumbel	Extremos	0.1414	0.2367	Acepta H0
Normal	Lineal	0.1484	0.1910	Acepta H0
Log-Pearson III	Logarítmica	0.9804	—	Rechaza H0

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 3.1-14 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0128

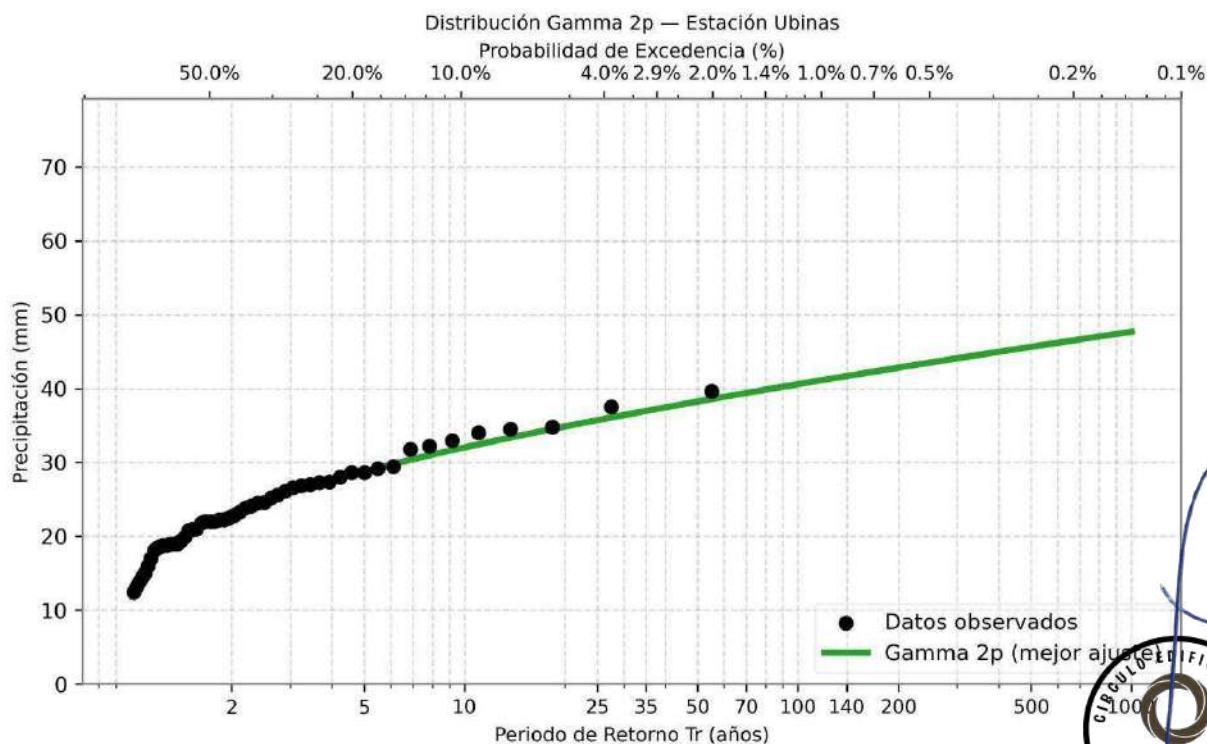
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-21 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Ubinas

Distribución	Tipo	D _{máx}	p-valor	Criterio ($\alpha=0.05$)
Gamma 2p	Lineal	0.0511	0.9977	Acepta H0
Gamma 3p	Lineal	0.0535	0.9957	Acepta H0
LogNormal 3p(acotada)	Logarítmica	0.0539	0.9951	Acepta H0
LogNormal 2p	Logarítmica	0.0539	0.9951	Acepta H0
Gumbel	Extremos	0.0640	0.9696	Acepta H0
Normal	Lineal	0.0828	0.8230	Acepta H0
Log-Gumbel	Extremos	0.1087	0.5116	Acepta H0
Log-Pearson III	Logarítmica	0.9815	—	Rechaza H0

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 3.1-15 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Ubinas



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0127

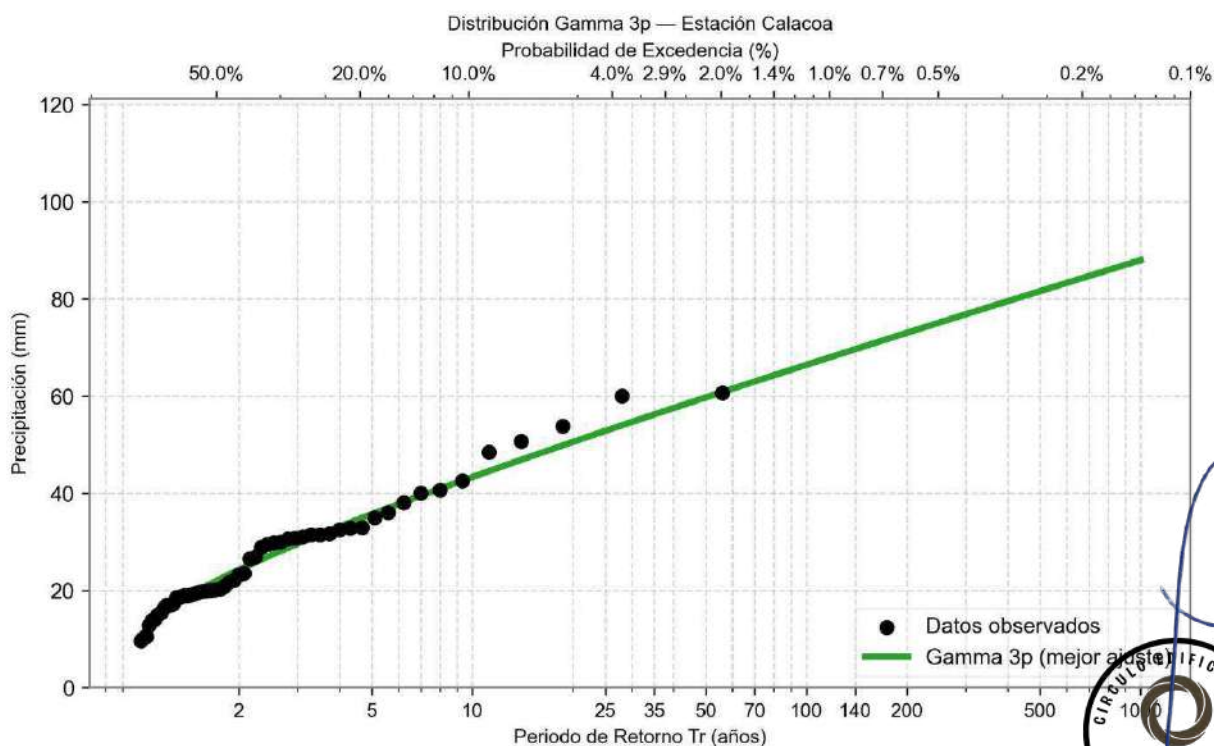
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-22 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Calacoa

Distribución	Tipo	D _{máx}	p-valor	Criterio ($\alpha=0.05$)
Gamma 3p	Lineal	0.0896	0.7348	Acepta H0
LogNormal 3p(acotada)	Logarítmica	0.0968	0.6456	Acepta H0
LogNormal 2p	Logarítmica	0.1052	0.5411	Acepta H0
Log-Gumbel	Extremos	0.1098	0.4877	Acepta H0
Gumbel	Extremos	0.1203	0.3739	Acepta H0
Gamma 2p	Lineal	0.1234	0.3432	Acepta H0
Normal	Lineal	0.1474	0.1656	Acepta H0
Log-Pearson III	Logarítmica	0.9818	—	Rechaza H0

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 3.1-16 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Calacoa



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0126

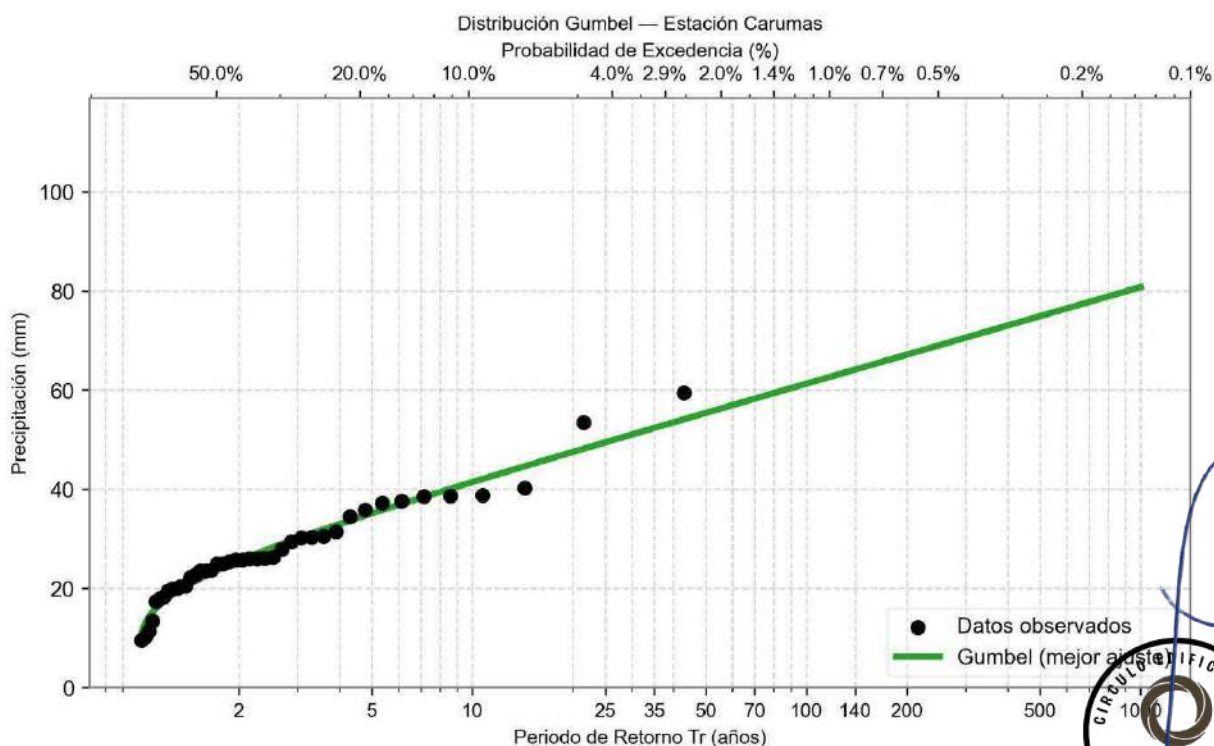
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-23 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Carumas

Distribución	Tipo	D _{máx}	p-valor	Criterio ($\alpha=0.05$)
Gumbel	Extremos	0.0892	0.8625	Acepta H0
LogNormal 2p	Logarítmica	0.0954	0.8044	Acepta H0
LogNormal 3p(acotada)	Logarítmica	0.0954	0.8044	Acepta H0
Gamma 2p	Lineal	0.1031	0.7243	Acepta H0
Gamma 3p	Lineal	0.1050	0.7041	Acepta H0
Log-Gumbel	Extremos	0.1500	0.2725	Acepta H0
Normal	Lineal	0.1523	0.2573	Acepta H0
Log-Pearson III	Logarítmica	0.9762	—	Rechaza H0

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 3.1-17 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Carumas



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0125

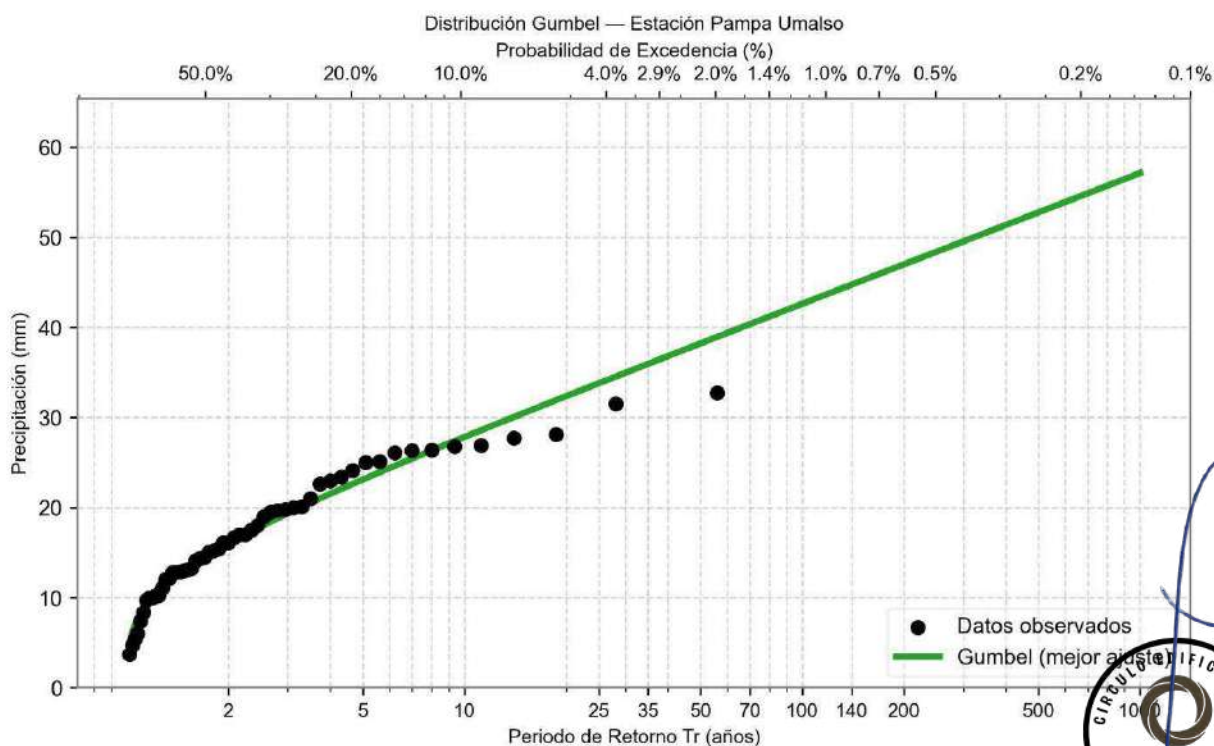
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-24 Prueba de bondad ajuste KS – Estación Pampa Umalso

Distribución	Tipo	D _{máx}	p-valor	Criterio ($\alpha=0.05$)
Gumbel	Extremos	0.0623	0.9743	Acepta H0
Gamma 2p	Lineal	0.0629	0.9719	Acepta H0
Gamma 3p	Lineal	0.0665	0.9549	Acepta H0
Normal	Lineal	0.0701	0.9321	Acepta H0
LogNormal 3p(acotada)	Logarítmica	0.0920	0.7063	Acepta H0
LogNormal 2p	Logarítmica	0.0920	0.7063	Acepta H0
Log-Gumbel	Extremos	0.1582	0.1143	Acepta H0
Log-Pearson III	Logarítmica	0.9818	—	Rechaza H0

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 3.1-18 Distribución probabilística de mejor ajuste – Estación Pampa Umalso



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0124

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-25 Distribuciones teóricas de mejor ajuste de las estaciones seleccionadas

Estación	Mejor modelo	D-máx	p-valor
Calacoa	Gamma 3p	0.0896	0.7348
Carumas	Gumbel	0.0892	0.8625
Ichuna	LogNormal 2p	0.1104	0.5272
Pampa Umalso	Gumbel	0.0623	0.9743
Ubinas	Gamma 2p	0.0511	0.9977

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-26 Precipitaciones de diseño de Estaciones seleccionadas, en mm

Tr (años)	Calacoa	Carumas	Ichuna	Pampa Umalso	Ubinas
2	24.2	25.6	31.0	16.0	23.3
5	35.7	35.1	38.0	23.1	28.8
10	43.3	41.4	42.2	27.8	32.0
25	52.8	49.4	47.3	33.8	35.7
35	56.2	52.3	49.0	36.0	37.0
50	59.7	55.4	50.8	38.2	38.2
70	63.0	58.2	52.5	40.4	39.4
100	66.4	61.3	54.3	42.6	40.6
140	69.6	64.1	55.9	44.7	41.7
200	73.0	67.1	57.7	47.0	42.8
500	81.6	74.9	62.0	52.8	45.6
1,000	87.9	80.7	65.3	57.1	47.7

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

3.1.4. Determinación de la tormenta de diseño

La determinación de la tormenta de diseño incluye los siguientes procesos:

3.1.4.1. Precipitaciones máximas probables

Una vez realizado el análisis mediante métodos estadísticos y seleccionada la distribución de probabilidad que mejor se ajuste, se debe calcular las precipitaciones máximas probables para distintos periodos de retorno (Tr). Hay que considerar que, conforme a las directrices de la OMM, se recomienda aplicar una corrección a los resultados utilizando el factor de ajuste según el número de observaciones por día (N).



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0123

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-27 Factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria

Número de observaciones / día (N)	1	2	3 - 4	5 - 8	9 - 24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

Fuente: Guía de Practicas Hidrológicas Volumen II OMM – N°168

Cuadro N° 3.1-28 Precipitaciones de diseño corregidas (*1.04) de Estaciones seleccionadas, en mm

Tr (años)	Calacoa	Carumas	Ichuna	Pampa Umalso	Ubinas
2	25.2	26.6	32.2	16.6	24.2
5	37.1	36.5	39.5	24.0	30.0
10	45.1	43.1	43.9	28.9	33.3
25	54.9	51.4	49.2	35.1	37.1
35	58.4	54.4	51.0	37.4	38.4
50	62.1	57.6	52.9	39.7	39.8
70	65.5	60.6	54.6	42.0	41.0
100	69.1	63.7	56.5	44.3	42.2
140	72.4	66.7	58.2	46.5	43.4
200	75.9	69.8	60.0	48.9	44.5
500	84.8	77.9	64.5	54.9	47.5
1,000	91.5	84.0	67.9	59.4	49.6

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0122

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.1.4.2. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Se emplean metodologías como las de Dyck Peschke y Friedrich Bell, entre otras. La selección de la metodología debe efectuarse de acuerdo con el ámbito de estudio. Estas metodologías permiten descomponer la precipitación diaria máxima en intensidades asociadas a duraciones menores, lo que facilita el diseño y análisis de estructuras hidráulicas.

Para su representación, se emplea la ecuación matemática que permite calcular la intensidad de lluvia prevista para distintas combinaciones de duración y frecuencia. Una forma común de expresar la ecuación de una curva IDF es:

$$I(t, T) = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Donde:

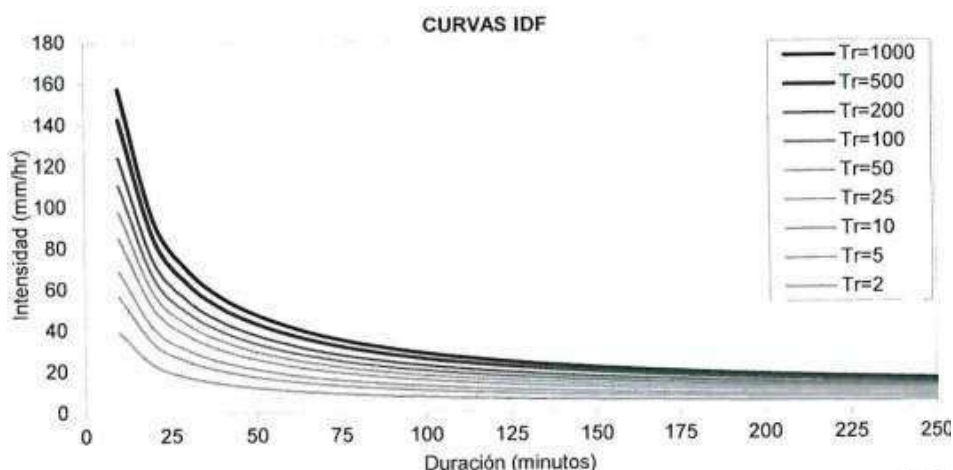
- $I(t, T)$: Intensidad de precipitación para una duración t y un T_r , en (mm/h)
 t : Duración de la precipitación, en (min)
 T : Período de retorno, en (años)
 K, m, n : Parámetros específicos que se determinan mediante análisis estadísticos de datos históricos de precipitación.

K: Actúa como un factor de escala que ajusta la magnitud de la intensidad de la precipitación. Un valor alto indica mayor intensidad de lluvia para una duración y período de retorno dados.

m: Representa la influencia del período de retorno en la intensidad de la precipitación. Valores altos sugieren que la intensidad aumenta más rápidamente con períodos de retorno mayores.

n: Indica como la intensidad de la precipitación disminuye a medida que aumenta la duración. Un valor alto implica una disminución más pronunciada de la intensidad con duraciones más largas.

Figura N° 3.1-19 Ejemplo de la Curva Intensidad – Duración – Frecuencia



Fuente: DGIHR - DNIHR

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



Para el presente estudio se usó la escala logarítmica en las curvas IDF porque la relación entre intensidad, duración y frecuencia sigue una ley potencial.

El uso de logaritmos transforma esa relación en una forma lineal, permite mostrar un rango amplio de datos en una sola figura y mejora la interpretación y el ajuste estadístico de los resultados.

En el siguiente cuadro se resumen los parámetros ajustados de las curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF), determinados a partir del análisis de regresión lineal múltiple aplicado a las series de precipitaciones máximas de cada estación y microcuenca de estudio.

Los gráficos comparativos de las curvas IDF obtenidas se presentan en ANEXOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO - Curvas IDF de las estaciones seleccionadas y microcuencas analizadas (Pág. 93)

Cuadro N° 3.1-29 Ecuación de Curva IDF – Estaciones seleccionadas y microcuencas de interés

N	Estación/Cuenca	K	n	m	Ecuación
1	Ichuña	319.53	0.75	0.114	$I = \frac{319.53 * T^{0.114}}{t^{0.750}}$
2	Ubinas	244.42	0.75	0.108	$I = \frac{244.42 * T^{0.108}}{t^{0.750}}$
3	Calacoa	263.56	0.75	0.195	$I = \frac{263.56 * T^{0.195}}{t^{0.750}}$
4	Carumas	267.61	0.75	0.176	$I = \frac{267.61 * T^{0.176}}{t^{0.750}}$
5	Pampa Umalso	170.50	0.75	0.194	$I = \frac{170.50 * T^{0.194}}{t^{0.750}}$
6	S8	319.53	0.75	0.114	$I = \frac{319.53 * T^{0.114}}{t^{0.750}}$
7	S9	319.53	0.75	0.114	$I = \frac{319.53 * T^{0.114}}{t^{0.750}}$

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3. Hietograma de diseño

A partir de la ecuación IDF, se genera el hietograma de diseño para diferentes periodos de retorno. Entre los métodos disponibles se encuentran los Bloques Alternos y los hietogramas sintéticos obtenidos de las curvas de Huff. Hay que considerar que se puede optar por otras metodologías, de acuerdo con las características del problema y los datos disponibles para el análisis.

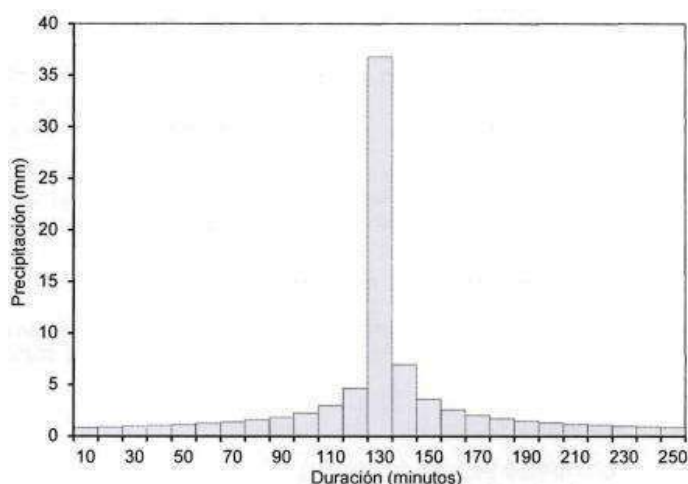


APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE


JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-20 Ejemplo de Hietograma mediante Bloques Alternos

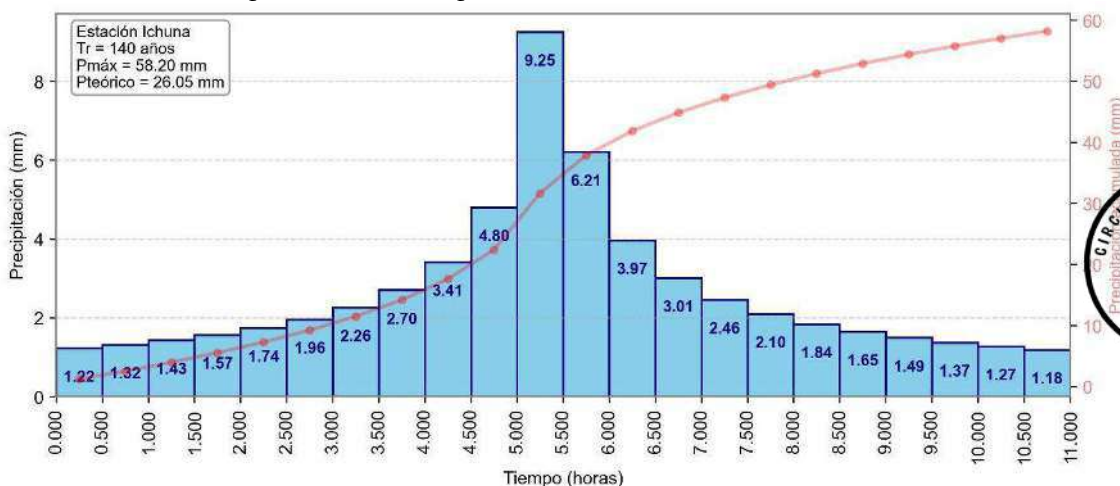


Fuente: DGIHR - DNIHR

En la cuenca de estudio C1, el tiempo de concentración calculado fue de 181.4 minutos. Con base en este valor, se procedió a la construcción de hietogramas de diseño aplicando el método del bloque alterno, considerando una duración efectiva de 180 minutos, con incrementos de 15 minutos entre intervalos. Dichos hietogramas fueron normalizados para representar la distribución adimensional de la lluvia, y finalmente se ajustaron empleando la precipitación máxima estimada para cada período de retorno (T_r) correspondiente.

En la siguiente figura se presenta el hietograma de diseño correspondiente a la estación Cairani, elaborado para un período de retorno de 140 años. De manera análoga, se generaron los hietogramas de diseño para cada período de retorno y para todas las estaciones seleccionadas. Los resultados completos se incluyen en el IV ANEXOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO - Hietogramas de las estaciones seleccionadas (pág. 97)

Figura N° 4.1-13 Hietograma T_r 140 años – Estación Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0119

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.1.4.4. Regionalización de la precipitación máxima

Para la regionalización de la precipitación máxima, se consideraron los centroides de las cuencas, subcuencas y microcuencas de interés como puntos representativos de cada unidad de drenaje, obtenidos a partir del cálculo geométrico de sus polígonos delimitados.

Estos centroides permiten caracterizar la ubicación promedio de cada cuenca mediante sus coordenadas planas (Este, Norte y Elevación). Asimismo, se emplearon las coordenadas de las estaciones meteorológicas seleccionadas, las cuales constituyen los puntos de referencia para el análisis espacial de la precipitación máxima. La combinación de ambos conjuntos de puntos —centroides de cuenca y estaciones— permite aplicar métodos de interpolación espacial (como el inverso de la distancia IDW o Kriging) para estimar la distribución regional de las precipitaciones máximas y obtener valores representativos en cada cuenca analizada.

Cuadro N° 3.1-30 Coordenadas del centroide de las cuencas, subcuencas y microcuencas de interés

Subcuenca	Área (km ²)	Tc (min)	Pendiente Cuenca (%)	Pendiente Río (%)	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
S1	184.79	320.1	20.8	3.3	359,840	8,228,025	4,544
S2	22.58	128.7	32.9	4.6	349,169	8,220,661	4,393
S3	82.95	264.7	20.4	2.8	350,399	8,230,944	4,641
S4	454.12	533.5	22.7	2.0	346,983	8,199,224	4,316
S5	36.58	134.2	24.0	6.7	345,004	8,217,704	4,234
S6	193.86	241.0	21.5	4.7	356,081	8,215,809	4,401
S7	162.49	235.3	31.3	5.1	338,650	8,216,878	4,084
S8	6.16	65.2	34.9	12.9	334,530	8,217,453	4,170
S9	5.77	51.9	41.6	19.2	333,252	8,216,830	4,117

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-31 Coordenadas de las estaciones seleccionadas

Estación	Lat (°dec)	Lon (°dec)	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)	Años de registro	Operador
Ichuna	-16.1326	-70.5521	334,033	8,215,771	3,800	52	SENAMHI
Ubinas	-16.3825	-70.8567	301,705	8,187,847	3,370	54	SENAMHI
Calacoa	-16.7346	-70.6825	320,640	8,149,045	3,478	55	SENAMHI
Carumas	-16.8124	-70.6915	319,754	8,140,430	3,150	45	SENAMHI
Pampa Umalso	-16.8730	-70.4233	348,387	8,133,945	4,609	55	SENAMHI

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0118

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

La distancia euclidiana tridimensional (3D) es una medida geométrica que permite calcular la separación real entre dos puntos en el espacio, considerando sus coordenadas en los tres ejes: Este (x), Norte (y) y Elevación (z).

Matemáticamente, se define como:

$$D_{3D} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

donde:

- x_1, y_1, z_1 : coordenadas del primer punto (por ejemplo, una estación meteorológica),
- x_2, y_2, z_2 : coordenadas del segundo punto (por ejemplo, el centroide de la cuenca).

En el proceso de regionalización de la precipitación máxima, la distancia euclidiana 3D se utiliza para estimar la proximidad espacial entre cada cuenca y las estaciones pluviométricas, incorporando no solo la distancia horizontal sino también la diferencia altitudinal, que influye significativamente en la distribución de la lluvia en zonas de relieve irregular o de montaña.

De este modo, este parámetro permite obtener pesos espaciales más realistas en métodos de interpolación como el IDW 3D (Inverse Distance Weighting en tres dimensiones), logrando una estimación más representativa de la precipitación máxima para cada cuenca analizada.

La selección de las estaciones meteorológicas Ichuña, Ubinas, Calacoa, Carumas y Pampa Umalso se realizó considerando criterios de representatividad hidrológica, continuidad y confiabilidad de registros, altitud, así como la influencia espacial efectiva sobre las subcuencas de estudio.

Cuadro N° 3.1-32 Ponderación y selección de estaciones meteorológicas

Subcuenca	Calacoa	Carumas	Coscori	Ichuña	Ilo	Omate	Otoro	Pachapampa	Uma	Puquina	Quinistaquillas	Tumilaca	Ubinas	Yacango
C1	0.03	0.03	0.01	0.67	0.00	0.02	0.02	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01	0.06	0.01
S1	0.05	0.04	0.02	0.49	0.01	0.04	0.03	0.09	0.04	0.03	0.04	0.02	0.08	0.02
S2	0.03	0.02	0.01	0.72	0.00	0.02	0.01	0.06	0.02	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01
S3	0.04	0.03	0.02	0.59	0.01	0.03	0.02	0.07	0.03	0.02	0.03	0.02	0.07	0.02
S4	0.06	0.05	0.02	0.43	0.01	0.04	0.02	0.13	0.05	0.02	0.04	0.02	0.09	0.02
S5	0.02	0.02	0.01	0.80	0.00	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01
S6	0.05	0.04	0.02	0.54	0.01	0.03	0.02	0.09	0.04	0.02	0.03	0.02	0.07	0.02
S7	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
S8	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S9	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0117

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

De acuerdo con la matriz de ponderación espacial presentada, se observa que la estación Ichuña posee la mayor influencia sobre gran parte de las subcuencas evaluadas, alcanzando ponderaciones predominantes e incluso valores cercanos al 100% en las subcuencas S7, S8 y S9, lo que evidencia una fuerte representatividad hidrometeorológica respecto al comportamiento pluviométrico de las cabeceras de la cuenca. Asimismo, las estaciones Ubinas, Calacoa y Carumas complementan adecuadamente la cobertura espacial en los sectores intermedios y occidentales, mientras que la estación Pampa Umalso aporta representatividad para las zonas de mayor altitud, al ubicarse a 4,609 msnm, siendo además una de las estaciones con mayor periodo de registro.

Adicionalmente, del análisis de ponderaciones se observa que la mayoría de las estaciones consideradas presentan influencias iguales o mayores al 3% dentro de las subcuencas evaluadas, criterio que permite asegurar una participación hidrológica representativa en la estimación de la precipitación media areal. Por el contrario, varias de las estaciones no consideradas presentan ponderaciones muy reducidas o prácticamente nulas en determinadas subcuencas, por lo que su incorporación tendría una incidencia limitada en los resultados hidrológicos obtenidos.

Asimismo, las estaciones seleccionadas presentan series históricas continuas y consistentes, con periodos de registro entre 45 y 56 años en la mayoría de los casos, lo cual permite desarrollar análisis estadísticos confiables para la estimación de precipitaciones y caudales de diseño. En contraste, si bien existen otras estaciones cercanas o con altitudes similares, como la estación Pachas, estas no fueron incorporadas debido a que no cuentan con continuidad suficiente en sus registros hidrometeorológicos, condición que limita su confiabilidad estadística y su representatividad temporal para el análisis hidrológico.

Cabe precisar que la selección de estaciones no se realizó únicamente bajo un criterio geométrico de distribución espacial, sino considerando principalmente la representatividad hidrometeorológica efectiva sobre cada subcuenca, la continuidad y calidad de la información disponible, la correspondencia altitudinal y la influencia espacial obtenida mediante el análisis de ponderación aplicado. En ese sentido, las estaciones elegidas corresponden a aquellas que mejor representan el comportamiento pluviométrico predominante de la cuenca de estudio, garantizando una base técnica adecuada para el desarrollo del análisis hidrológico.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0116

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 3.1-33 Cálculo del Peso de las estaciones seleccionadas sobre las cuencas, subcuencas y microcuencas de interés

Subcuenca	Estación	Distancia (m)	Elevación Subcuenca (msnm)	Elevación Estación (msnm)	Peso IDW	Peso Normalizado
S1	Ichuña	28,578.5	4,544	3,800	1.22e-09	0.70
S1	Ubinas	70,677.3	4,544	3,370	2.00e-10	0.11
S1	Calacoa	88,179.6	4,544	3,478	1.29e-10	0.07
S1	Carumas	96,342.2	4,544	3,150	1.08e-10	0.06
S1	Pampa Umaliso	94,775.2	4,544	4,609	1.11e-10	0.06
S2	Ichuña	15,917.3	4,393	3,800	3.95e-09	0.84
S2	Ubinas	57,711.2	4,393	3,370	3.00e-10	0.06
S2	Calacoa	77,095.0	4,393	3,478	1.68e-10	0.04
S2	Carumas	85,463.0	4,393	3,150	1.37e-10	0.03
S2	Pampa Umaliso	86,720.7	4,393	4,609	1.33e-10	0.03
S3	Ichuña	22,333.0	4,641	3,800	2.00e-09	0.78
S3	Ubinas	65,038.3	4,641	3,370	2.36e-10	0.09
S3	Calacoa	87,145.4	4,641	3,478	1.32e-10	0.05
S3	Carumas	95,572.6	4,641	3,150	1.09e-10	0.04
S3	Pampa Umaliso	97,019.8	4,641	4,609	1.06e-10	0.04
S4	Ichuña	21,018.8	4,316	3,800	2.26e-09	0.64
S4	Ubinas	46,694.7	4,316	3,370	4.59e-10	0.13
S4	Calacoa	56,679.5	4,316	3,478	3.11e-10	0.09
S4	Carumas	64,803.8	4,316	3,150	2.38e-10	0.07
S4	Pampa Umaliso	65,295.0	4,316	4,609	2.35e-10	0.07
S5	Ichuña	11,148.5	4,234	3,800	8.05e-09	0.90
S5	Ubinas	52,601.7	4,234	3,370	3.61e-10	0.04
S5	Calacoa	72,857.6	4,234	3,478	1.88e-10	0.02
S5	Carumas	81,302.2	4,234	3,150	1.51e-10	0.02
S5	Pampa Umaliso	83,828.5	4,234	4,609	1.42e-10	0.02
S6	Ichuña	22,056.6	4,401	3,800	2.06e-09	0.74
S6	Ubinas	61,152.6	4,401	3,370	2.67e-10	0.10
S6	Calacoa	75,593.1	4,401	3,478	1.75e-10	0.06
S6	Carumas	83,685.3	4,401	3,150	1.43e-10	0.05
S6	Pampa Umaliso	82,225.2	4,401	4,609	1.48e-10	0.05
S7	Ichuña	4,756.9	4,084	3,800	4.42e-08	0.99
S7	Ubinas	46,992.0	4,084	3,370	4.53e-10	0.01
S7	Calacoa	70,186.2	4,084	3,478	2.03e-10	0.00
S7	Carumas	78,755.0	4,084	3,150	1.61e-10	0.00
S7	Pampa Umaliso	83,505.0	4,084	4,609	1.43e-10	0.00
S8	Ichuña	1,792.5	4,170	3,800	3.11e-07	1.00
S8	Ubinas	44,210.9	4,170	3,370	5.12e-10	0.00
S8	Calacoa	69,807.5	4,170	3,478	2.05e-10	0.00
S8	Carumas	78,434.6	4,170	3,150	1.63e-10	0.00
S8	Pampa Umaliso	84,651.5	4,170	4,609	1.40e-10	0.00
S9	Ichuña	1,353.6	4,117	3,800	5.46e-07	1.00
S9	Ubinas	42,845.5	4,117	3,370	5.45e-10	0.00
S9	Calacoa	68,951.5	4,117	3,478	2.10e-10	0.00
S9	Carumas	77,589.8	4,117	3,150	1.66e-10	0.00
S9	Pampa Umaliso	84,257.6	4,117	4,609	1.41e-10	0.00

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-34 Pesos ponderados de las estaciones sobre las cuencas, subcuencas y microcuencas

Subcuenca	Calacoa	Carumas	Ichuña	Pampa Umaliso	Ubinas
S1	0.07	0.06	0.70	0.06	0.11
S2	0.04	0.03	0.84	0.03	0.06
S3	0.05	0.04	0.78	0.04	0.09
S4	0.09	0.07	0.64	0.07	0.13
S5	0.02	0.02	0.90	0.02	0.04
S6	0.06	0.05	0.74	0.05	0.10
S7	0.00	0.00	0.99	0.00	0.01
S8	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S9	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0115

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

A continuación, se presentan las precipitaciones máximas registradas en las estaciones seleccionadas, las cuales constituyen la base de información para la regionalización hidrológica. Con estos valores y las coordenadas de las estaciones, se aplican los pesos espaciales previamente calculados mediante el método de distancia euclidiana 3D, considerando las diferencias horizontales y altitudinales entre las estaciones y los centroides de las cuencas de interés. De este modo, se estiman las precipitaciones máximas representativas para cada cuenca, subcuenca o microcuenca, integrando la influencia espacial y topográfica en el análisis.

Cuadro N° 3.1-35 Precipitaciones de diseño de Estaciones seleccionadas, en mm

Tr (años)	Calacoa	Carumas	Ichuna	Pampa Umalso	Ubinas
2	25.2	26.6	32.2	16.6	24.2
5	37.1	36.5	39.5	24.0	30.0
10	45.1	43.1	43.9	28.9	33.3
25	54.9	51.4	49.2	35.1	37.1
35	58.4	54.4	51.0	37.4	38.4
50	62.1	57.6	52.9	39.7	39.8
70	65.5	60.6	54.6	42.0	41.0
100	69.1	63.7	56.5	44.3	42.2
140	72.4	66.7	58.2	46.5	43.4
200	75.9	69.8	60.0	48.9	44.5
500	84.8	77.9	64.5	54.9	47.5
1,000	91.5	84.0	67.9	59.4	49.6

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Cuadro N° 3.1-36 Precipitaciones de diseño de cuencas, subcuencas y microcuencas, en mm

Tr (años)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
2	29.6	30.8	30.3	29.0	31.3	29.9	32.1	32.2	32.2
5	37.2	38.3	37.8	36.8	38.7	37.5	39.4	39.5	39.5
10	41.9	42.8	42.4	41.5	43.2	42.1	43.8	43.9	43.9
25	47.6	48.3	47.9	47.3	48.6	47.7	49.1	49.2	49.2
35	49.5	50.2	49.8	49.3	50.4	49.7	50.9	51.0	51.0
50	51.6	52.2	51.8	51.4	52.4	51.7	52.8	52.9	52.9
70	53.5	54.0	53.7	53.4	54.1	53.6	54.5	54.6	54.6
100	55.5	56.0	55.6	55.4	56.1	55.6	56.4	56.5	56.5
140	57.4	57.8	57.4	57.3	57.8	57.4	58.1	58.2	58.2
200	59.3	59.7	59.3	59.3	59.7	59.3	59.8	60.0	60.0
500	64.3	64.4	64.1	64.4	64.3	64.2	64.3	64.5	64.5
1,000	68.0	68.0	67.7	68.2	67.8	67.9	67.7	67.9	67.9

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0114

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.1.5. Tiempo de concentración

Se puede utilizar diversos métodos empíricos, como las fórmulas de Kirpich y del Bureau of Reclamation, entre otras opciones. La selección del método adecuado depende de las características específicas de la UH referidas al tamaño, pendiente, uso del suelo y otras condiciones geomorfológicas relevantes.

3.1.5.1. Ecuaciones empíricas

Cuadro N° 3.1-37 Ecuaciones para el cálculo del tiempo de concentración

▪ Fórmula de Kirpich	$T_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$
▪ Fórmula Californiana (U.S.B.R.)	$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.50}} \right)^{0.77}$
▪ Fórmula de Giandotti	$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{S} * L}$

* Desarrollada con información proporcionada por el Soil Conservation Service (SCS) en siete cuencas rurales en Tennessee (USA) de áreas comprendidas entre 0.0051 y 0.433 km², en canales de altas pendientes (3% - 10%). Es una de las fórmulas más tradicionales que expresa el tiempo de concentración en horas así:

Para cada una de las ecuaciones anteriores se definen las variables a continuación:

T _c	:	Tiempo de concentración (h)
A	:	Área de la cuenca (km ²)
L	:	Longitud del cauce (km)
S	:	Pendiente de la Cuenca (m/m)

3.1.5.2. Tiempo de retardo (Lag Time)

El método del hidrograma unitario del SCS considera aproximadamente el 60% del tiempo de concentración. Este retardo se define como:

$$T_r = 0.6 * T_c$$

Donde:

T _r	:	Tiempo de retardo en horas.
T _c	:	Tiempo de concentración en horas.

3.1.6. Cálculo de curva número

Es el método más utilizado para revertir la precipitación total en precipitación efectiva, especialmente cuando existen deficiencias en los registros extensos y confiables. Esta metodología requiere del conocimiento del tipo de uso de suelo de la UH en estudio, así como de los registros pluviográficos disponibles. En ese sentido, se debe determinar la curva número en condiciones: normales, húmedas y secas, previo análisis e interpretación de resultados.



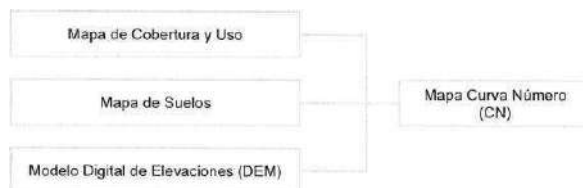
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0113

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-21 Factores que intervienen en la generación de valores de curva número



Fuente: ANA - SNIRH

3.1.7. Estimación de caudales máximos

De acuerdo con los procedimientos detallados anteriormente, el caudal máximo se debe estimar en base a los métodos que se desarrollan a continuación:

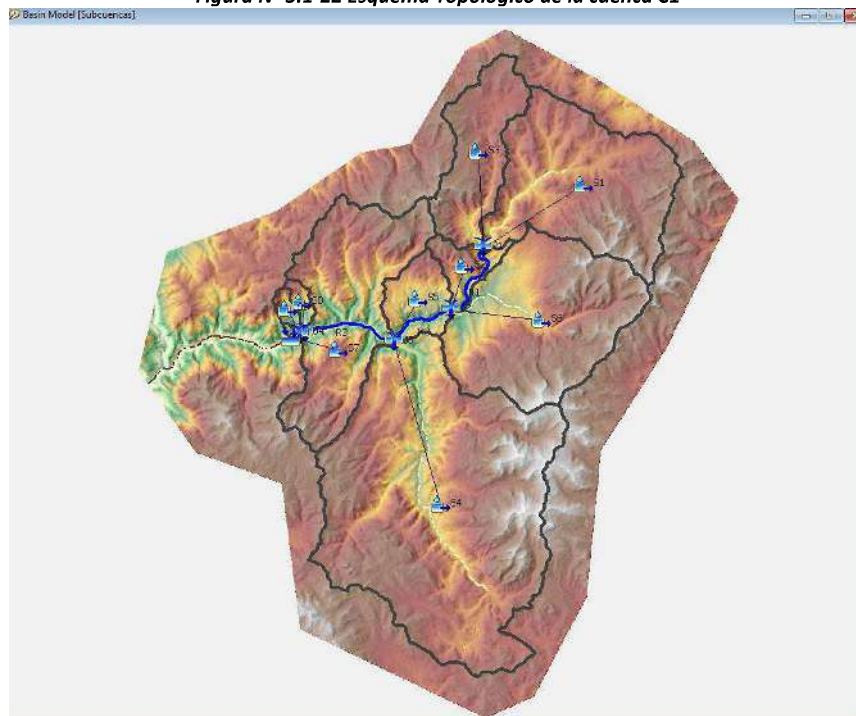
3.1.7.1. Software de precipitación escorrentía

El software HEC-HMS, se usa como herramienta para la estimación de los hidrogramas de avenidas producidos por eventos de precipitación máxima de la UH. Permite simular el comportamiento de una UH ante eventos de precipitación extrema, garantizando un análisis preciso para el diseño y la evaluación de infraestructura hidráulicas de riego.

a. Definición de la unidad hidrográfica

Por el área y la variabilidad de las elevaciones de la cuenca Ichuña C1 y sus subcuencas S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 y S9 elaboramos un modelo hidrológico.

Figura N° 3.1-22 Esquema Topológico de la cuenca C1



Fuente: Elaboración propia en software HEC-HMS



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0112

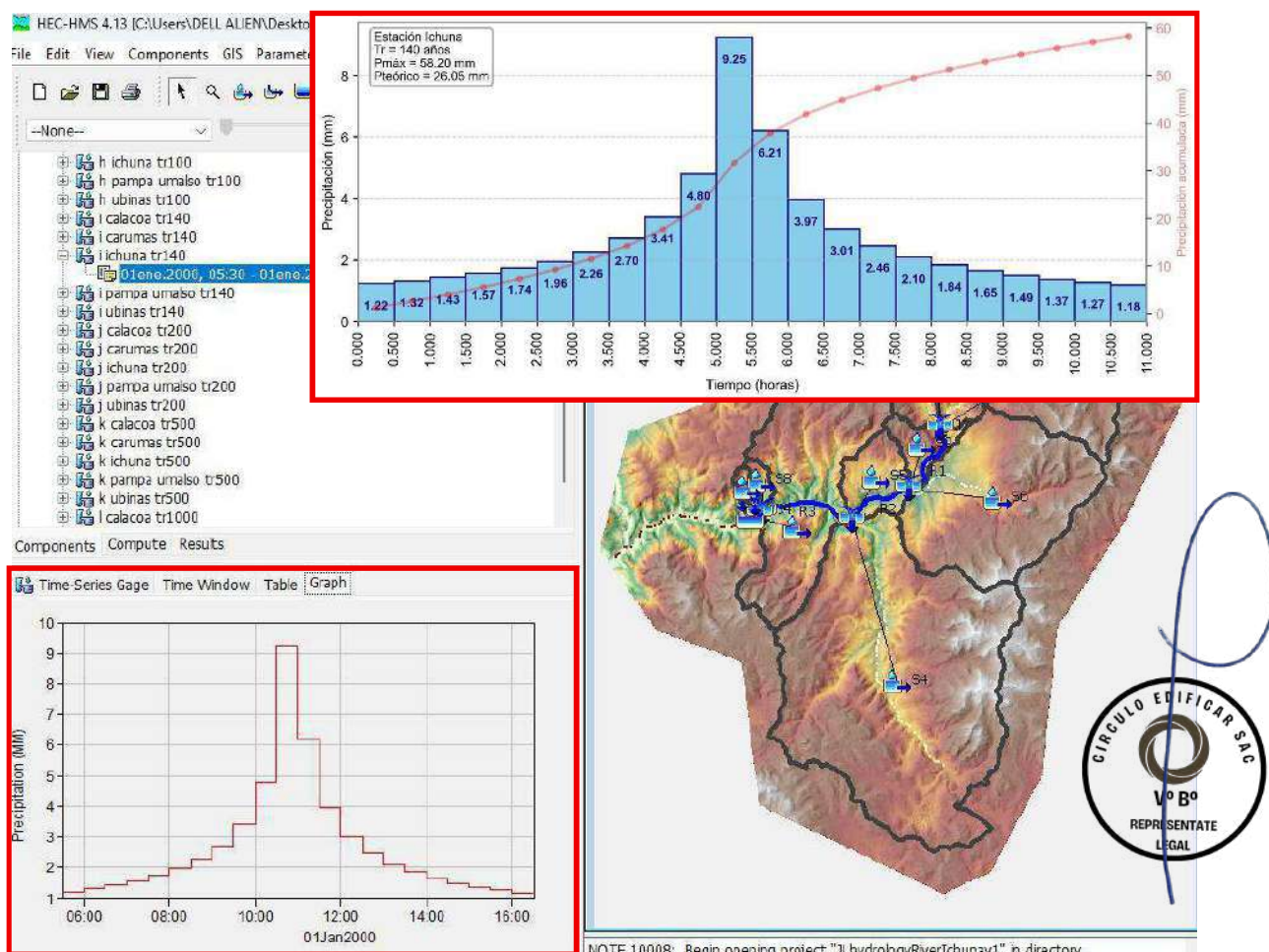
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

b. Ingreso de datos hidrometeorológicos

Para la presente modelación hidrológica se emplearon hietogramas sintéticos de precipitación elaborados a partir de las curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF) de las estaciones seleccionadas. Los hietogramas fueron generados mediante el Método del Bloque Alterno para las duraciones y periodos de retorno establecidos en el estudio. En este caso, no se contó con datos hidrométricos de caudal ni con registros climatológicos horarios; no obstante, al tratarse de una modelación hidrológica de diseño, la precipitación sintética constituye el insumo principal y suficiente para la simulación lluvia–escorrentía en HEC-HMS.

Se ingresaron al modelo hidrológico los hietogramas de precipitación correspondientes a los periodos de retorno de **2, 5, 10, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 500 y 1000 años**, elaborados a partir de las curvas IDF de las estaciones meteorológicas seleccionadas.

Figura N° 3.1-23 Ingreso de hietogramas al modelo hidrológico



Fuente: Elaboración propia en software HEC-HMS

Los hietogramas fueron generados para las estaciones **Ichuña, Ubinas, Calacoa, Carumas y Pampa Umalso**, y posteriormente incorporados en el Meteorologic Model de HEC-HMS bajo el esquema de Specified Hyetograph, utilizando intervalos uniformes de tiempo definidos para cada duración de tormenta.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0111

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-24 Hietogramas del modelo hidrológico



Fuente: Elaboración propia en software HEC-HMS

c. Selección del método de transformación de lluvia en escorrentía

El centro de Ingeniería Hidrológica, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EEUU, diseñó el programa de computación Sistema de Modelamiento Hidrológico (HEC-HMS), este provee una variedad de opciones para simular procesos de precipitación – escurrimiento y también tránsito de caudales entre otros (US Army, 2000).

El software HEC-HMS comprende una interface gráfica para el usuario (GUI), componentes de análisis hidrológicos, capacidades para manejo y almacenamiento de datos, y facilidades para expresar los resultados mediante gráficas y reportes tabulados.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0110

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

La GUI provee los medios necesarios para especificar los componentes de la cuenca, para introducir los respectivos datos de estos componentes y para visualizar los resultados (US Army 2000). La ejecución de una simulación en el HEC-HMS, requiere las siguientes especificaciones:

- El primer conjunto, llamado Modelo de Cuenca (Basin Model), contiene parámetros y datos conectados para elementos hidrológicos. Los tipos de elementos son: Subcuenca, tránsito de avenidas, empalme o cruce, reservorio, fuente, retención y distribución.
- El segundo conjunto llamado Modelo Meteorológico, consiste en datos meteorológicos e información requerida para procesarlos.
- El tercer conjunto, llamado Especificaciones de Control, con el cual se especifica información de relación tiempo para efectuar la simulación.
- El cuarto conjunto, llamado series de tiempo, sirve para especificar qué tipo de dato meteorológico se va a ejecutar en el modelamiento y como está irá variando en el tiempo.

c.1 Separación de lluvia neta o efectiva (Loss Method)

Calcula que parte de la precipitación caída va a generar escorrentía directa, el cual es el resultado de descontar de la precipitación de la precipitación, el agua interceptada por la vegetación, infiltrada en el suelo, almacenada en la superficie de este, evaporada desde diferentes superficies o transpirada a través de las plantas.

Para esto HEC-HMS usa los modelos:

- Déficit and Constant (Modelo de Déficit Constante).
- Exponential (Modelo Exponencial)
- Green and Ampt (Modelo de Green & Ampt)
- Gridded Déficit Constant (Modelos Asociado a celdas)
- Gridded SCS Curve Number (Modelo SCS Asociado a celdas)
- Gridded Soil Moisture Accounting (Modelo SMA Asociado a celdas)
- Initial and Constant (Modelo de pérdidas iniciales y constantes)
- SCS Curve Number (Modelo del Número de Curva del SCS)
- Smith Parlange (Modelo de Smith Parlange)
- Soil Moisture Accounting (Modelo SMA)

El modelo hidrológico seleccionado para la estimación de pérdidas es el SCS Curve Number (Número de Curva del SCS), ampliamente utilizado en estudios de escorrentía superficial debido a su capacidad para representar las condiciones de uso de suelo, cobertura vegetal y características hidrológicas del terreno. En el presente estudio, se asignaron valores específicos de Curve Number (CN) para cada subcuenca en función del tipo de suelo, clasificación hidrológica, pendiente y cobertura predominante. Asimismo, se definieron los parámetros complementarios del modelo, tales como la humedad antecedente (AMC), la retención potencial máxima (S) y la profundidad inicial de abstracción (Ia), de acuerdo con las condiciones hidrológicas establecidas y la metodología del SCS. Estos valores fueron incorporados en el Basin Model de HEC-HMS para representar de manera adecuada la generación de escorrentía directa durante los eventos de lluvia de diseño.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



c.2 Modelo de número de curva del SCS

El Soil Conservation Service (1972) desarrollo un método para calcular la escorrentía directa una precipitación. Para la lluvia como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa P_e es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P ; de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida F_a es menor o igual a alguna retención potencial máxima S .

Existe una cierta cantidad de precipitación la (abstracción inicial antes del encharcamiento) para la cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es $P - I_a$. La hipótesis del método del SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, encontrándose la siguiente relación para P_e :

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Donde:

P_e	:	Precipitación efectiva (mm).
P	:	Precipitación (mm).
I_a	:	Abstracción inicial antes del encharcamiento (mm).
S	:	Retención potencial máxima (mm).

La ecuación anterior es básica para el cálculo de la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa. La SCS al estudiar los resultados obtenidos para muchas cuencas experimentales desarrollo la siguiente relación empírica.

$$I_a = 0.2S$$

Quedando finalmente:

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Al representar en gráficas la información de P y P_e , se encontró la necesidad de estandarizarlas mediante un número adimensional llamado Número de Curva (CN), el cual se relación con S de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{25400}{CN} - 254$$



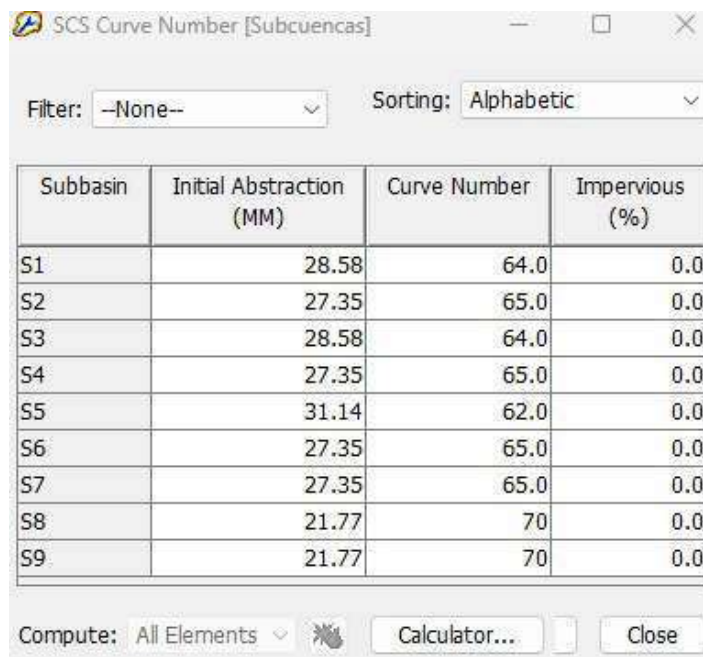
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0108

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-25 Número de curvas y Abstracción inicial de las subcuencas del modelo hidrológico



Subbasin	Initial Abstraction (MM)	Curve Number	Impervious (%)
S1	28.58	64.0	0.0
S2	27.35	65.0	0.0
S3	28.58	64.0	0.0
S4	27.35	65.0	0.0
S5	31.14	62.0	0.0
S6	27.35	65.0	0.0
S7	27.35	65.0	0.0
S8	21.77	70	0.0
S9	21.77	70	0.0

Fuente: Elaboración propia en software HEC-HMS

c.3 Clasificación hidrológica de los suelos

Por ser de importancia, se indican dos definiciones que están consideradas en la clasificación hidrológica de los suelos:

- Tasa de infiltración, es el porcentaje de agua que penetra en el suelo superficial y que es controlado por condiciones de superficie.
- Tasa de transmisión, es el porcentaje de agua que se mueve en el suelo y que es controlado por los horizontes.

Los grupos hidrológicos en que se pueden dividir los suelos son utilizados en el planeamiento de cuencas para la estimación de la esorrentía, a partir de la precipitación.

Las propiedades de los suelos que son considerados para estimar la tasa mínima de infiltración para suelos desnudos luego de un humedecimiento prolongado son: profundidad del nivel freático de invierno, infiltración y permeabilidad del suelo luego de humedecimiento prolongado y profundidad hasta un estrado de permeabilidad muy lenta. La influencia de la cobertura vegetal es tratada independientemente.

Los suelos han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C y D de acuerdo con el potencial de escurrimiento. Según la clasificación Hidrológica de los Suelos – SUCS:



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0107

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

- **Grupo Hidrológico A:** Bajo potencial de Escorrentía, son suelos que tienen altas tasas de infiltración aun cuanto están enteramente mojados y están constituidos mayormente por arenas y gravas profundas bien y hasta excesivamente drenadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.
- **Grupo Hidrológico B:** Moderadamente bajo potencial de escorrentía, son suelos que tienen tasas de infiltración moderadas cuando están cuidadosamente mojados y están constituidos mayormente de suelos profundos de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Estos suelos tienen una tasa moderada de transmisión del agua.
- **Grupo Hidrológico C:** Moderadamente bajo potencial de escorrentía, son suelos que tienen bajas tasas de infiltración cuando están completamente mojados y están constituidos mayormente por suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo o suelos con una textura que va de moderadamente fina a fina. Estos suelos tienen una baja tasa de transmisión del agua.
- **Grupo Hidrológico D:** Alto potencial de escorrentía, son suelos de alto potencial de escurrimiento, de tasas de infiltración muy bajas cuando están completamente mojados y están constituidos mayormente por suelos arcillosos con un alto potencial de esponjamiento, suelos con índice de agua permanentemente alto, suelos con arcilla o capa de arcilla en la superficie o cerca de ella y suelos superficiales sobre material casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa muy baja de transmisión del agua.

Cuadro N° 3.1-38 Número de Curva para los Suelos (CN)

Uso de la Tierra	Cobertura		Grupo de Suelos			
	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	A	B	C	D
Rastrojo Cultivo en hilera	Hileras rectas	-	77	86	91	94
		Mala	71	91	88	91
		Buena	67	78	85	89
		Buena	70	79	84	88
	c/curvas de nivel	Mala	65	75	82	86
		Buena	66	74	80	82
	c/curvas de nivel y terrazas	Mala	62	71	78	81
		Buena	65	76	84	86
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Buena	63	75	83	87
		Mala	63	74	82	85
	Curvas de nivel	Buena	61	73	81	84
		Mala	61	72	79	82
	Curvas de nivel y terrazas	Buena	59	70	78	81
		Mala	66	77	85	89
Leguminosas en hileras estrechas o forraje en rotación*	Hileras rectas	Buena	58	72	81	85
		Mala	64	75	83	85
	Curvas de nivel	Buena	55	69	78	83
		Mala	63	73	80	83

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Uso de la Tierra	Cobertura	Condición hidrológica	Grupo de Suelos			
	Tratamiento o práctica		A	B	C	D
	Curvas de nivel y terrazas	Buena	51	67	76	80
		Mala	68	79	86	89
	Pastizales o similares	Regular	49	69	79	84
		Buena	39	31	74	80
Pasto de Pastoreo		Mala	78	37	81	88
	Curvas de Nivel	Regular	25	59	75	83
		Buena	66	35	70	79
Pasto de Corte	Pradera	Buena	30	59	71	78
		Mala	45	66	77	83
Bosque	Bosque	Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Cortijos	Patios	---	59	74	82	86
Caminos de Tierra**		---	72	82	87	89
Pavimentos**		---	74	84	90	92

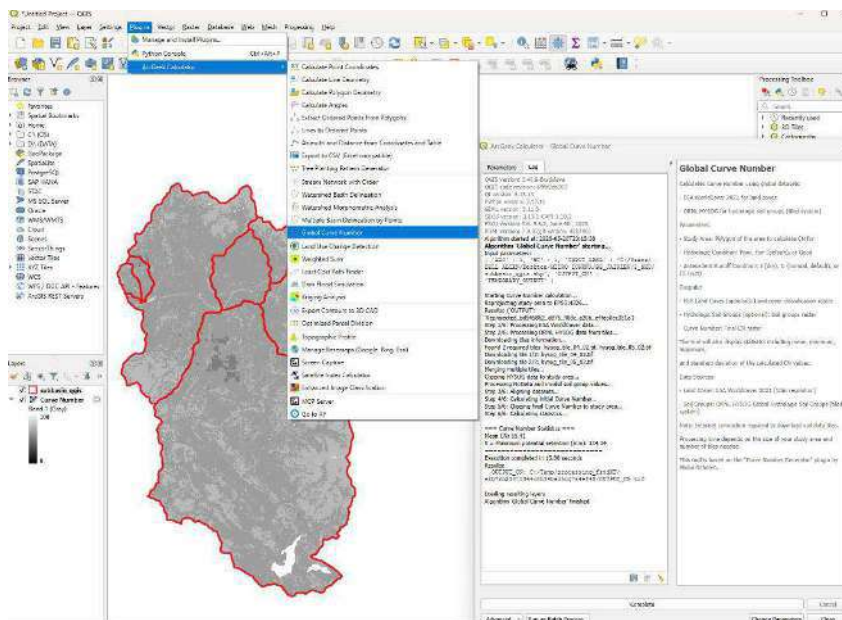
Fuente: Hidrología Básica: Reyes C. Luis. CONCYTEC Lima Perú 1992 – Pág. 91

* Siembra tupida o al voleo

** Incluyendo derecho de vía

La determinación del Número de Curva (Curve Number – CN) fue desarrollada mediante procesamiento geoespacial automatizado en QGIS, utilizando el complemento especializado “ArcGeek Calculator – Global Curve Number”, el cual implementa la metodología SCS-CN empleando bases de datos globales oficiales de cobertura de suelo y grupos hidrológicos de suelo.

Figura N° 3.1-26 Número de Curva de las Cuencas y Subcuencas de estudio



Fuente: Elaboración propia en software QGIS

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

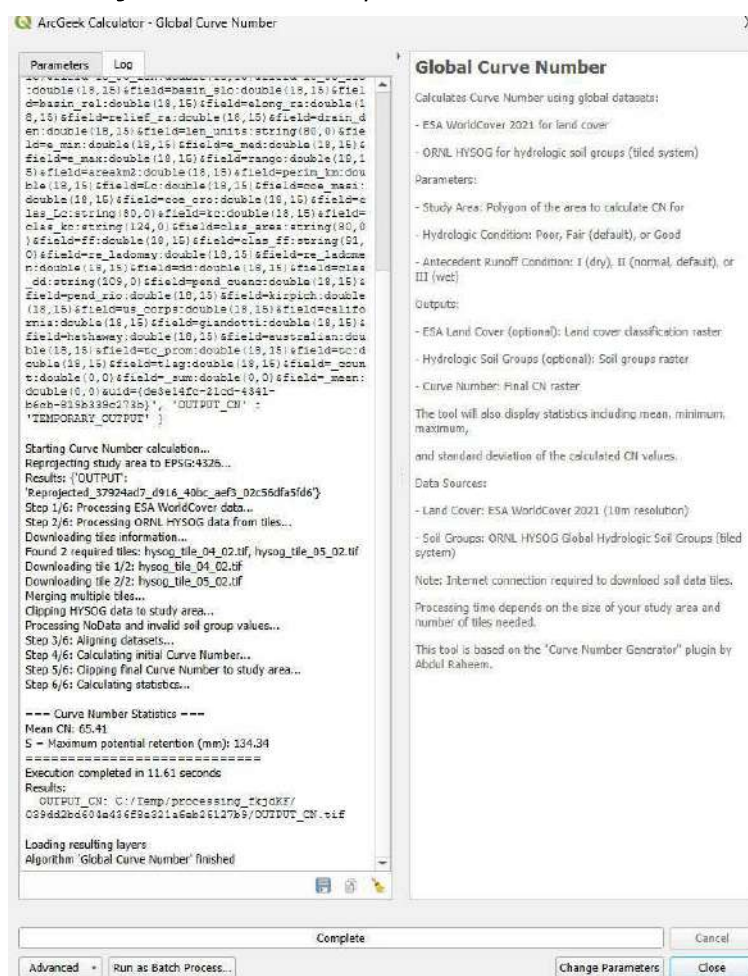
0105

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

El procedimiento consistió en delimitar el área de estudio y subcuencas, para posteriormente calcular el ráster de Curve Number a partir de la integración de las siguientes fuentes:

- Cobertura de suelo ESA WorldCover 2021.
- Grupos hidrológicos de suelo ORNL HYSOGs250m.
- Condición hidrológica “Fair”.
- Condición de humedad antecedente AMC II (condición normal), conforme a la metodología estándar del SCS.

Figura N° 3.1-27 Parámetros para cálculo de Número de Curva

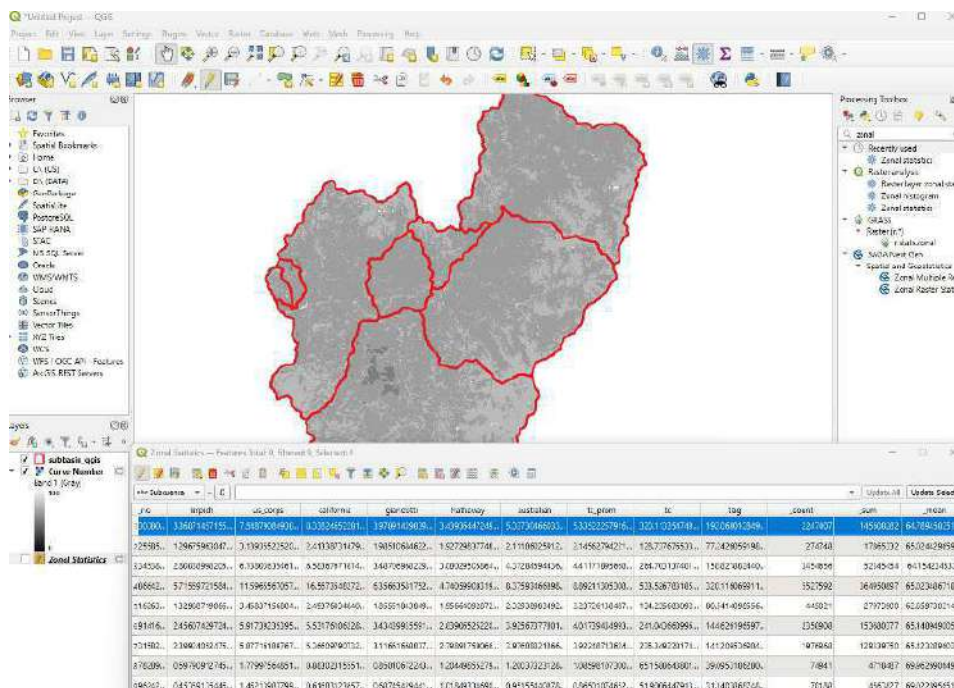


Fuente: Elaboración propia en software QGIS

Asimismo, el plugin realiza automáticamente la reprocesamiento espacial, alineación de datasets, recorte al área de estudio, asignación de grupos hidrológicos y cálculo final del raster CN, obteniendo además estadísticas representativas como valor medio, mínimo, máximo y desviación estándar.

En el presente estudio, el procesamiento fue ejecutado sobre las subcuencas delimitadas del área de evaluación, obteniéndose un valor promedio de CN representativo para cada unidad hidrológica, el cual fue posteriormente empleado como parámetro de entrada en el método SCS para la estimación de pérdidas por infiltración y generación de escorrentía.

Figura N° 3.1-28 Estadística Zonal para hallar el Número de Curva de cada Subcuenca



Fuente: Elaboración propia en software QGIS

c.4 Transformación precipitación neta a escorrentía directa (transform method)

La parte más importante del modelo de simulación del HEC-HMS lo constituyen los modelos para calcular la escorrentía directa producida por la precipitación neta, para esto usa los modelos:

- Clark Unit Hydrograph (Hidrograma unitario Sintético de Clark)
- Kinematic Wave (Modelo de la Onda Cinemática)
- Mod Clark (Hidrograma de Clark Modificado)
- SCS Unit Hydrograph (Hidrograma Unitario Sintético del SCS)
- Snyder Unit Hydrograph (Hidrograma Unitario Sintético de Snyder)

c.5 Hidrograma unitario sintético SCS

Es un hidrograma unitario sintético en el que expresamos el caudal dividido entre la caudal punta generado en la cuenca de estudio Q_p , en función del tiempo entre el tiempo al pico T_p . Se trata de calcular el valor del tiempo al pico y la caudal punta de la cuenca y buscar los valores de caudal y tiempo basándonos en los valores del hidrograma adimensional SCS. Analizando un gran número de hidrogramas se encontró que:

$$q_p = 0.75 \frac{Q}{T_p}$$

Donde:

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE E



qp : Caudal pico o de punta (mm)
Q : Volumen de escurrimiento directo (mm)
Tp : Período de elevación o tiempo hasta el caudal pico (hora)

Introduciendo el área de aporte en km², de manera de llevar el valor puntual a un valor representativo para toda la cuenca, el escurrimiento directo en mm, el tiempo pico en horas, el caudal de punta queda expresado en m³/s, e la siguiente forma:

$$q_p = 0.208 \frac{AQ}{T_p}$$

El periodo de elevación puede estimarse a partir del tiempo de concentración, según la relación empírica:

$$T_p = 0.6t_c$$

Donde:

tc : Tiempo de concentración (hora).

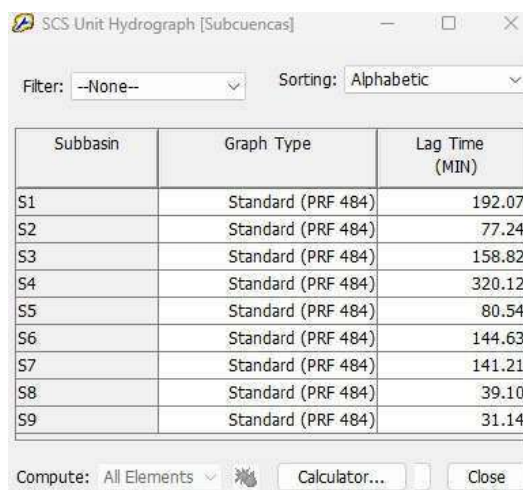
c.6 Tránsito de caudales

El discurrir del caudal a lo largo de un cauce a través de la red hidrográfica, da lugar a un nuevo hidrograma, el HEC-HMS permite por medio de varios modelos, representar la transformación que experimenta un hidrograma entre los puntos inicial y final de un tramo de un cauce, los modelos que usa son los siguientes:

- Kinematic Wave (Modelo de Onda Cinemática)
- Lag (Modelo de Retardamiento)
- Modified Puls (Modelo de Puls Modificado)
- Muskingum (Modelo de Muskingum)
- Muskingum – Cunge (Modelo de Muskingum – Cunge)
- Straddle Tagger (Modelo de Straddle Tagger)

d. Cálculo del tiempo de concentración

Figura N° 3.1-29 Tiempo de retardo del modelo hidrológico



Subbasin	Graph Type	Lag Time (MIN)
S1	Standard (PRF 484)	192.07
S2	Standard (PRF 484)	77.24
S3	Standard (PRF 484)	158.82
S4	Standard (PRF 484)	320.12
S5	Standard (PRF 484)	80.54
S6	Standard (PRF 484)	144.63
S7	Standard (PRF 484)	141.21
S8	Standard (PRF 484)	39.10
S9	Standard (PRF 484)	31.14

Fuente: Elaboración propia en software HEC-HMS

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0102

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



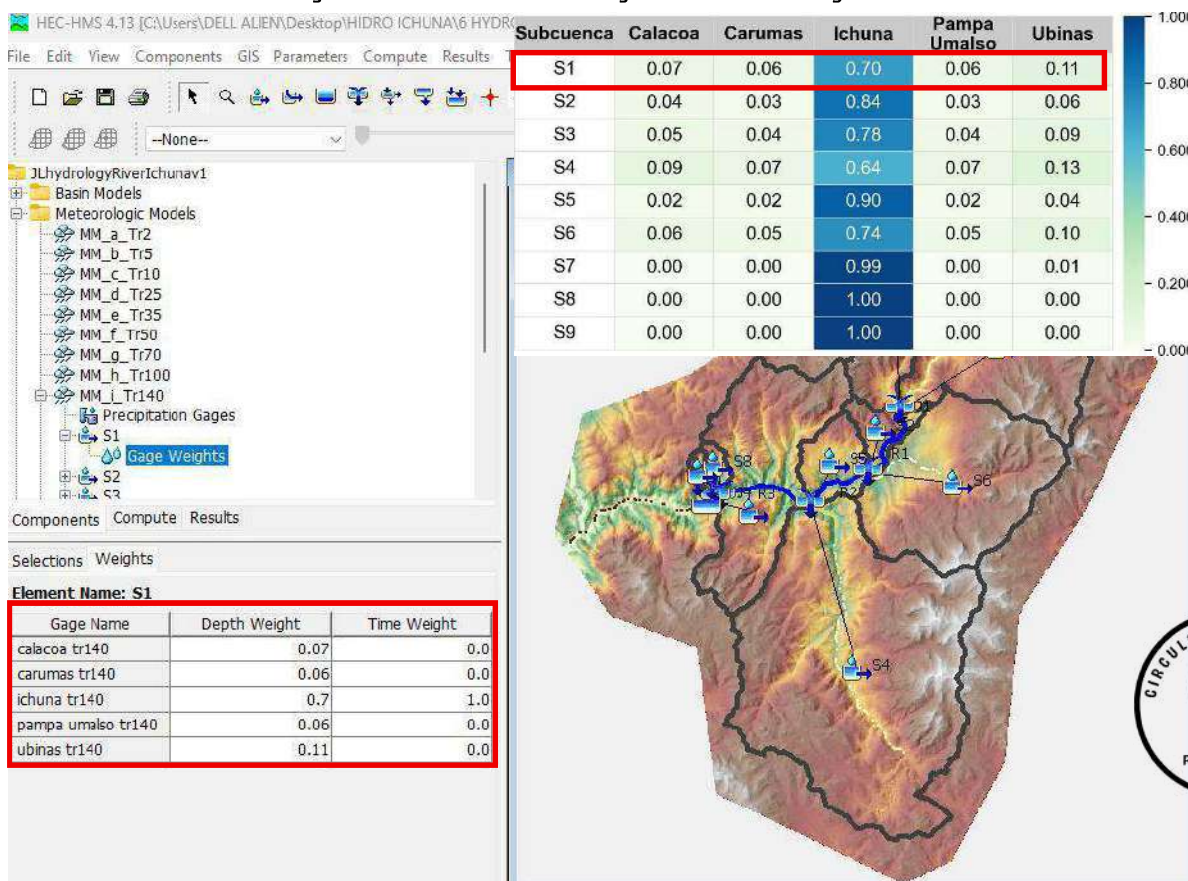
e. Generación del hidrograma de caudales máximos

Para la generación del hidrograma en el software HEC-HMS, ya previamente hemos calculado y presentado el tiempo de concentración, tiempo de retardo, número de curva.

Para el ingreso de la precipitación en el modelo hidrológico se seleccionó la opción **Precipitation Gage** dentro del Basin Model de HEC-HMS. Esta configuración permite asociar directamente cada subcuenca con una estación de precipitación específica, utilizando los hietogramas previamente elaborados para cada periodo de retorno.

El uso de Precipitation Gage asegura que la precipitación aplicada en cada unidad hidrográfica provenga de los registros o hietogramas definidos para cada estación, permitiendo incorporar las diferencias espaciales entre las fuentes de lluvia. De esta manera, cada subcuenca recibe la precipitación correspondiente según la estación hidrometeorológica más representativa o según los pesos establecidos en caso de utilizar métodos de distribución espacial (como Thiessen o IDW 3D).

Figura N° 3.1-30 Modelo meteorológico del modelo hidrológico



Fuente: Elaboración propia en software HEC-HMS

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0101

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Ejecutado el modelo hidrológico obtenemos los hidrogramas para los diferentes periodos de retorno de diseño.

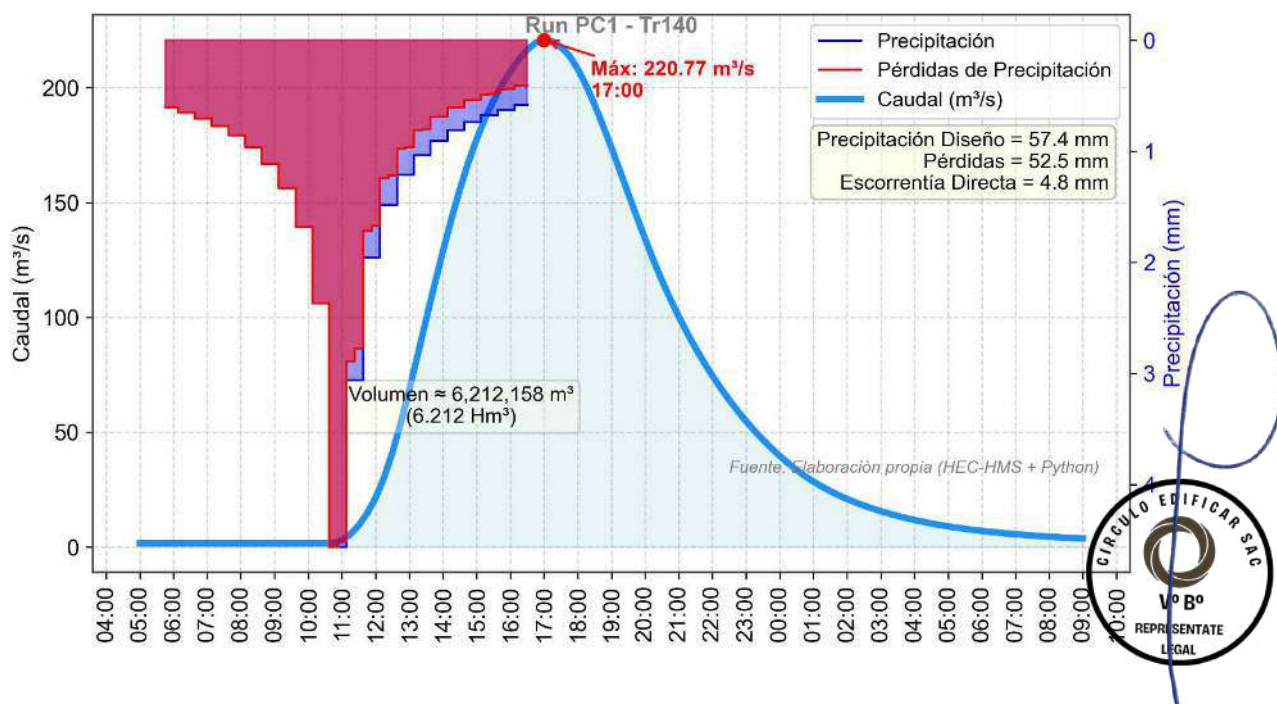
La Figura N° 3.1-31, presenta el hidrograma resultante del modelo hidrológico desarrollado en HEC-HMS para un evento de precipitación con periodo de retorno de 140 años. En el gráfico se muestran simultáneamente la precipitación de diseño, las pérdidas hidrológicas y el caudal generado en la salida de la cuenca.

La precipitación total del evento es de 57.4 mm, de los cuales 52.5 mm corresponden a pérdidas por infiltración y almacenamiento, resultando una escorrentía directa de apenas 4.8 mm. Este comportamiento evidencia una cuenca con elevada capacidad de infiltración, donde la mayor parte de la lluvia no genera escorrentía superficial inmediata.

El hidrograma producido alcanza un caudal pico de 220.77 m³/s a las 17:00, presentando un ascenso relativamente brusco y un receso más prolongado, característico de cuencas con morfología de respuesta rápida y almacenamiento intermedio. El volumen total escurrido es de 6,212,158 m³ (6.212 Hm³), el cual se encuentra representado mediante el área sombreada bajo la curva de caudal.

Los demás hidrogramas de los diferentes periodos de retorno están en Anexo b: Cuadros, figuras, diagramas, en la se resume los hidrogramas de todos los periodos de retorno.

Figura N° 3.1-31 Hidrograma en PC1 de la cuenca C1 para Tr 140 años



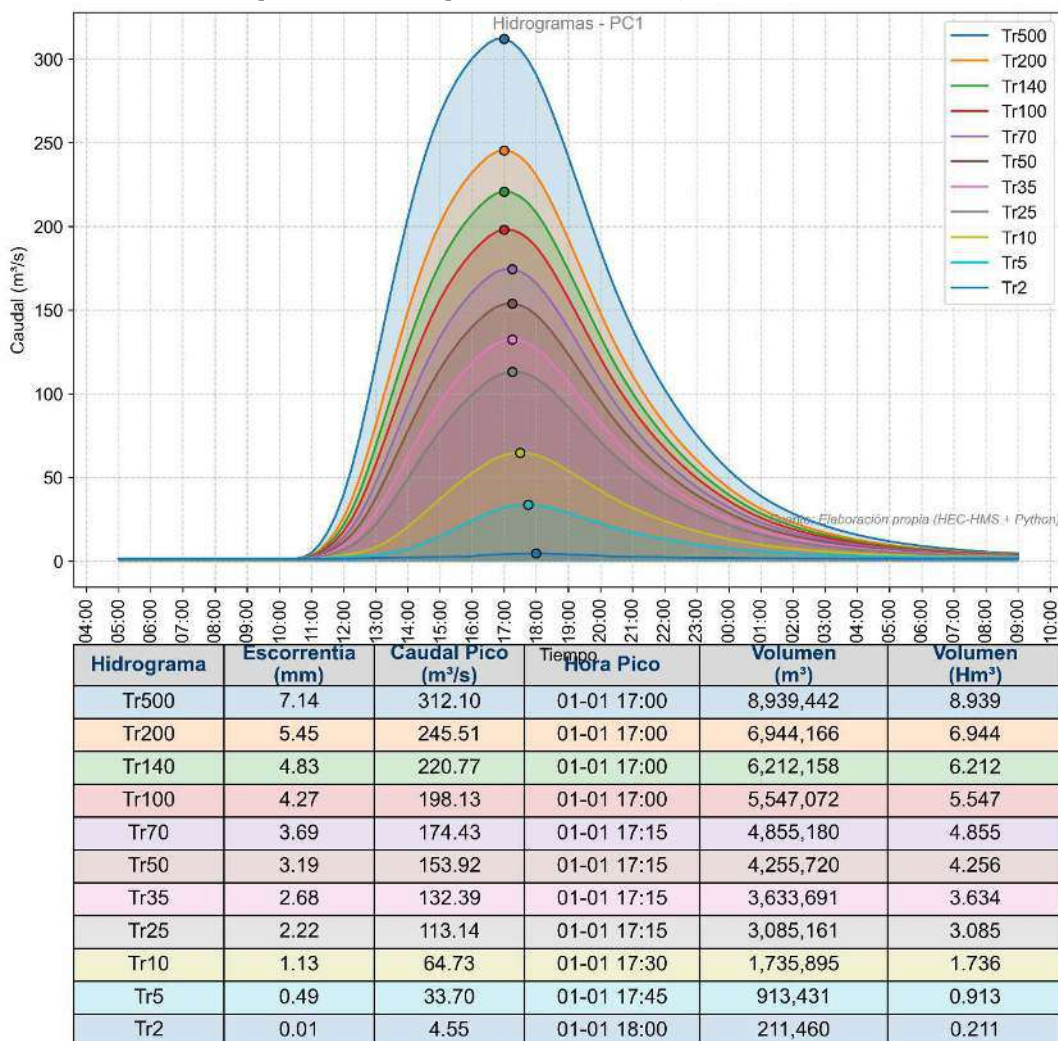
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0100

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-32 Hidrogramas calculados en PC1, de la cuenca C1



Fuente: Elaboración propia (HEC-HMS + Python)



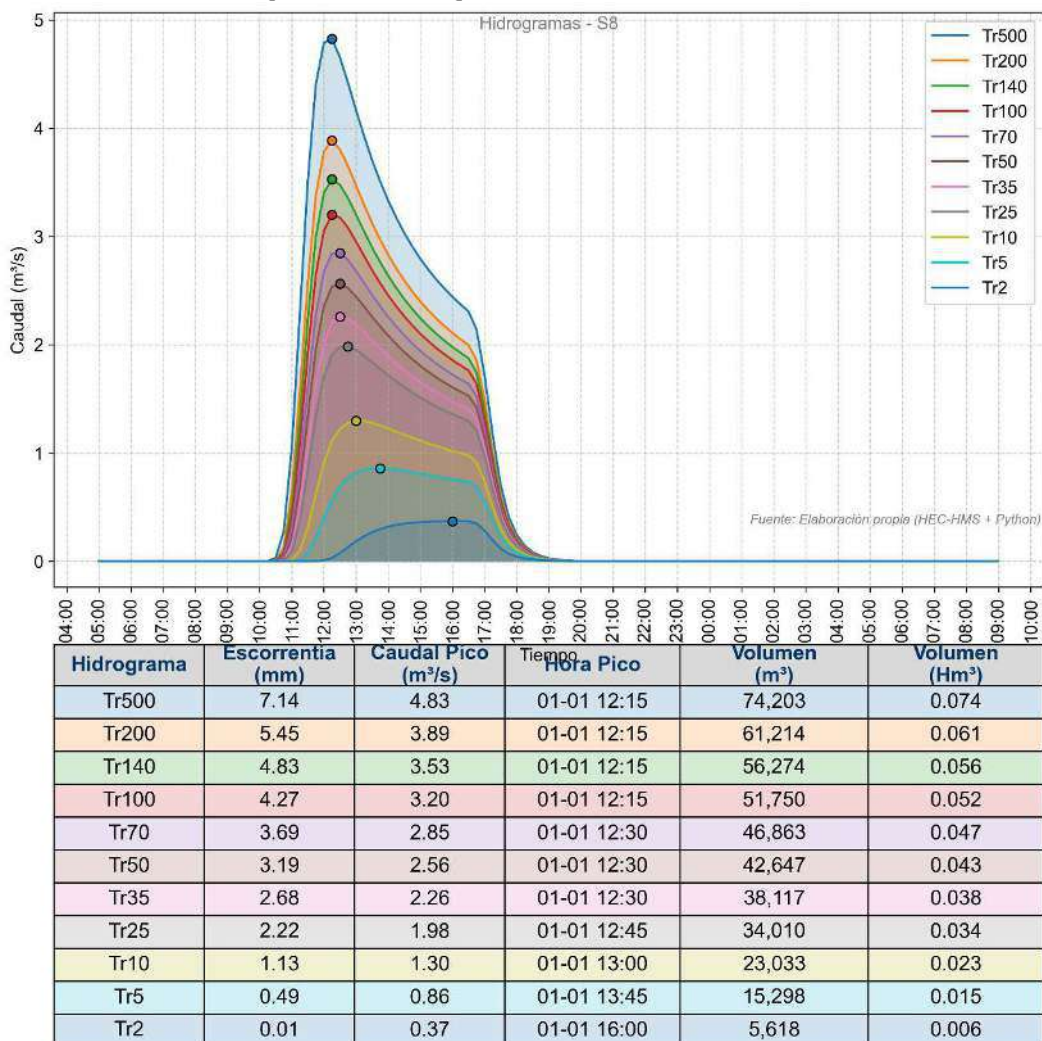
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0099

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-33 Hidrogramas calculados de la microcuenca S8



Fuente: Elaboración propia (HEC-HMS + Python)



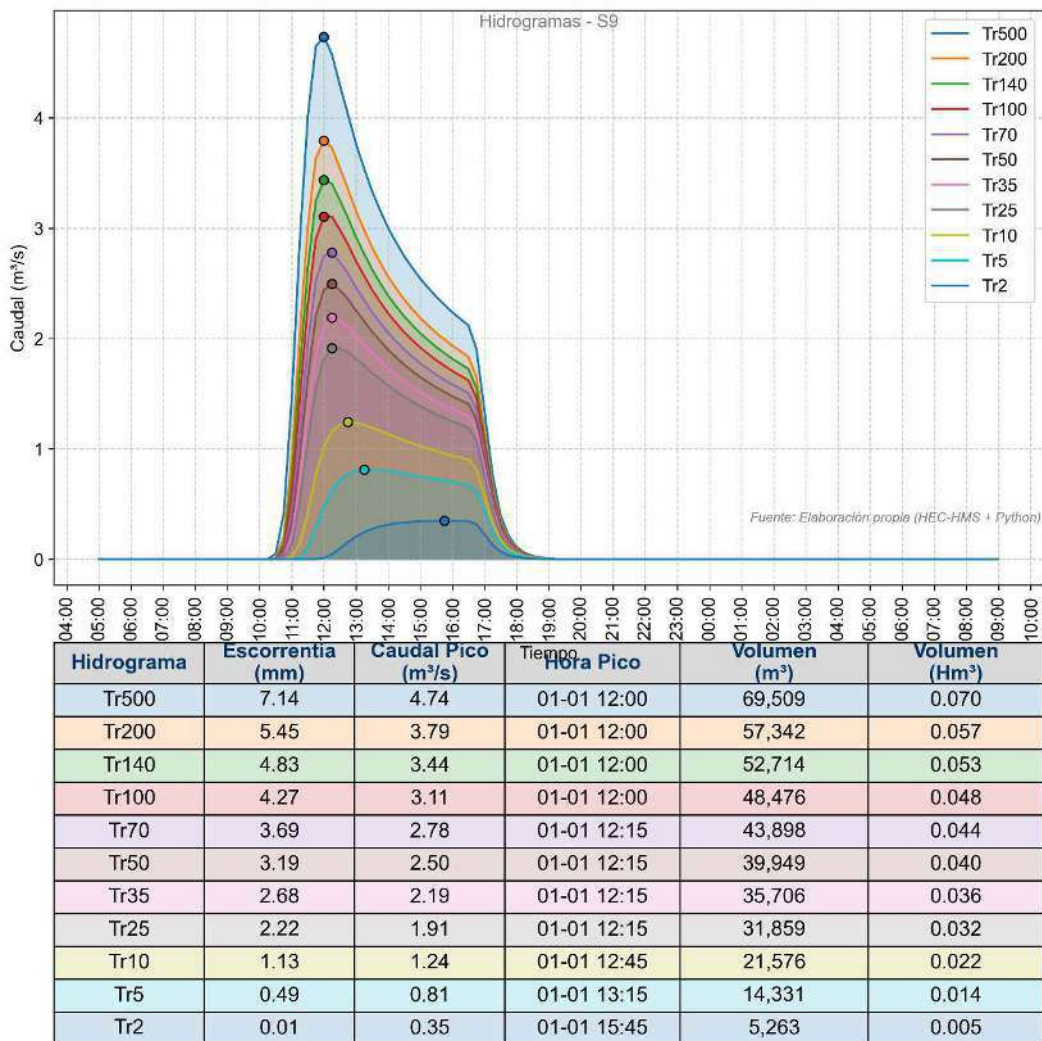
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0098

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3.1-34 Hidrogramas calculados de la microcuenca S9



Fuente: Elaboración propia (HEC-HMS + Python)



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0097

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.2.1. CONCLUSIONES

- La subcuenca Ichuña y sus microcuencas asociadas presentan una respuesta hidrológica condicionada por su geomorfología andina, con pendientes moderadas a altas, densidades de drenaje entre medias y altas, y tiempos de concentración relativamente cortos, lo que favorece la generación de avenidas rápidas ante eventos de lluvia intensa.
- El análisis estadístico de las precipitaciones máximas en 24 horas, realizado con registros históricos confiables de estaciones del SENAMHI y ANA, permitió identificar y depurar valores atípicos mediante pruebas de Grubbs-Beck y Box-Plot, garantizando la consistencia y representatividad de las series analizadas.
- Las distribuciones probabilísticas evaluadas (Gumbel, Log-Normal, Log-Pearson III, Gamma, entre otras) mostraron que no existe una única función dominante para todas las estaciones, siendo necesario seleccionar la distribución de mejor ajuste en cada caso mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, lo cual incrementa la confiabilidad de las precipitaciones de diseño obtenidas.
- En conjunto, el estudio hidrológico proporciona caudales máximos de diseño confiables, técnicamente sustentados y compatibles con las características físicas, climáticas y normativas del ámbito de la subcuenca Ichuña, sirviendo como insumo fundamental para el diseño hidráulico y estructural del proyecto.
- Para las estructuras proyectadas, especialmente defensas ribereñas y obras de drenaje, se adoptaron períodos de retorno acordes con la normativa nacional vigente (MTC y MIDAGRI), destacando el uso de $Tr = 140$ años para diseño hidráulico, lo que garantiza un nivel de seguridad hidráulica adecuado.

Cuenca	Área (km ²)	Pendiente Cuenca (%)	Tc (min)	I (mm/h)	P (mm)	Tr (años)	Q _{máx} (m ³ /s)
C1	1,149.29	23.6	661.4	4.3	47.4	140	220.77
S8	6.16	34.9	65.2	24.7	26.8	140	3.53
S9	5.77	41.6	51.9	29.3	25.3	140	3.44



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0096

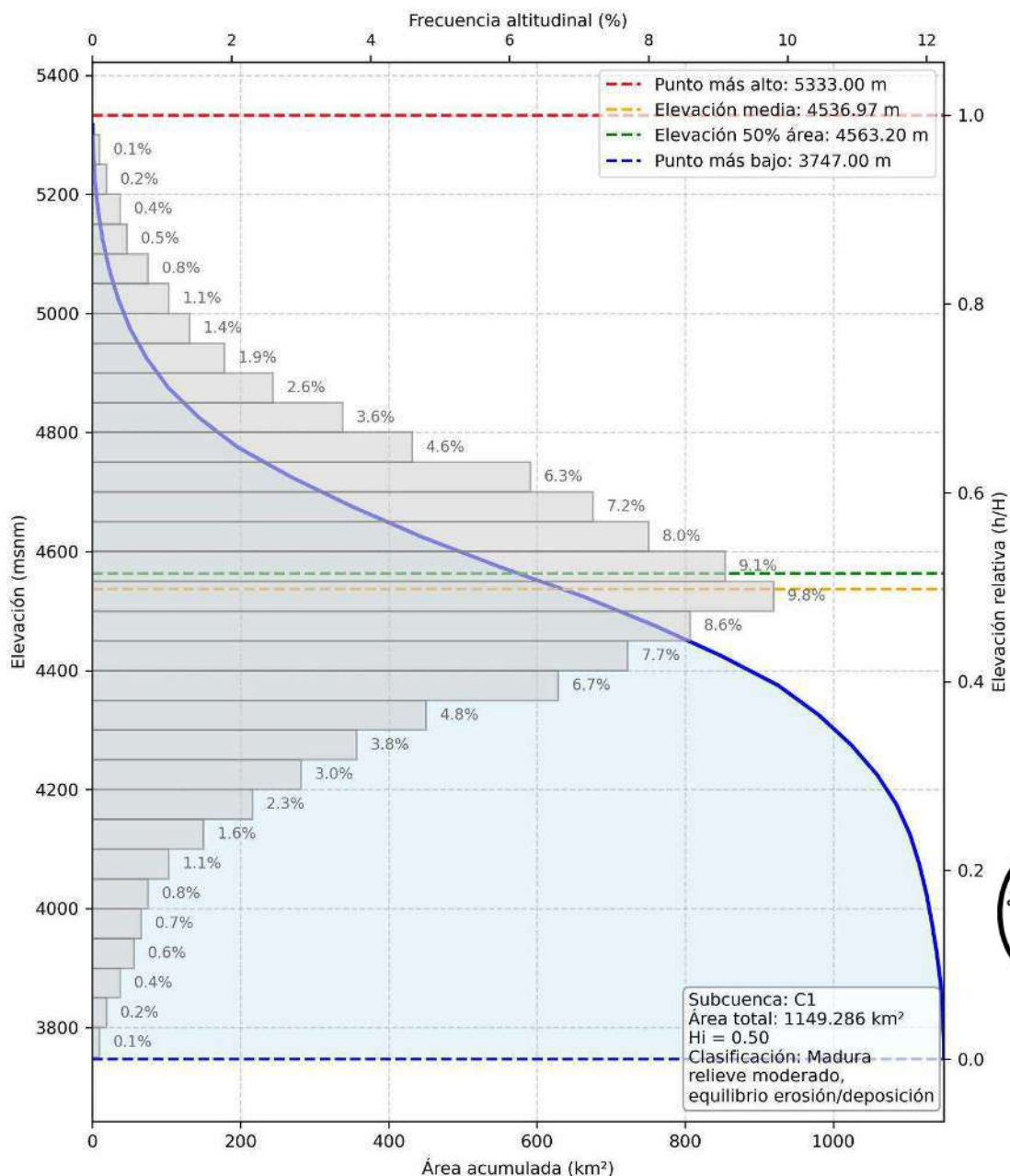
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

IV. ANEXOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1. Anexo b: Cuadros, figuras, diagramas

4.1.1. Cálculo de Parámetros Morfométricos

Figura N° 4.1-1 Curva Hipsométrica – Cuenca Ichuña "C1"



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0095

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Cuadro N° 4.1-1 Curva Hipsométrica – Cuenca Ichuña "C1"

N°	Altitud (msnm)	Área parcial (km²)	Área parcial (%)	Área encima (km²)	Área encima (%)	Área debajo (km²)	Área debajo (%)
33	5300-5333	0.1575	0.0	0.1575	0.0	1,149.2865	100.0
32	5250-5300	0.9009	0.1	1.0584	0.1	1,149.1290	100.0
31	5200-5250	2.2086	0.2	3.2670	0.3	1,148.2281	99.9
30	5150-5200	4.2867	0.4	7.5537	0.7	1,146.0195	99.7
29	5100-5150	6.1290	0.5	13.6827	1.2	1,141.7328	99.3
28	5050-5100	8.8227	0.8	22.5054	2.0	1,135.6038	98.8
27	5000-5050	12.1518	1.1	34.6572	3.0	1,126.7811	98.0
26	4950-5000	16.0452	1.4	50.7024	4.4	1,114.6293	97.0
25	4900-4950	22.3299	1.9	73.0323	6.4	1,098.5841	95.6
24	4850-4900	29.6595	2.6	102.6918	8.9	1,076.2542	93.6
23	4800-4850	41.0949	3.6	143.7867	12.5	1,046.5947	91.1
22	4750-4800	52.4502	4.6	196.2369	17.1	1,005.4998	87.5
21	4700-4750	72.1485	6.3	268.3854	23.4	953.0496	82.9
20	4650-4700	82.8819	7.2	351.2673	30.6	880.9011	76.6
19	4600-4650	92.2950	8.0	443.5623	38.6	798.0192	69.4
18	4550-4600	104.3541	9.1	547.9164	47.7	705.7242	61.4
17	4500-4550	113.2731	9.8	661.1895	57.5	601.3701	52.3
16	4450-4500	98.5545	8.6	759.7440	66.1	488.0970	42.5
15	4400-4450	88.4916	7.7	848.2356	73.8	389.5425	33.9
14	4350-4400	77.3811	6.7	925.6167	80.5	301.0509	26.2
13	4300-4350	55.0656	4.8	980.6823	85.3	223.6698	19.5
12	4250-4300	43.4853	3.8	1,024.1676	89.1	168.6042	14.7
11	4200-4250	34.8489	3.0	1,059.0165	92.1	125.1189	10.9
10	4150-4200	26.1450	2.3	1,085.1615	94.4	90.2700	7.9
9	4100-4150	18.1773	1.6	1,103.3388	96.0	64.1250	5.6
8	4050-4100	12.5847	1.1	1,115.9235	97.1	45.9477	4.0
7	4000-4050	9.7326	0.8	1,125.6561	97.9	33.3630	2.9
6	3950-4000	7.5690	0.7	1,133.2251	98.6	23.6304	2.1
5	3900-3950	6.4539	0.6	1,139.6790	99.2	16.0614	1.4
4	3850-3900	5.0985	0.4	1,144.7775	99.6	9.6075	0.8
3	3800-3850	2.8728	0.2	1,147.6503	99.9	4.5090	0.4
2	3750-3800	1.6146	0.1	1,149.2649	100.0	1.6362	0.1
1	3747-3750	0.0216	0.0	1,149.2865	100.0	0.0216	0.0
Σ	TOTAL	1,149.2865	100.0	1,149.2865	100.0	1,149.2865	100.0

Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

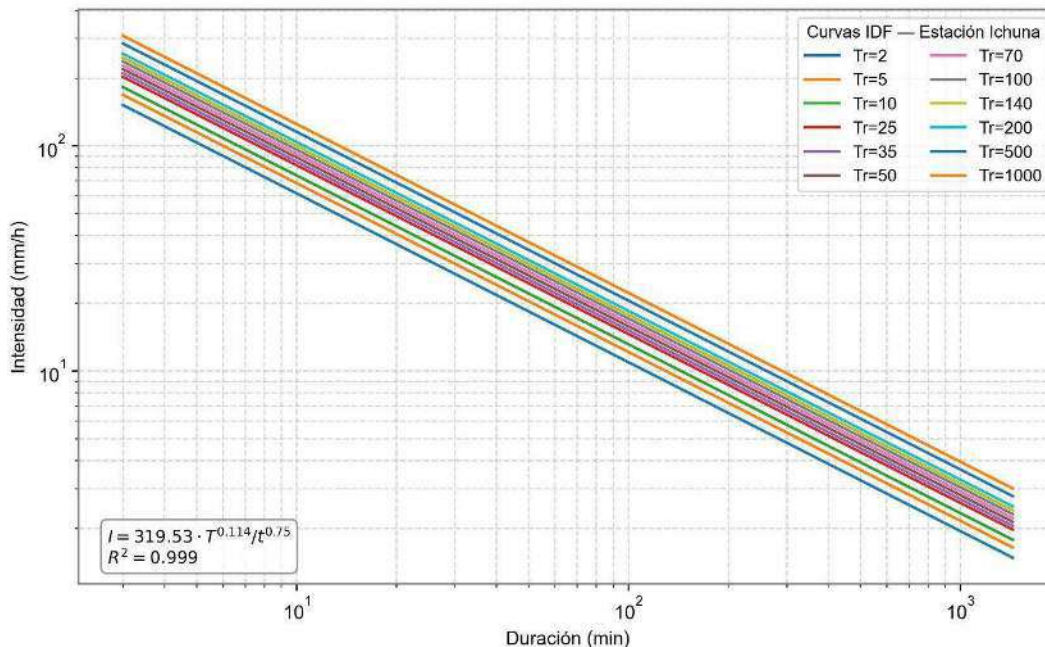
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0094

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

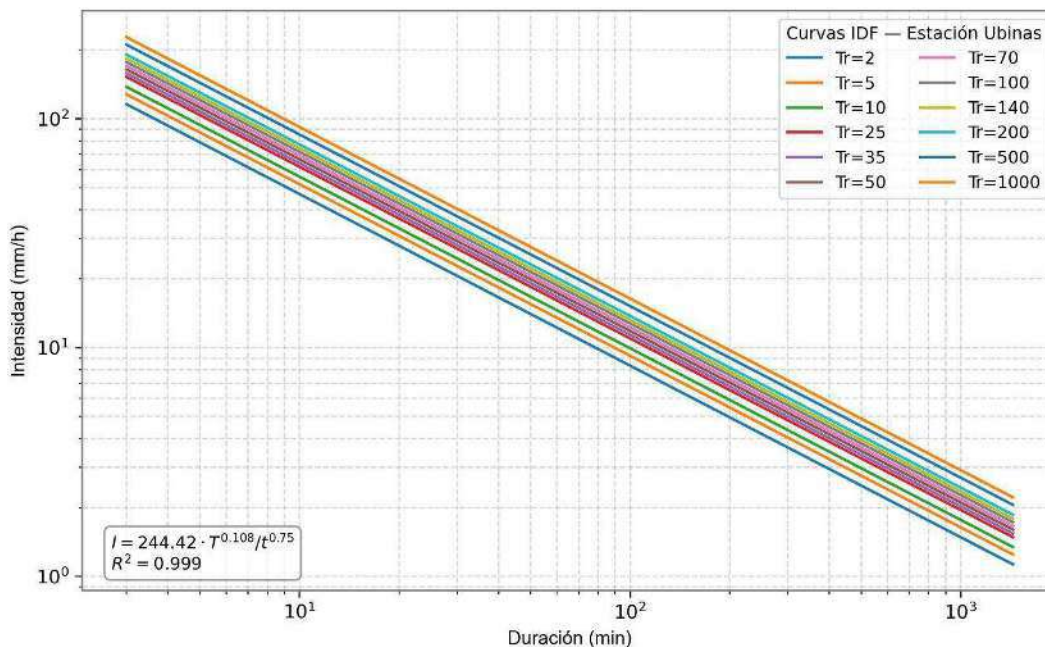
4.1.2. Curvas IDF de las estaciones seleccionadas y microcuencas analizadas

Figura N° 4.1-2 Curva IDF – Estación Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-3 Curva IDF – Estación Ubinas



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



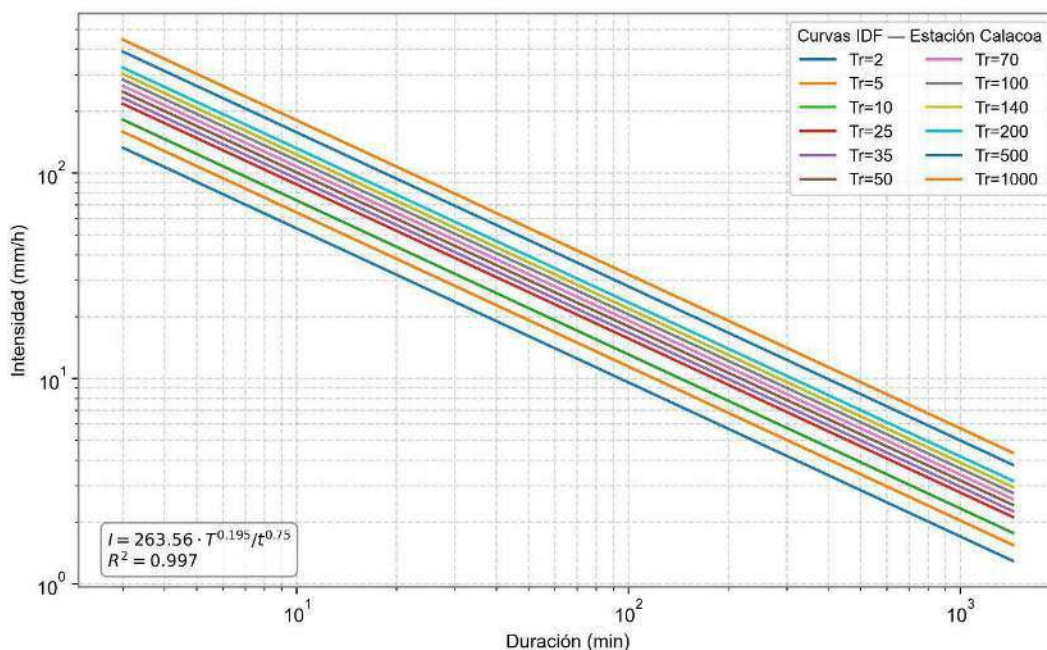
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0093

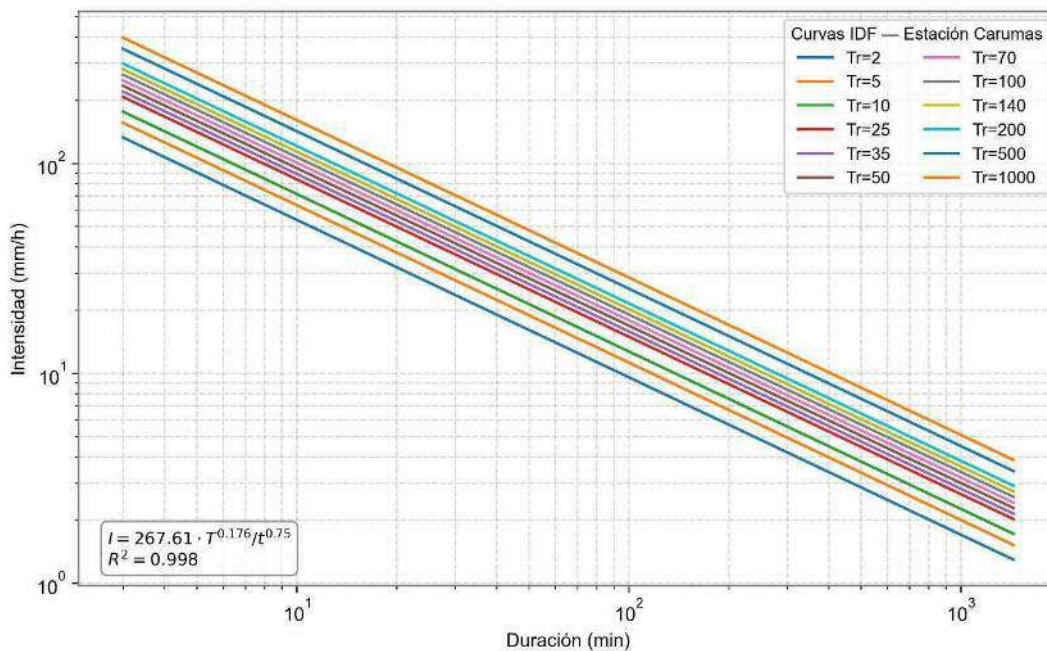
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-4 Curva IDF – Estación Calacoa



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-5 Curva IDF – Estación Carumas



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



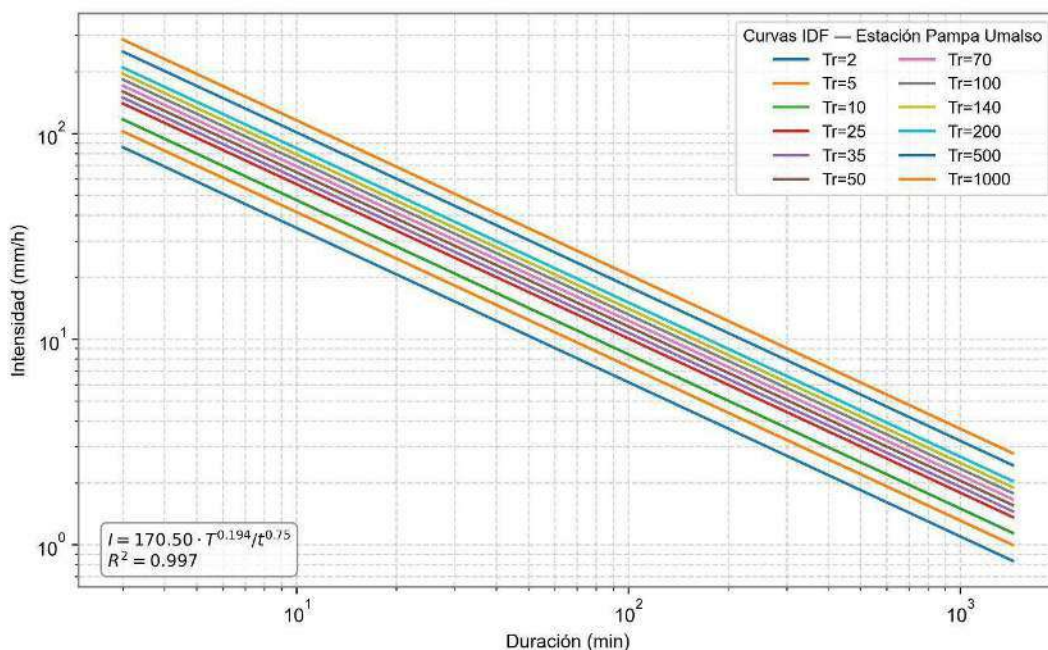
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0092

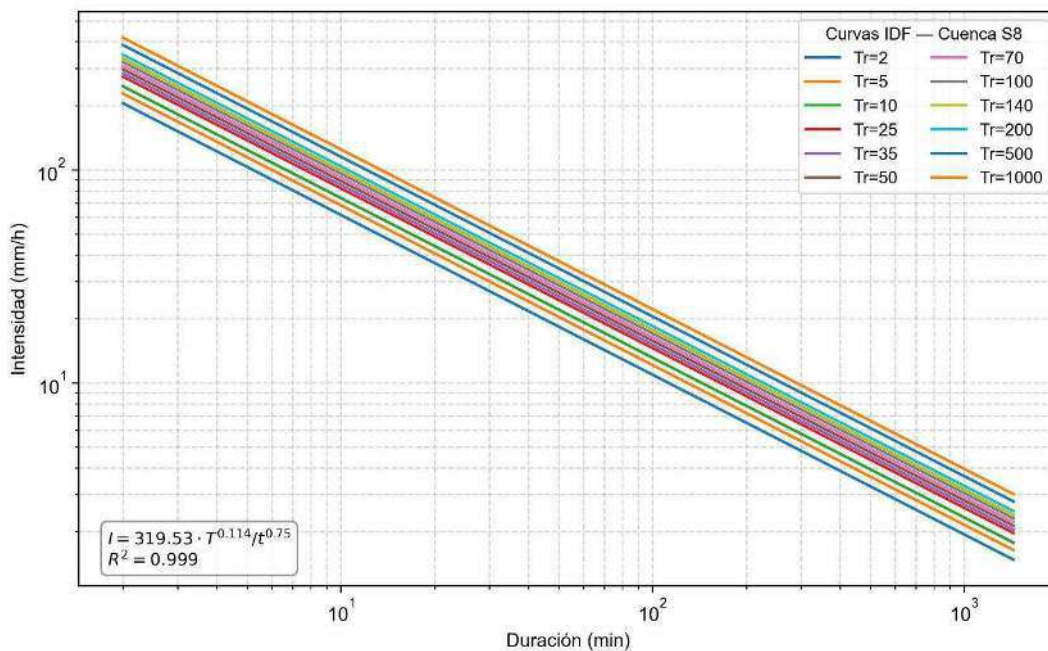
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-6 Curva IDF – Estación Pampa Umalso



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-7 Curva IDF – Microcuenca S8



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



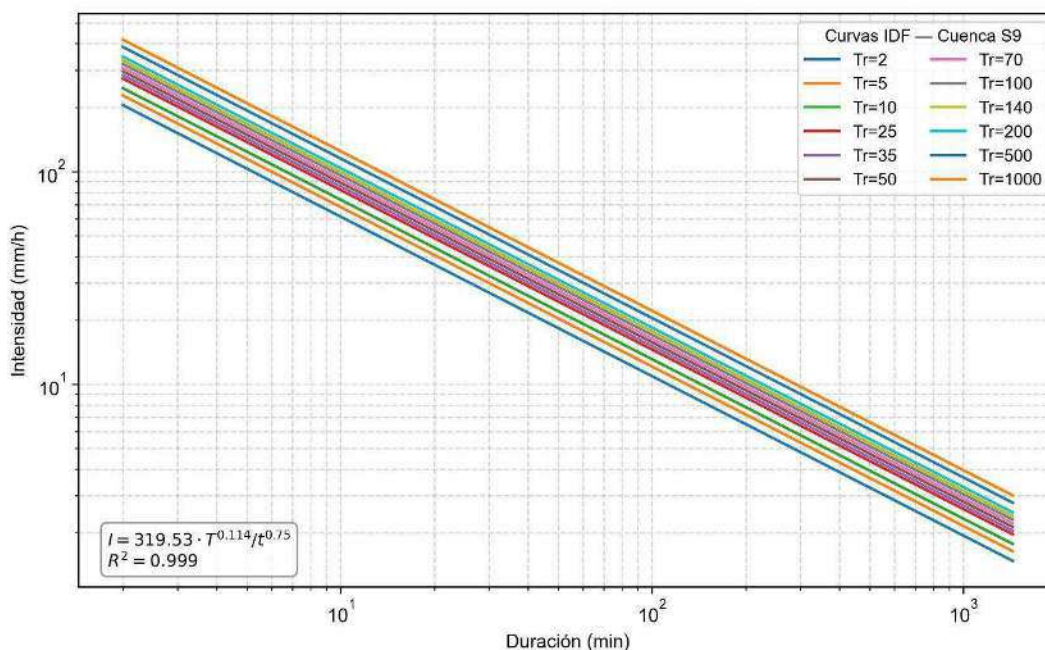
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0091

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-8 Curva IDF – Microcuenca S9



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0090

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.1.3. Hietogramas de las estaciones seleccionadas

4.1.3.1. Hietogramas – Estación Ichuña

Figura N° 4.1-9 Hietograma Tr 2 años – Estación Ichuña

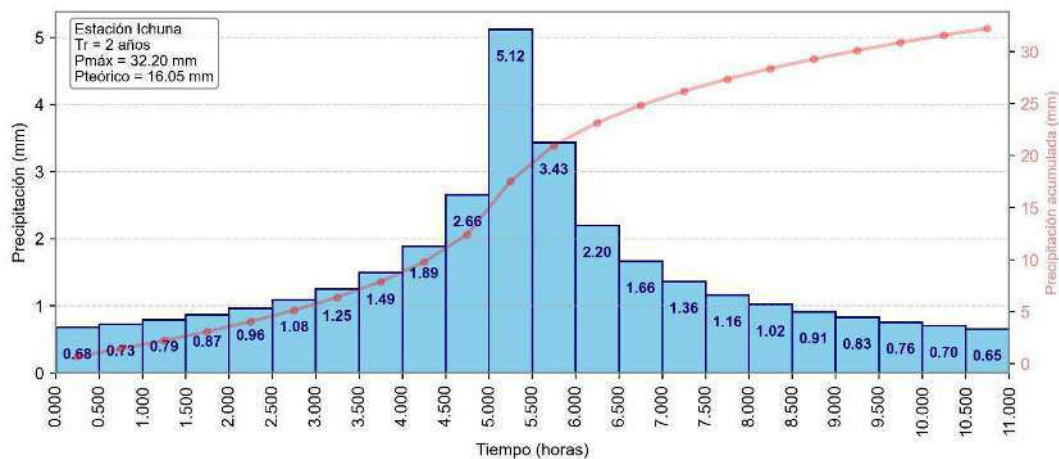


Figura N° 4.1-10 Hietograma Tr 10 años – Estación Ichuña

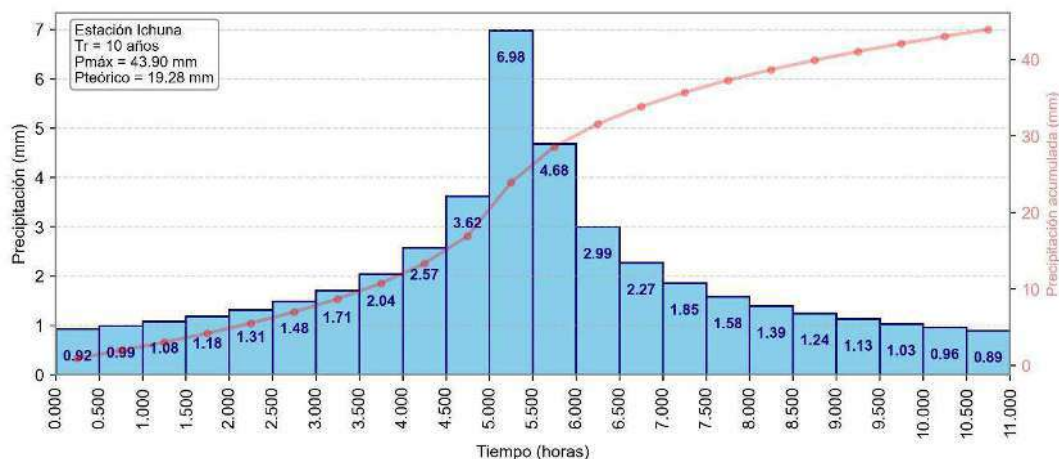
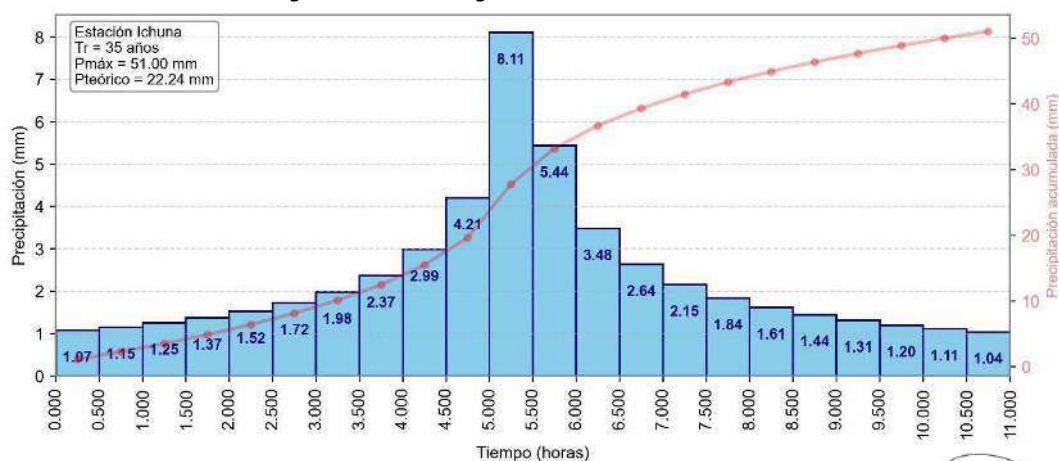


Figura N° 4.1-11 Hietograma Tr 35 años – Estación Ichuña



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0089

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Figura N° 4.1-12 Hietograma Tr 70 años – Estación Ichuña

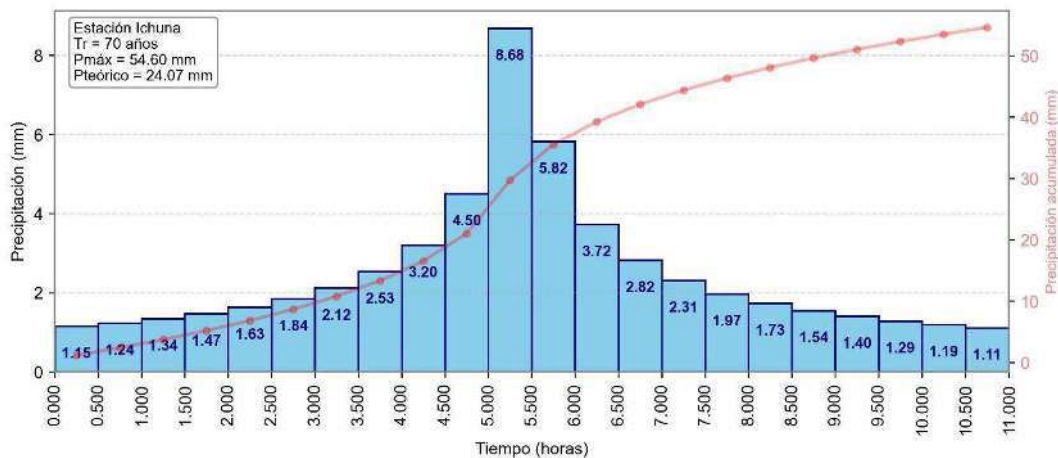


Figura N° 4.1-13 Hietograma Tr 140 años – Estación Ichuña

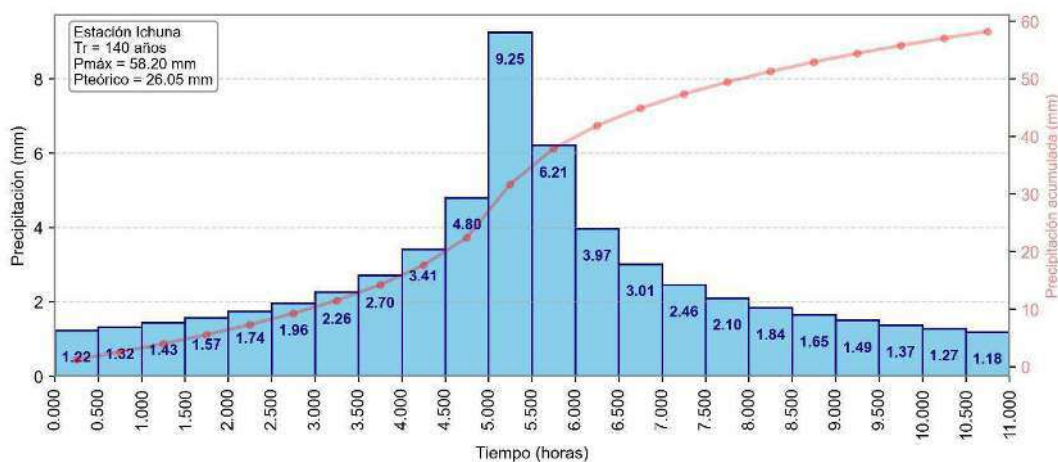
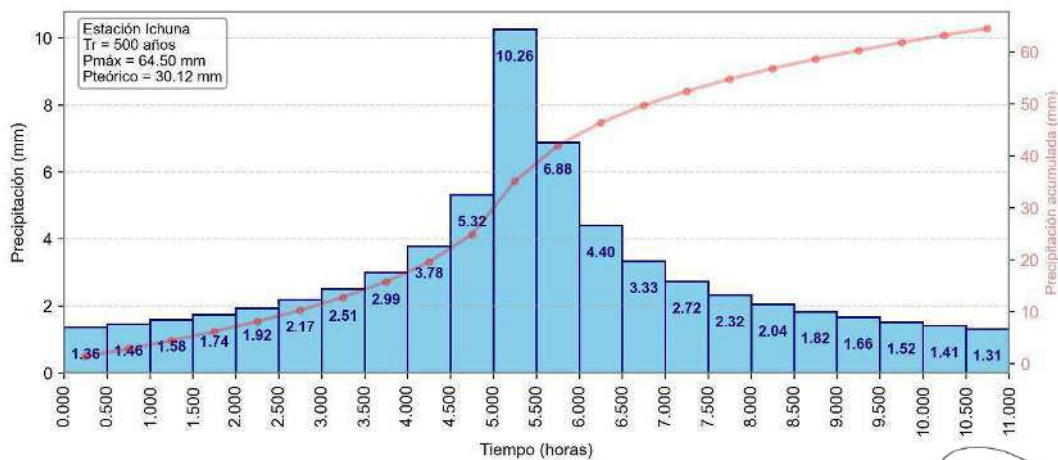


Figura N° 4.1-14 Hietograma Tr 500 años – Estación Ichuña



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0088

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



4.1.3.2. Hietogramas – Estación Ubinas

Figura N° 4.1-15 Hietograma Tr 2 años – Estación Ubinas

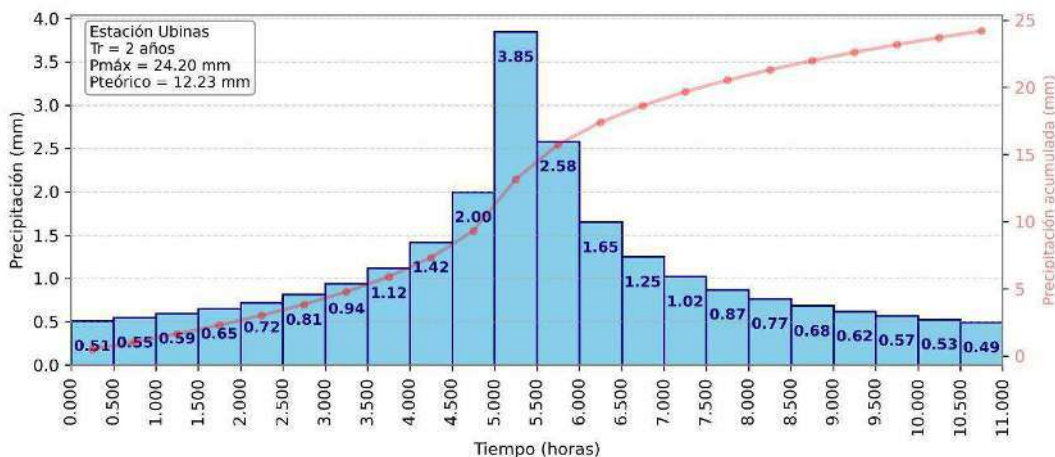


Figura N° 4.1-16 Hietograma Tr 10 años – Estación Ubinas

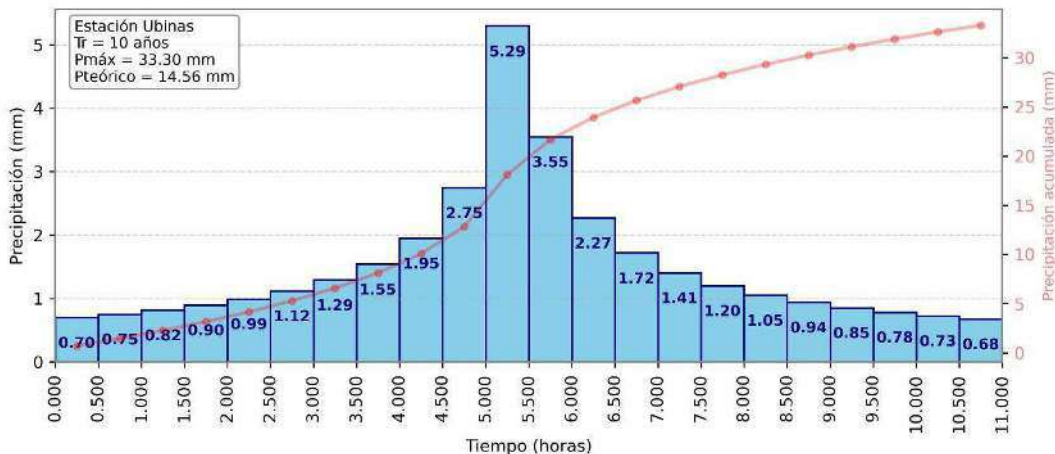
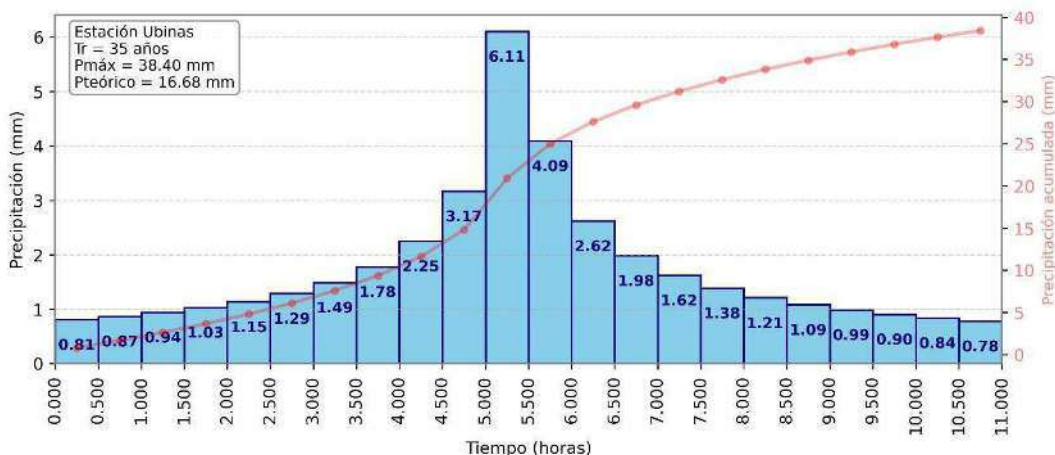


Figura N° 4.1-17 Hietograma Tr 35 años – Estación Ubinas



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0087

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Figura N° 4.1-18 Hietograma Tr 70 años – Estación Ubinas

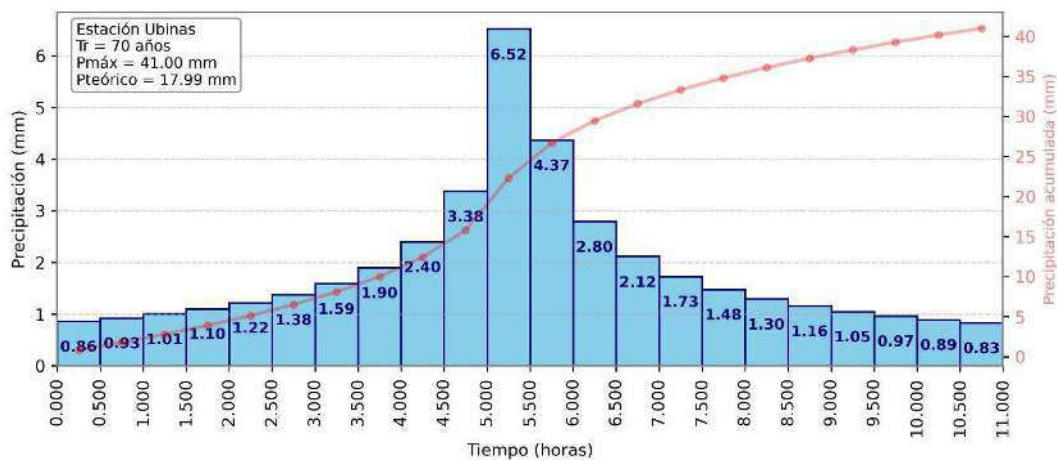


Figura N° 4.1-19 Hietograma Tr 140 años – Estación Ubinas

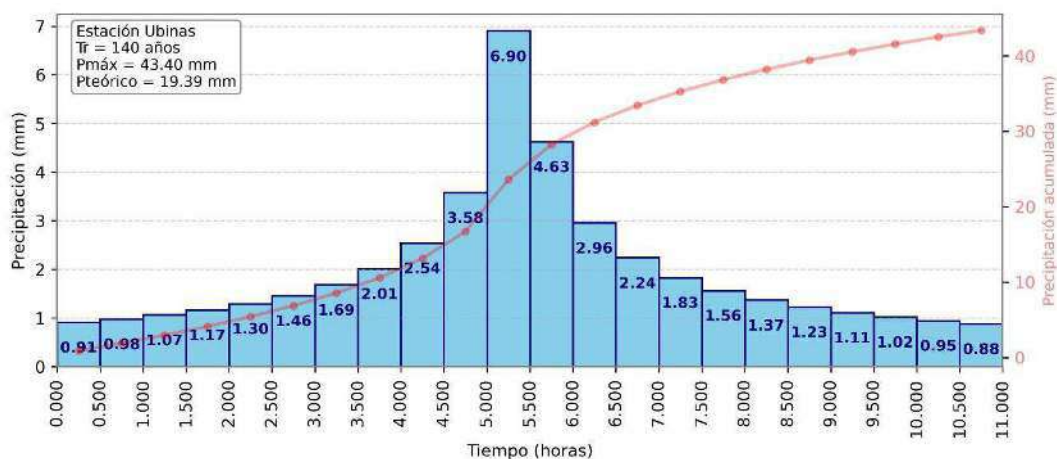
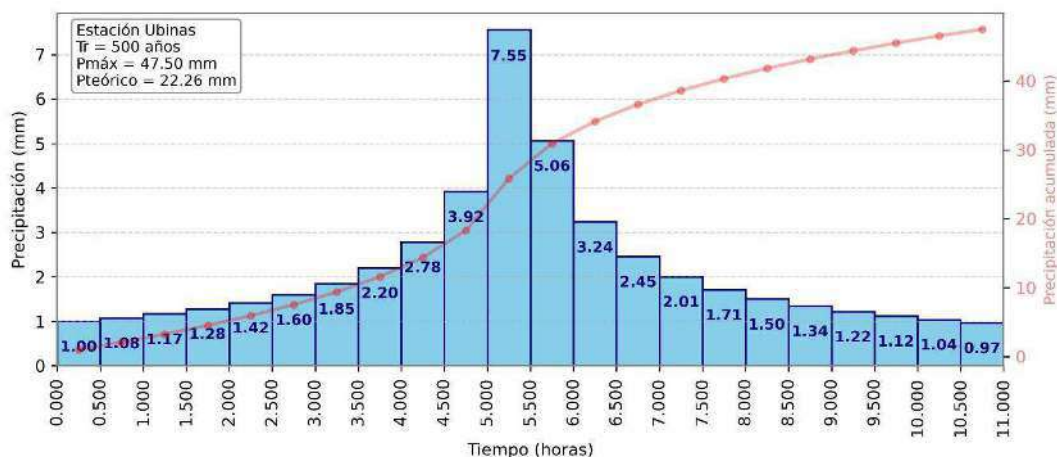


Figura N° 4.1-20 Hietograma Tr 500 años – Estación Ubinas



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0086

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



4.1.3.3. Hietogramas – Estación Calacoa

Figura N° 4.1-21 Hietograma Tr 2 años – Estación Calacoa

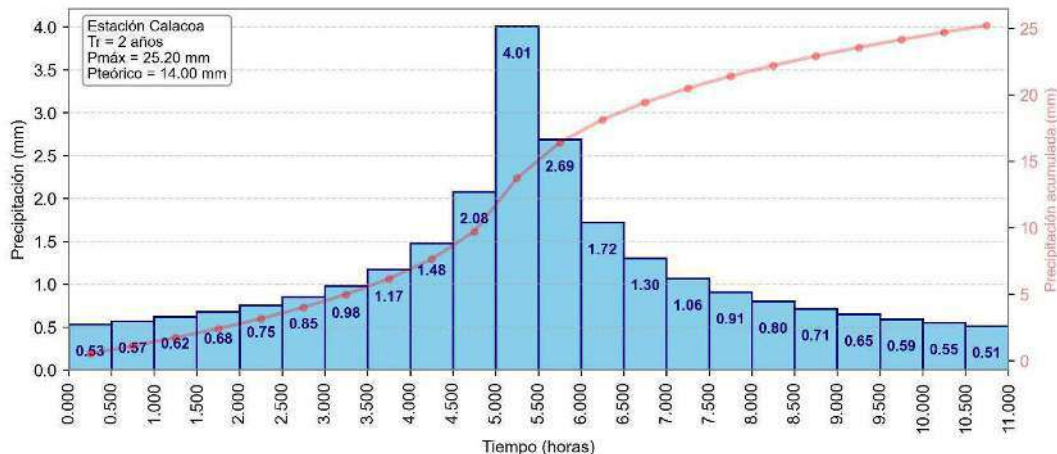


Figura N° 4.1-22 Hietograma Tr 10 años – Estación Calacoa

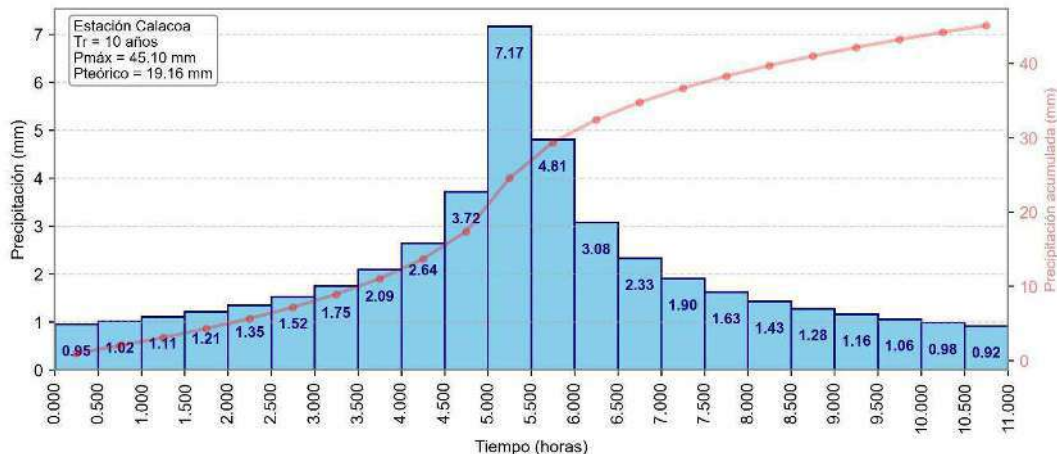
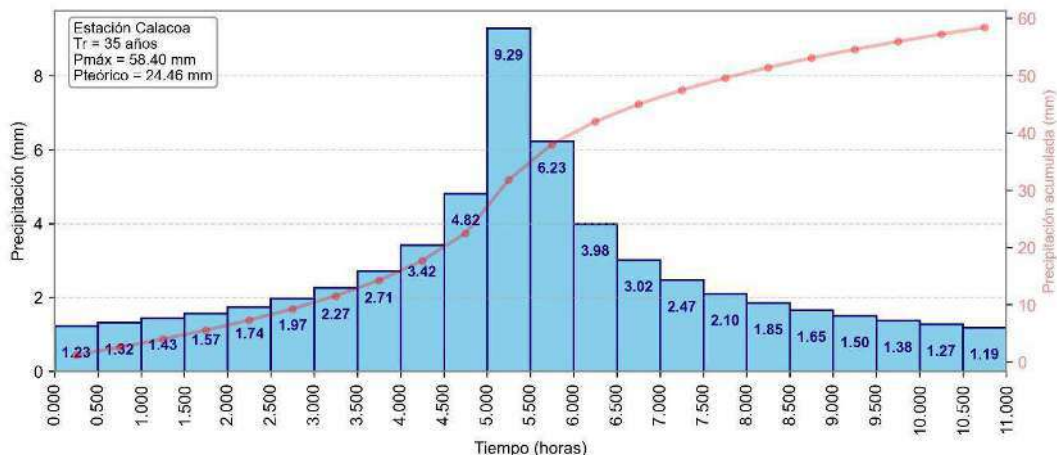


Figura N° 4.1-23 Hietograma Tr 35 años – Estación Calacoa



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0085

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



Figura N° 4.1-24 Hietograma Tr 70 años – Estación Calacoa

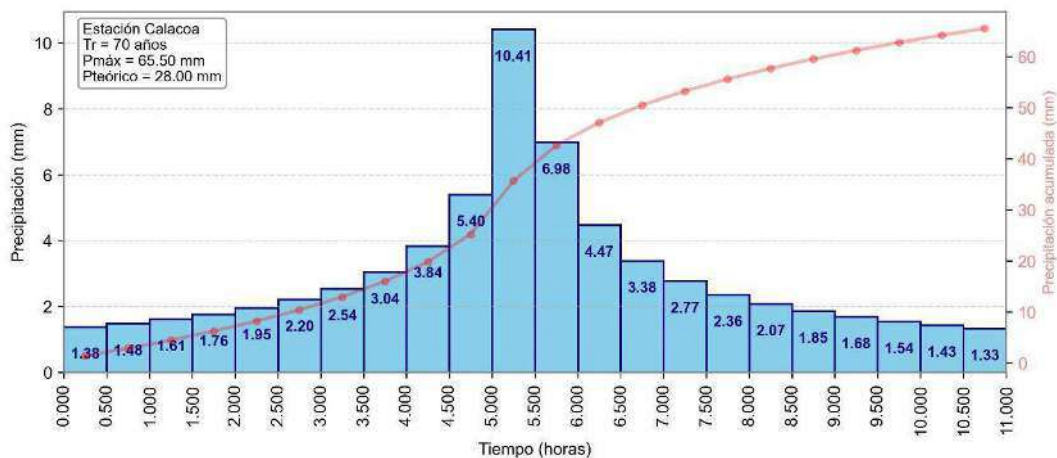


Figura N° 4.1-25 Hietograma Tr 140 años – Estación Calacoa

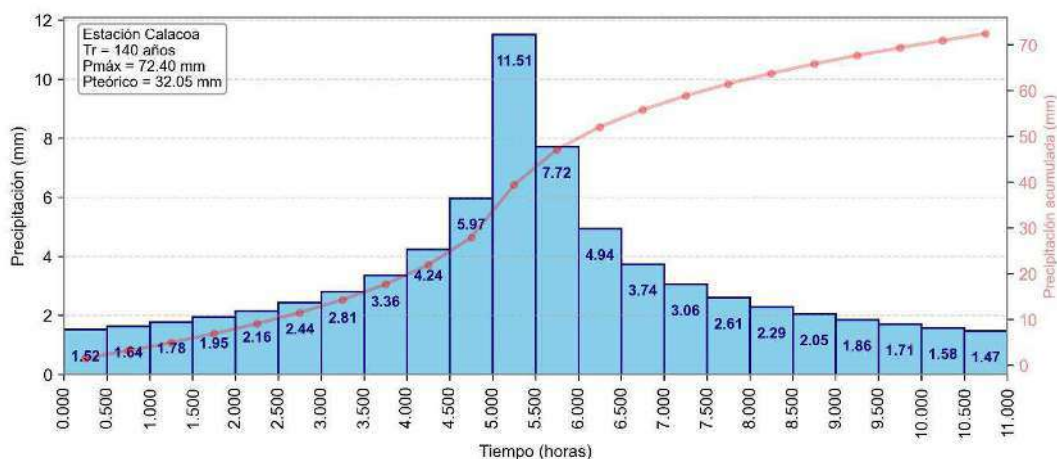
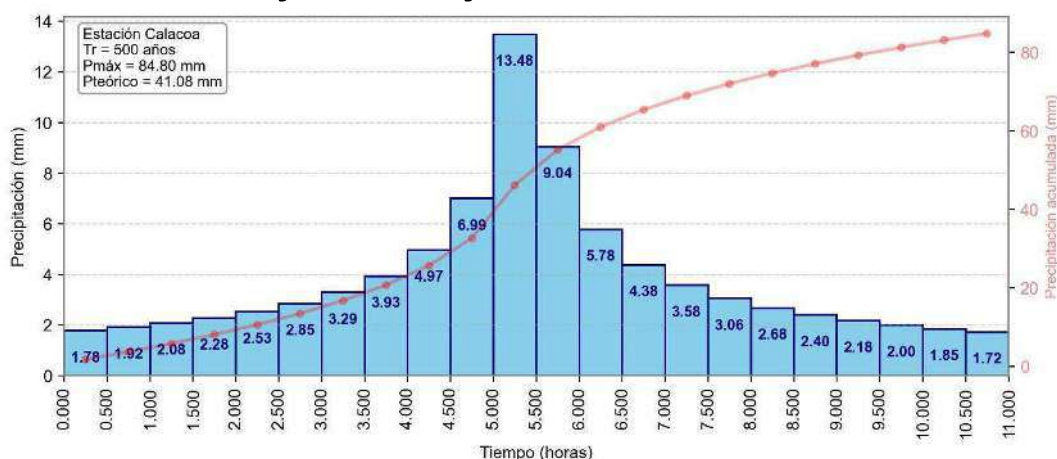


Figura N° 4.1-26 Hietograma Tr 500 años – Estación Calacoa



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0084

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.1.3.4. Hietogramas – Estación Carumas

Figura N° 4.1-27 Hietograma Tr 2 años – Estación Carumas

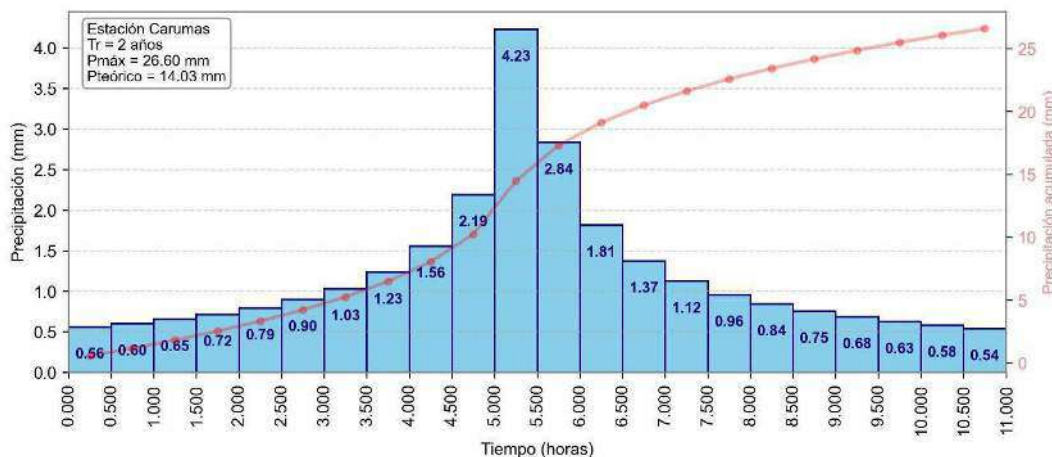


Figura N° 4.1-28 Hietograma Tr 10 años – Estación Carumas

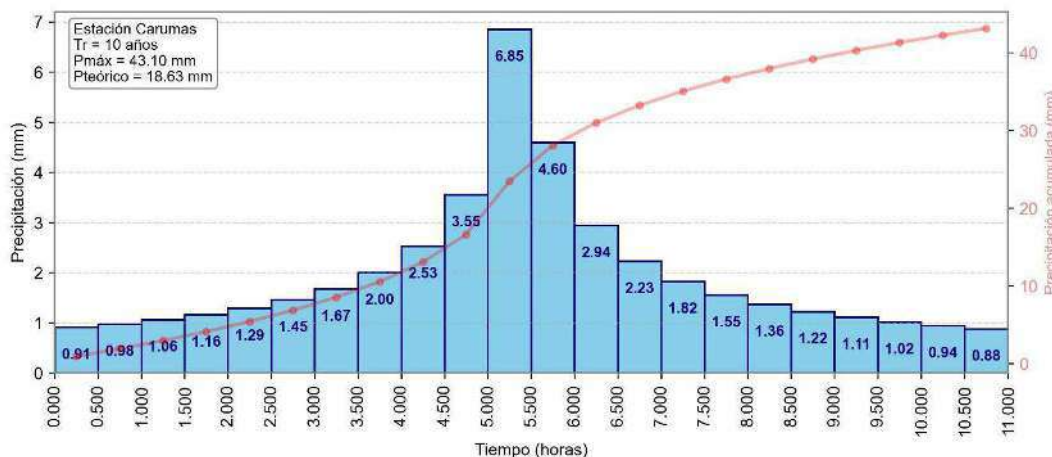
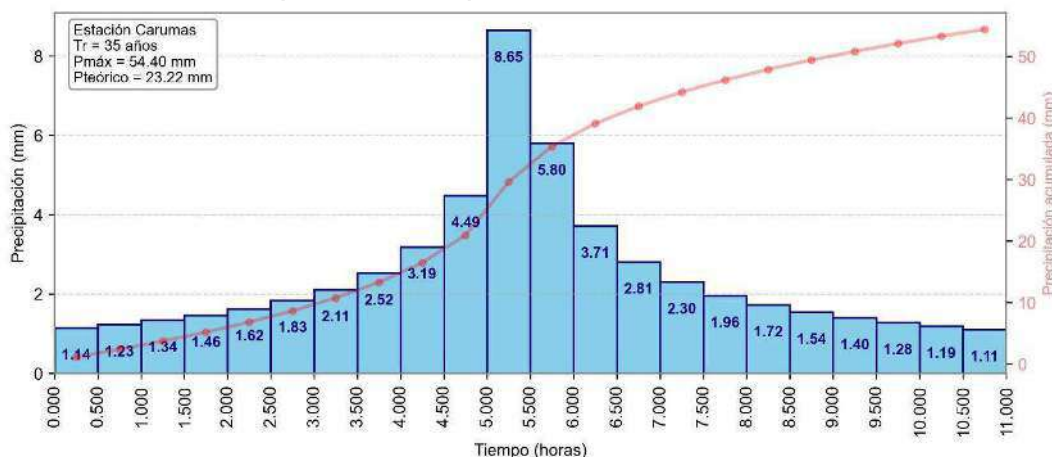


Figura N° 4.1-29 Hietograma Tr 35 años – Estación Carumas



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0083

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-30 Hietograma Tr 70 años – Estación Carumas

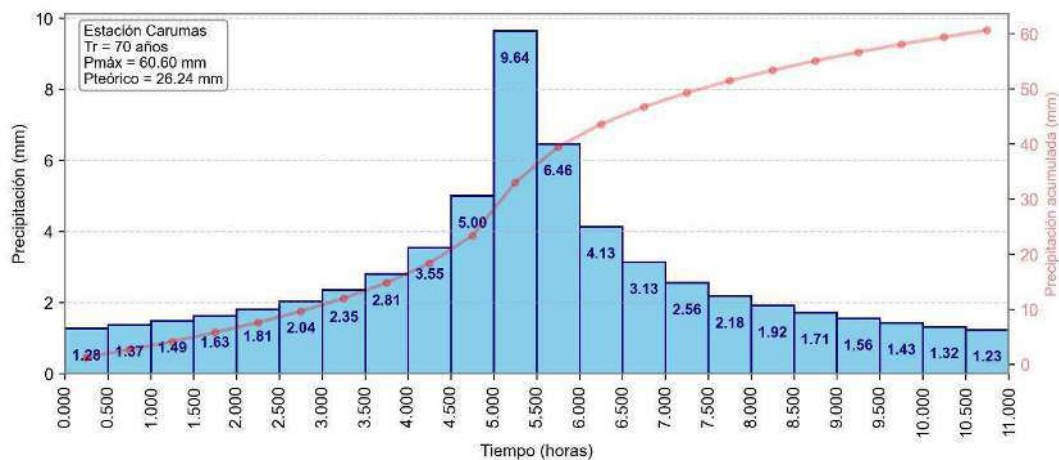


Figura N° 4.1-31 Hietograma Tr 140 años – Estación Carumas

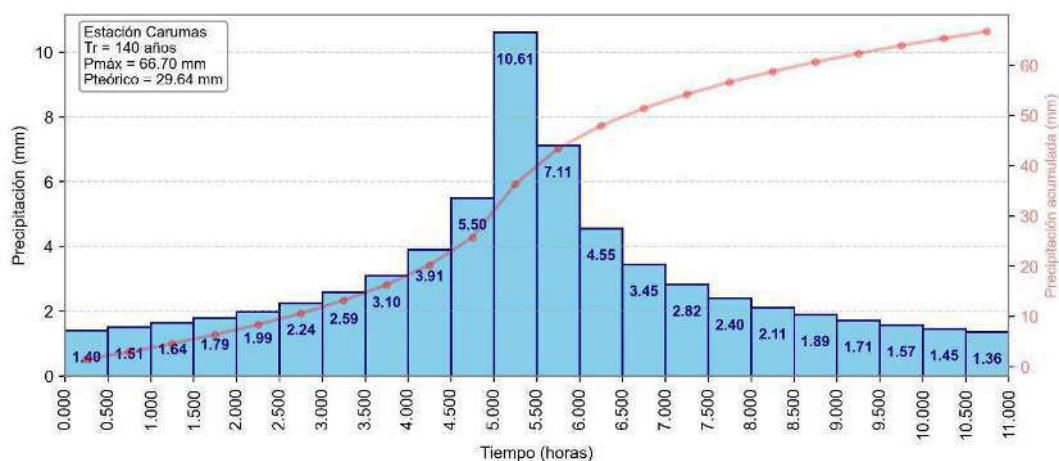
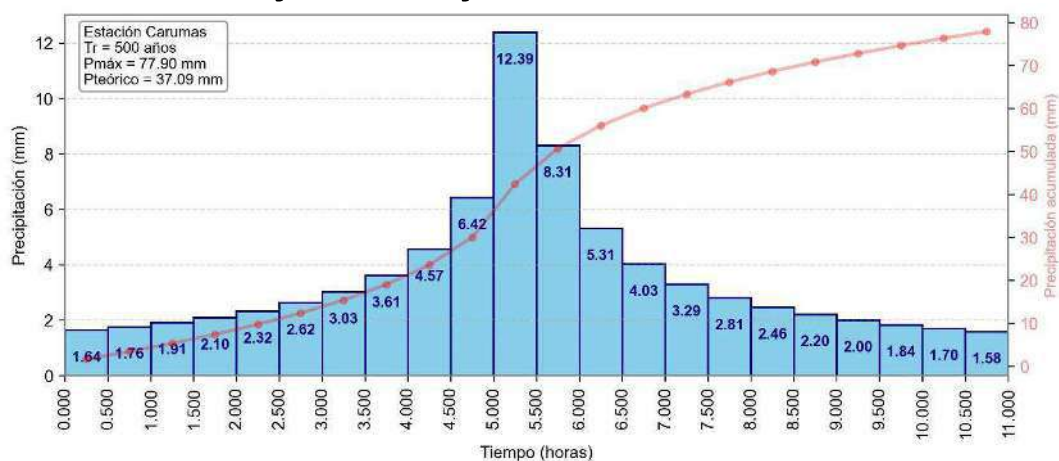


Figura N° 4.1-32 Hietograma Tr 500 años – Estación Carumas



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0082

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4.1.3.5. Hietogramas – Estación Pampa Umalso

Figura N° 4.1-33 Hietograma Tr 2 años – Estación Pampa Umalso

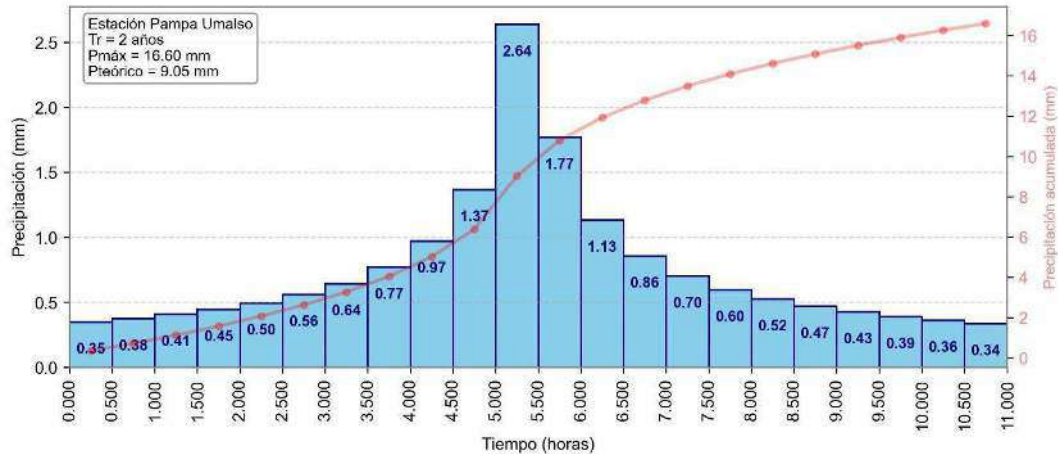


Figura N° 4.1-34 Hietograma Tr 10 años – Estación Pampa Umalso

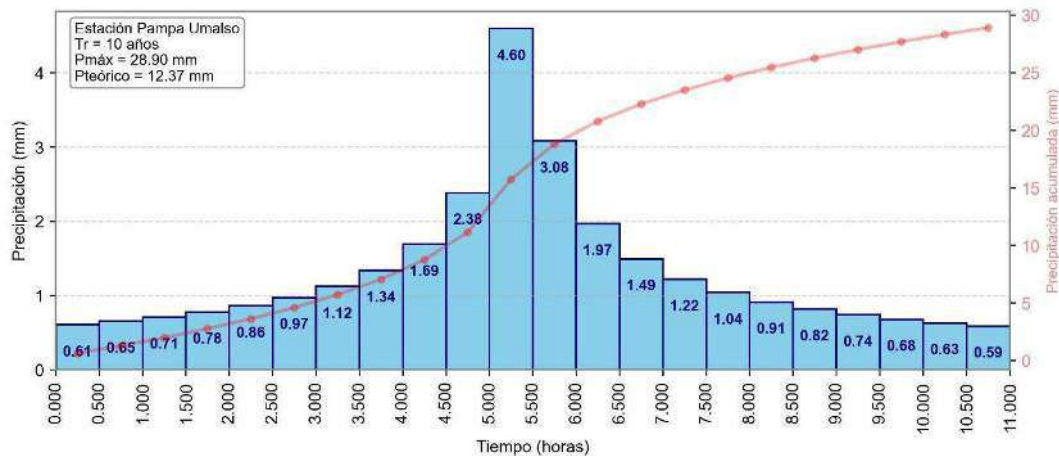
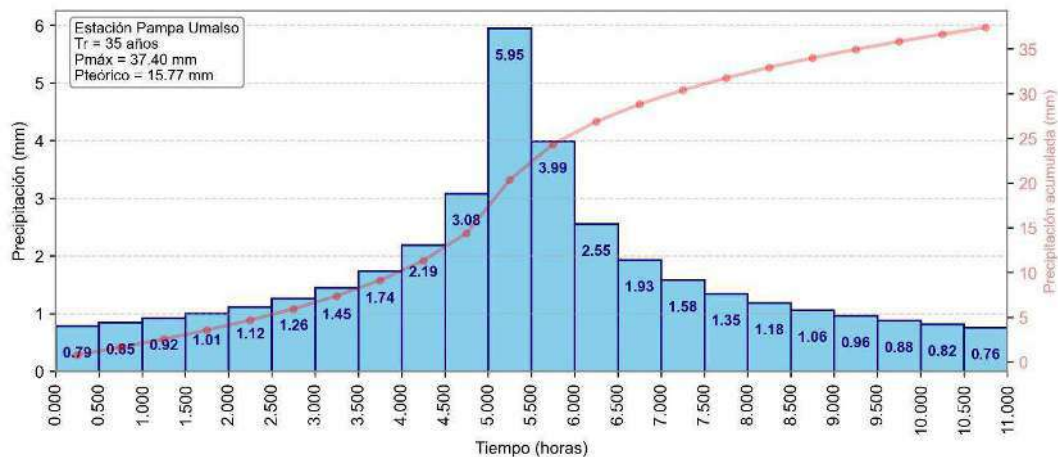


Figura N° 4.1-35 Hietograma Tr 35 años – Estación Pampa Umalso



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0081

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-36 Hietograma Tr 70 años – Estación Pampa Umalso

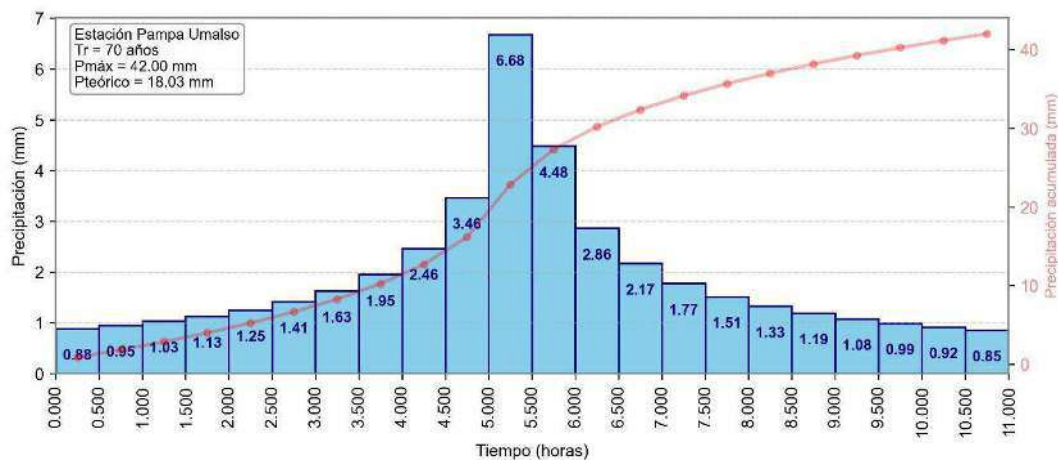


Figura N° 4.1-37 Hietograma Tr 140 años – Estación Pampa Umalso

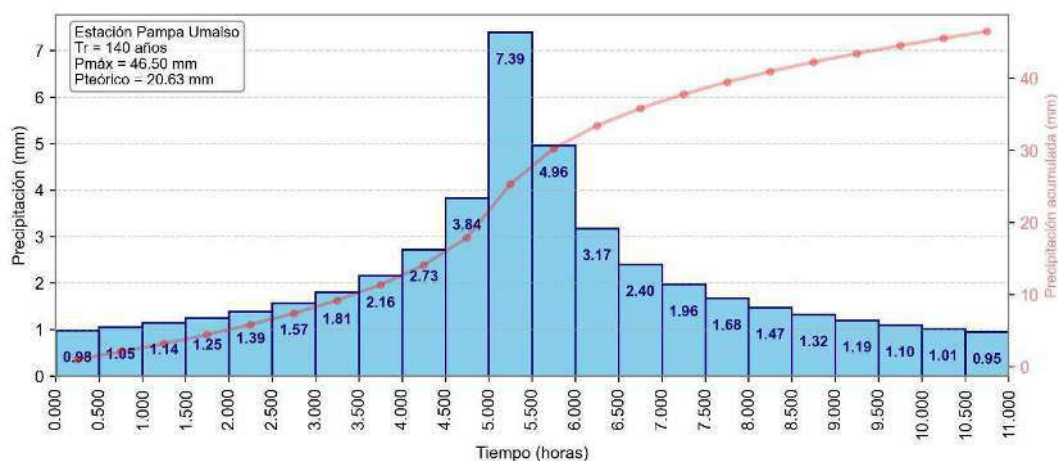
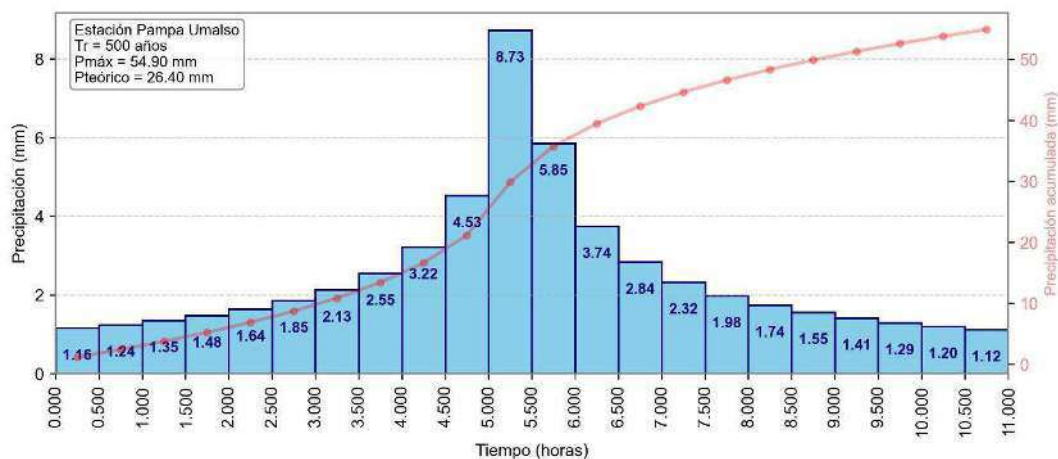


Figura N° 4.1-38 Hietograma Tr 500 años – Estación Pampa Umalso



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

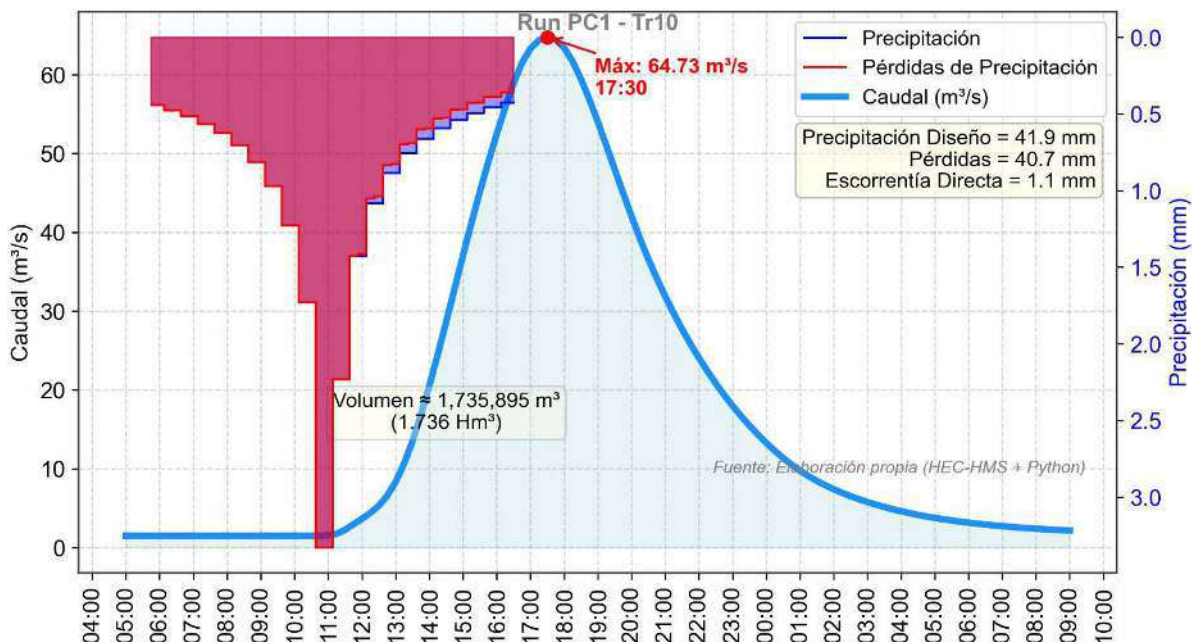
0080

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



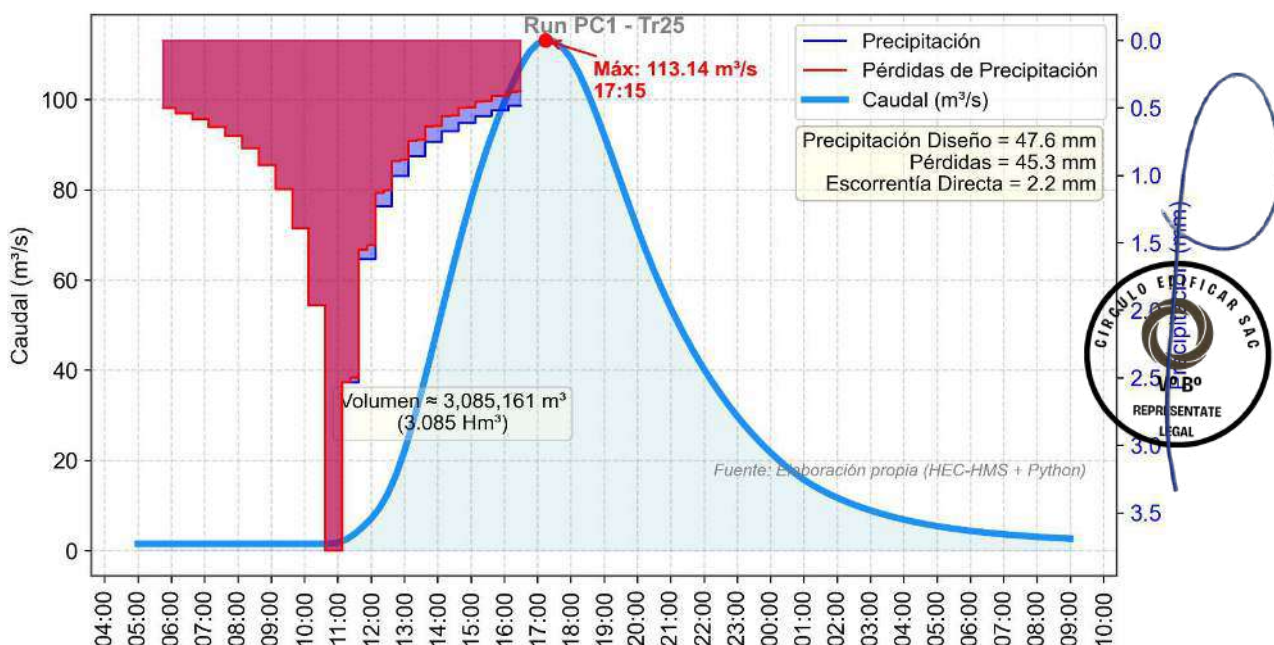
4.1.4. Hidrogramas en el punto de interés en la cuenca Ichuña "PC1"

Figura N° 4.1-39 Hidrograma Tr 10 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-40 Hidrograma Tr 25 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

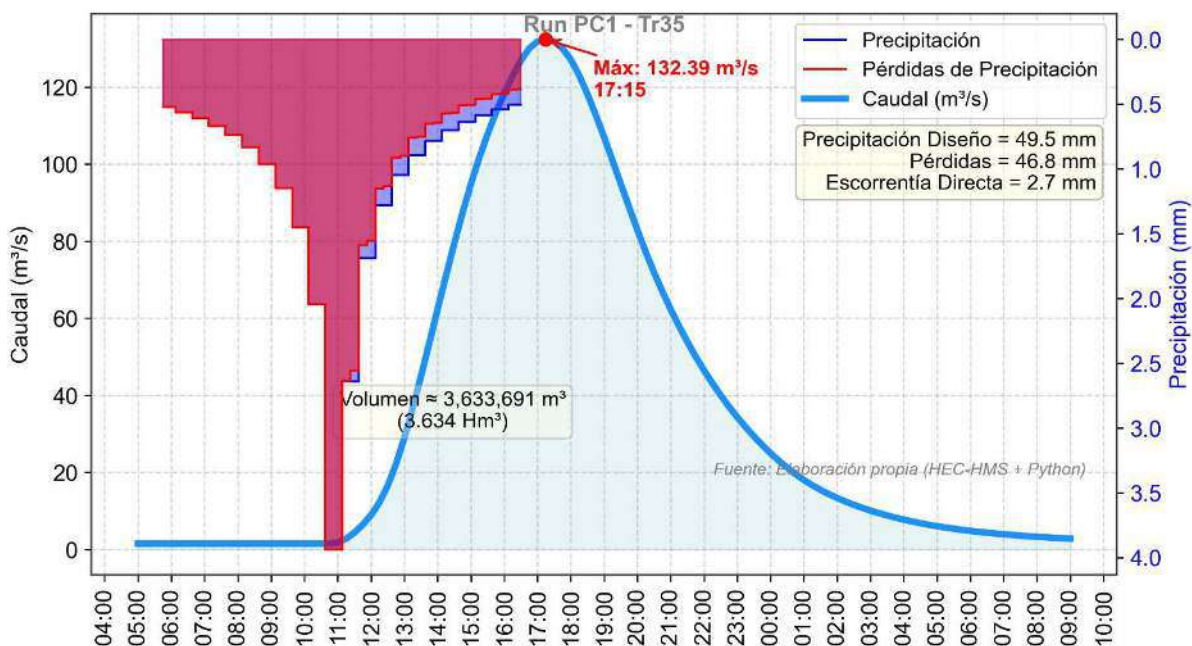
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0079

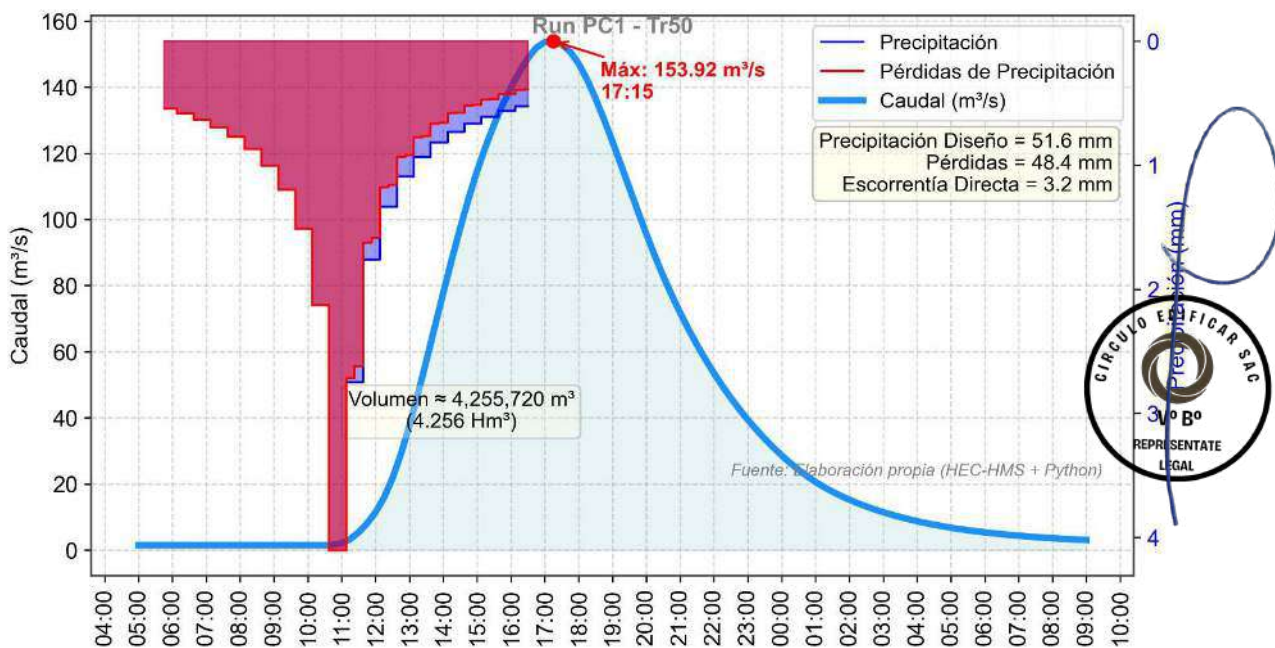
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-41 Hidrograma Tr 35 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-42 Hidrograma Tr 50 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

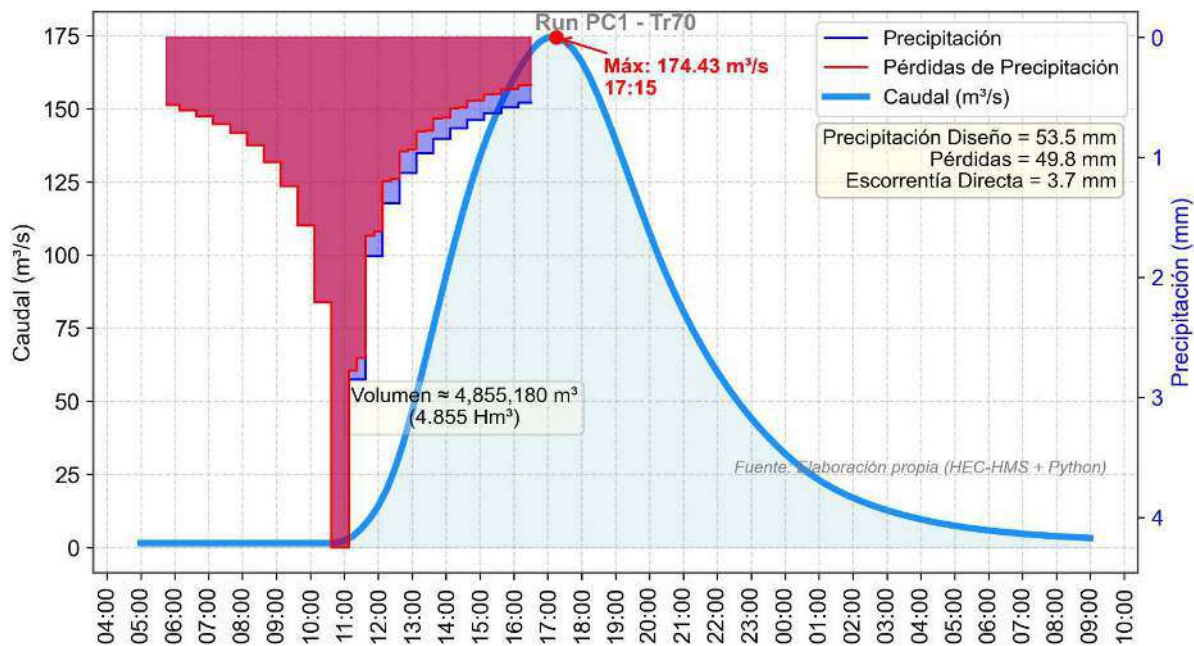
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0078

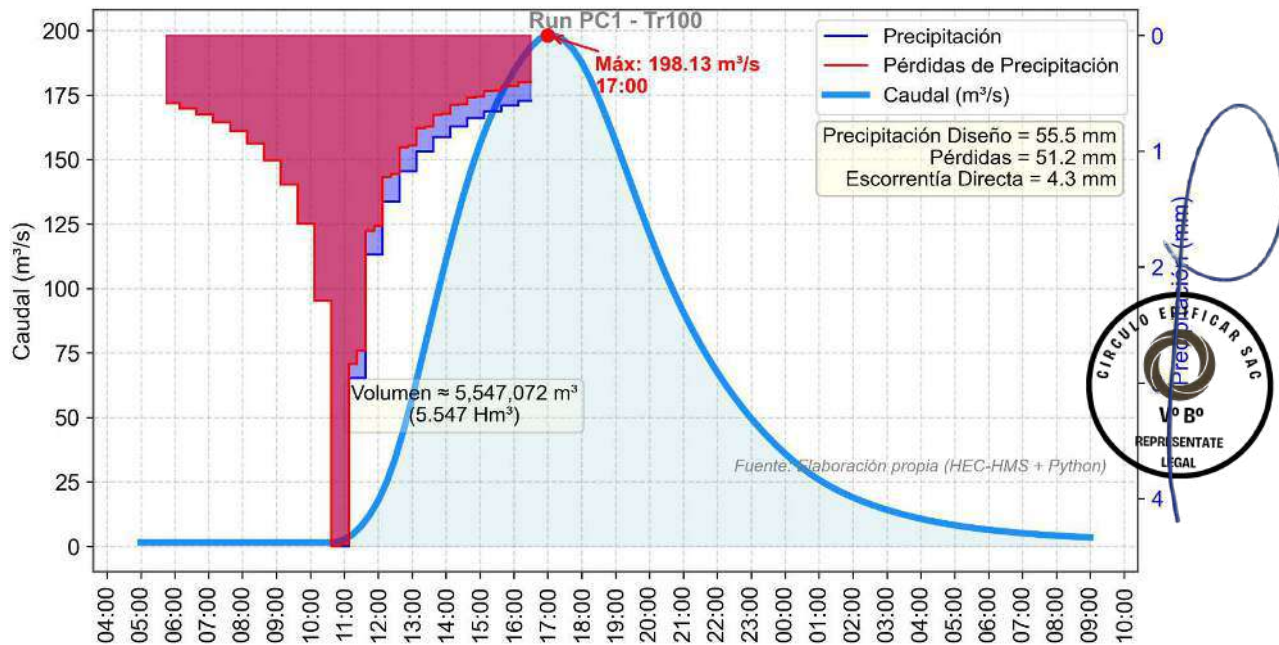
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-43 Hidrograma Tr 70 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-44 Hidrograma Tr 100 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

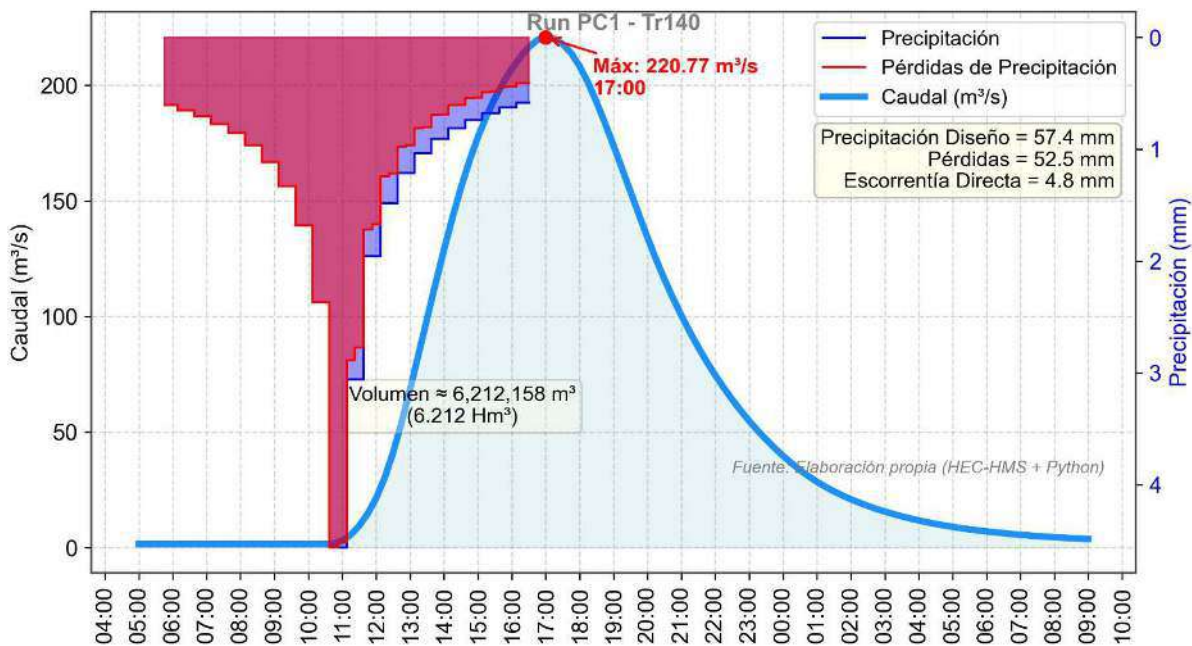
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0077

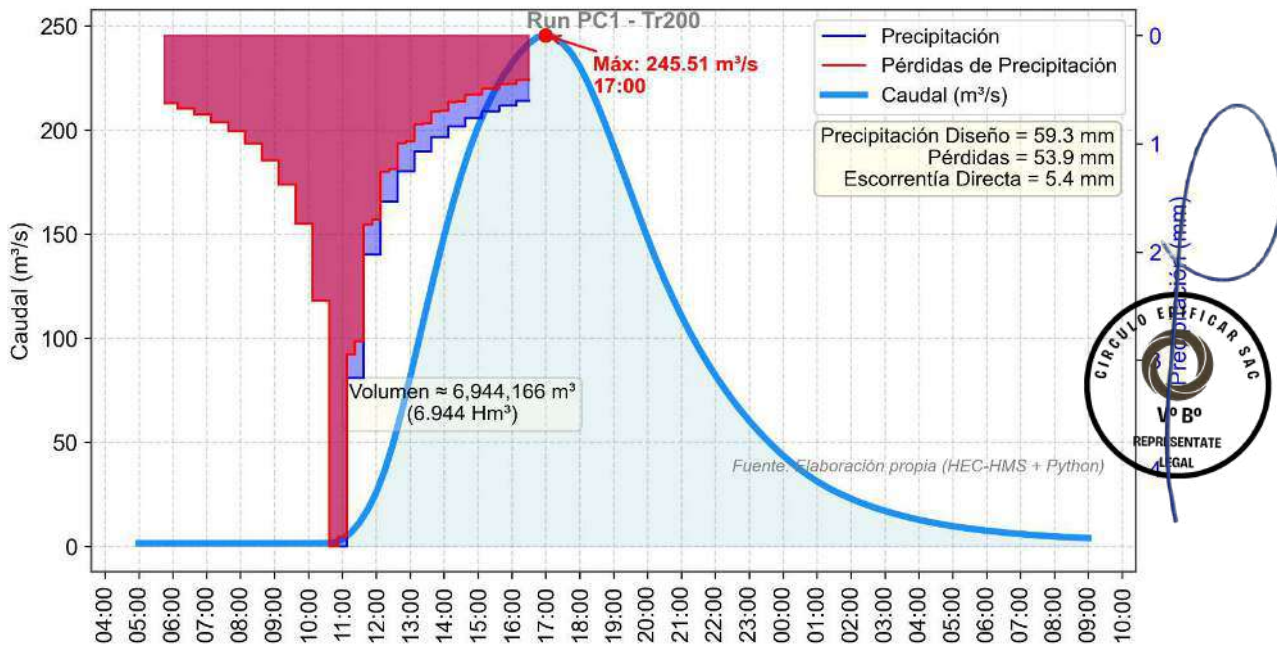
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-45 Hidrograma Tr 140 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-46 Hidrograma Tr 200 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

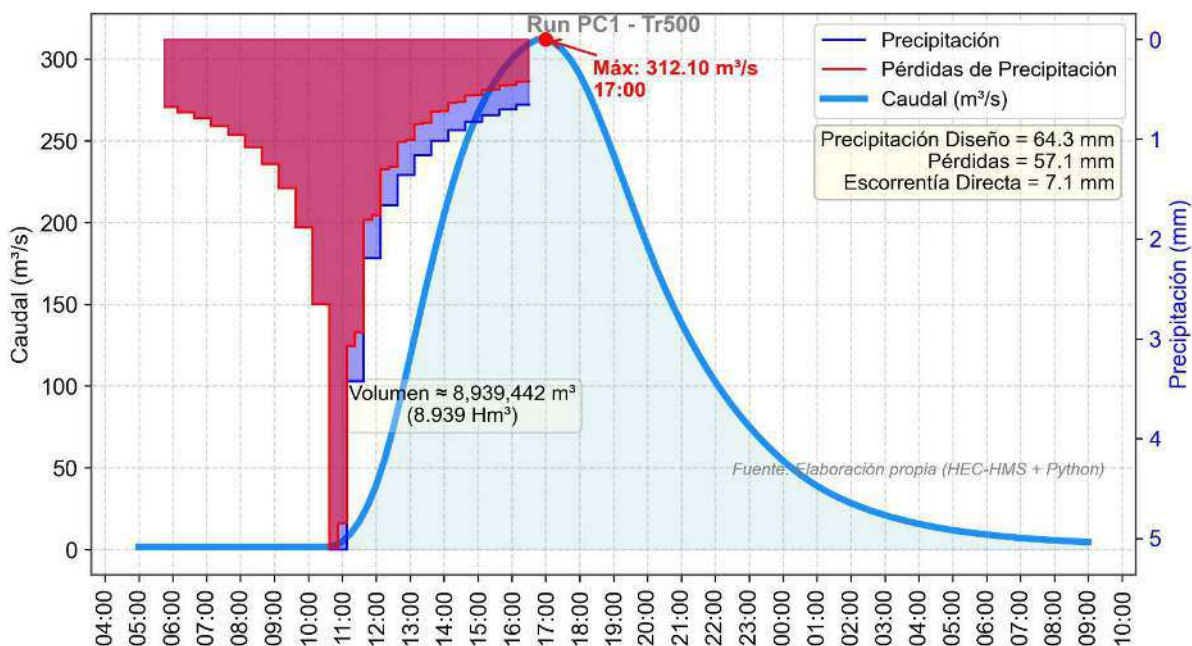
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0076

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-47 Hidrograma Tr 500 años, en punto de interés PC1 – Cuenca Ichuña



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

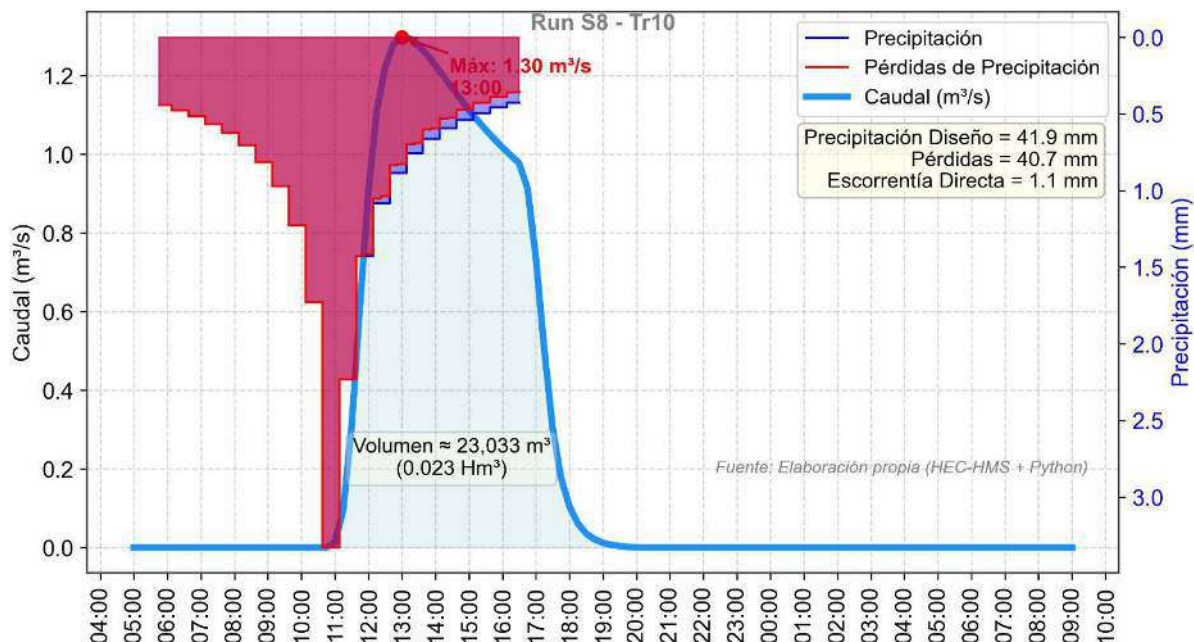
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0075

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

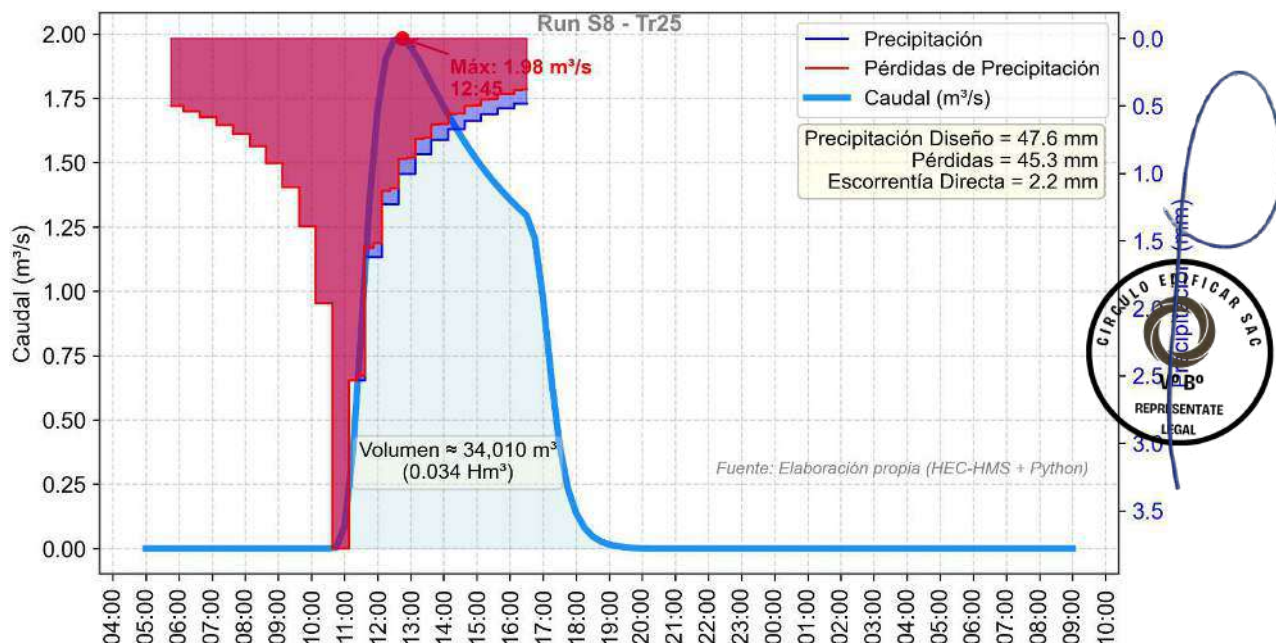
4.1.5. Hidrogramas en el punto de interés en la microcuenca “S8”

Figura N° 4.1-48 Hidrograma Tr 10 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-49 Hidrograma Tr 25 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

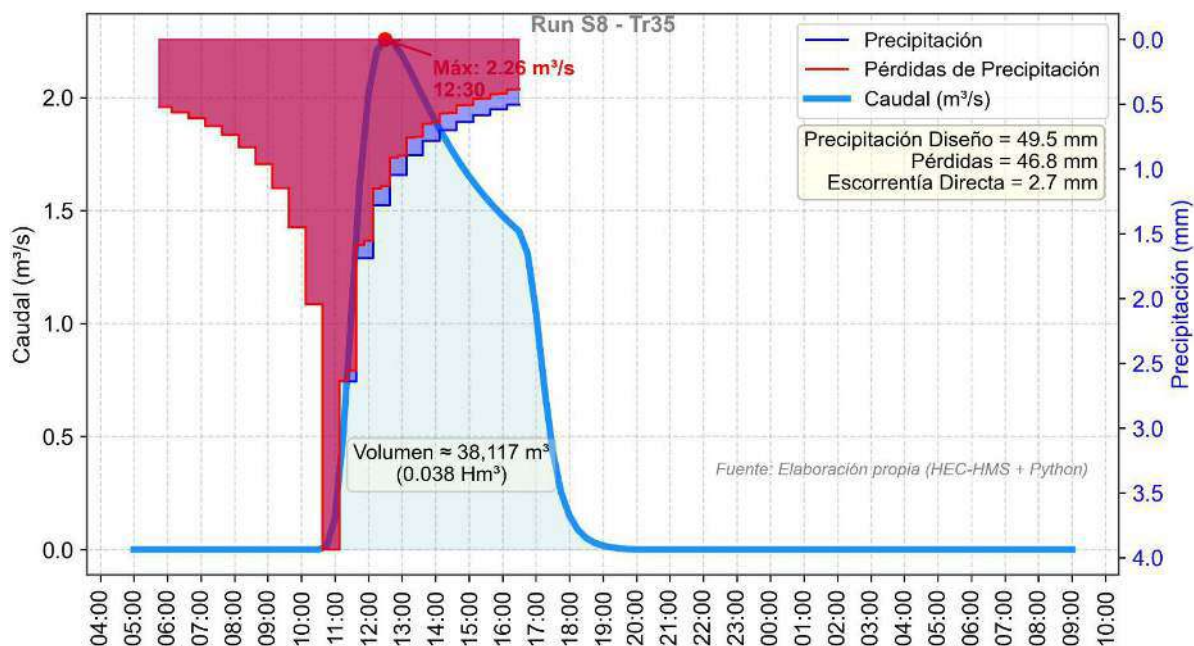
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0074

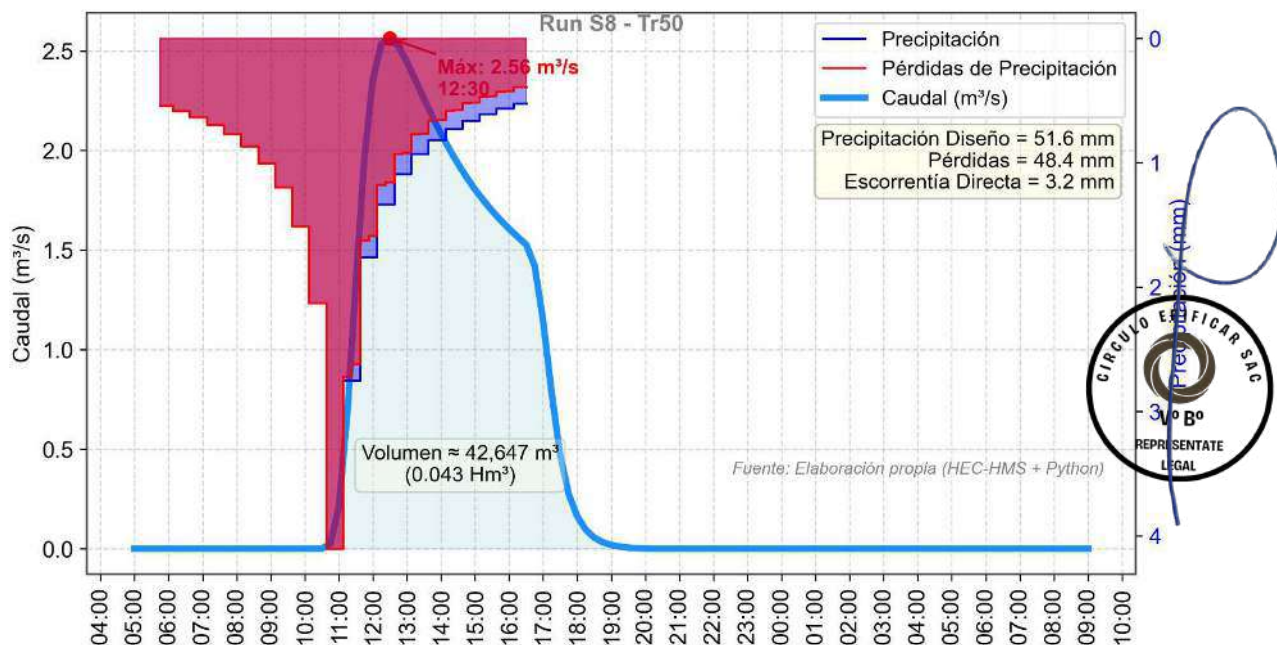
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-50 Hidrograma Tr 35 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-51 Hidrograma Tr 50 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

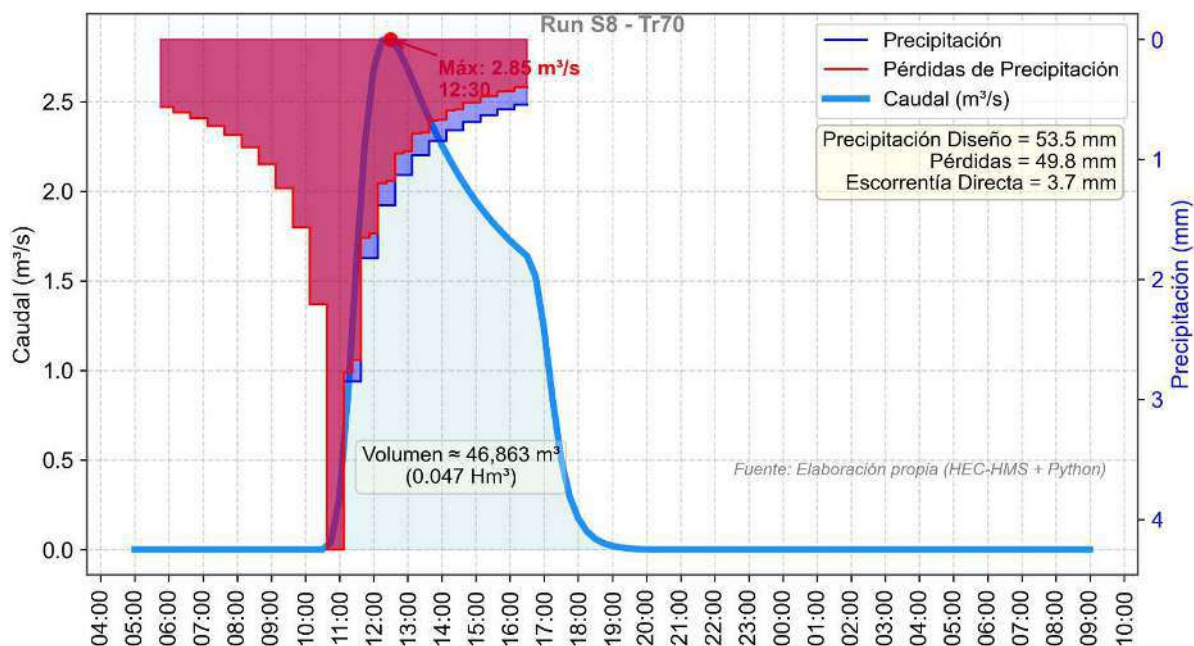
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0073

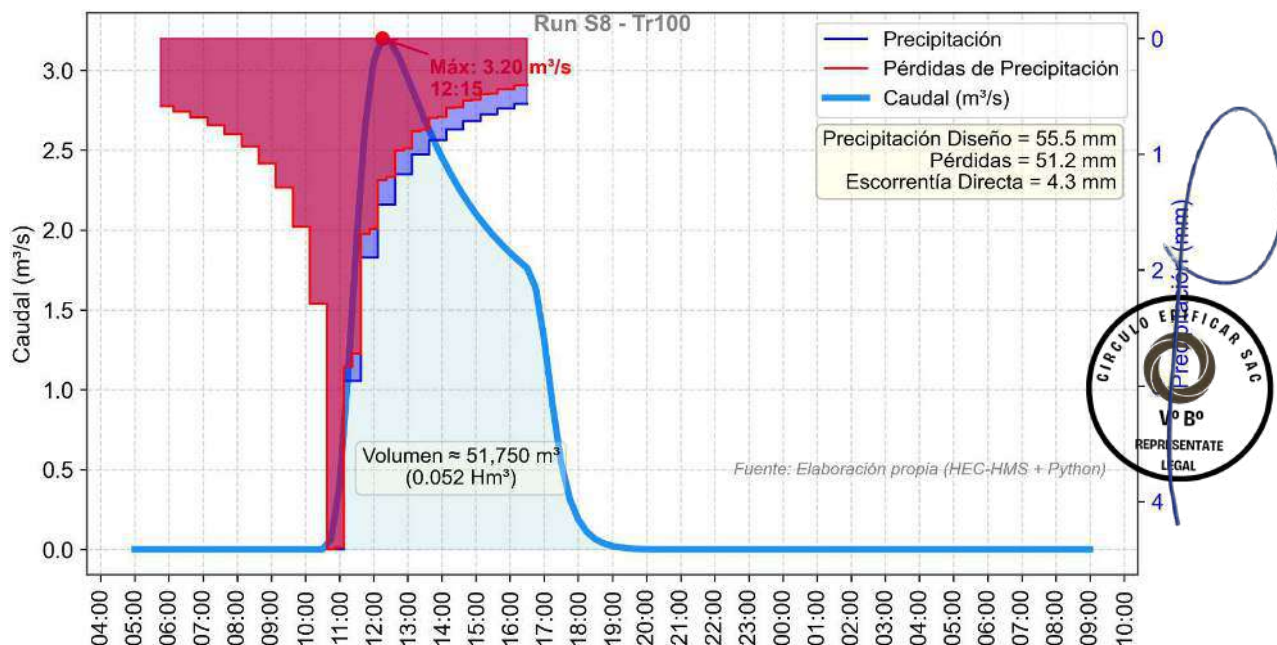
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-52 Hidrograma Tr 70 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-53 Hidrograma Tr 100 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

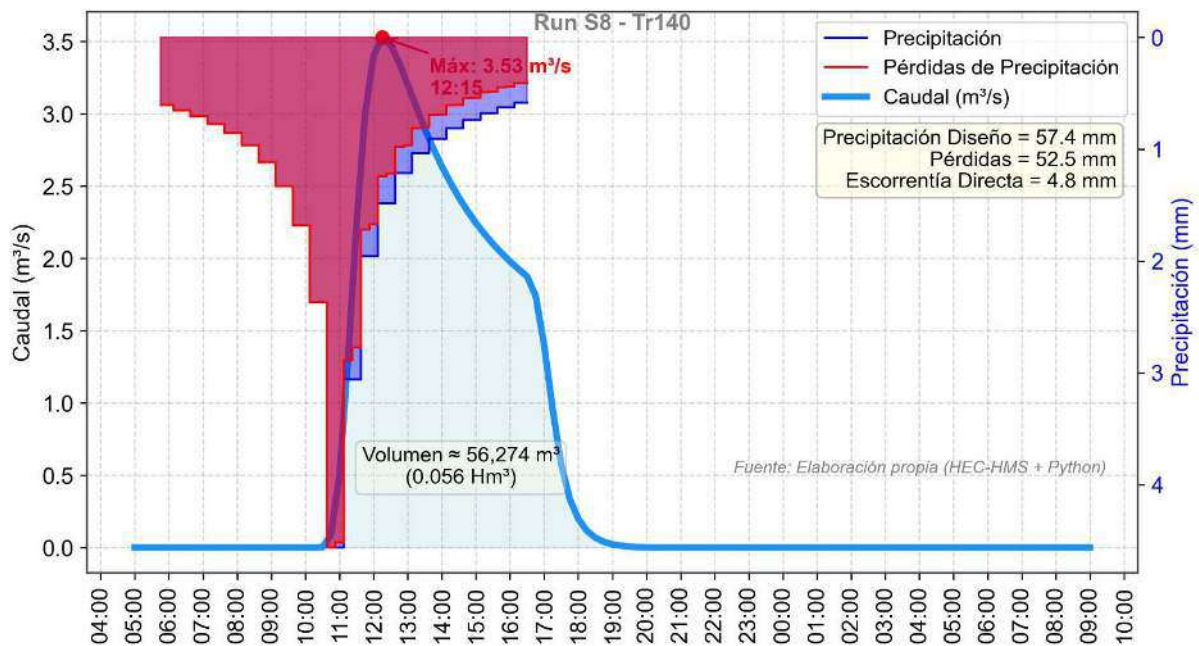
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0072

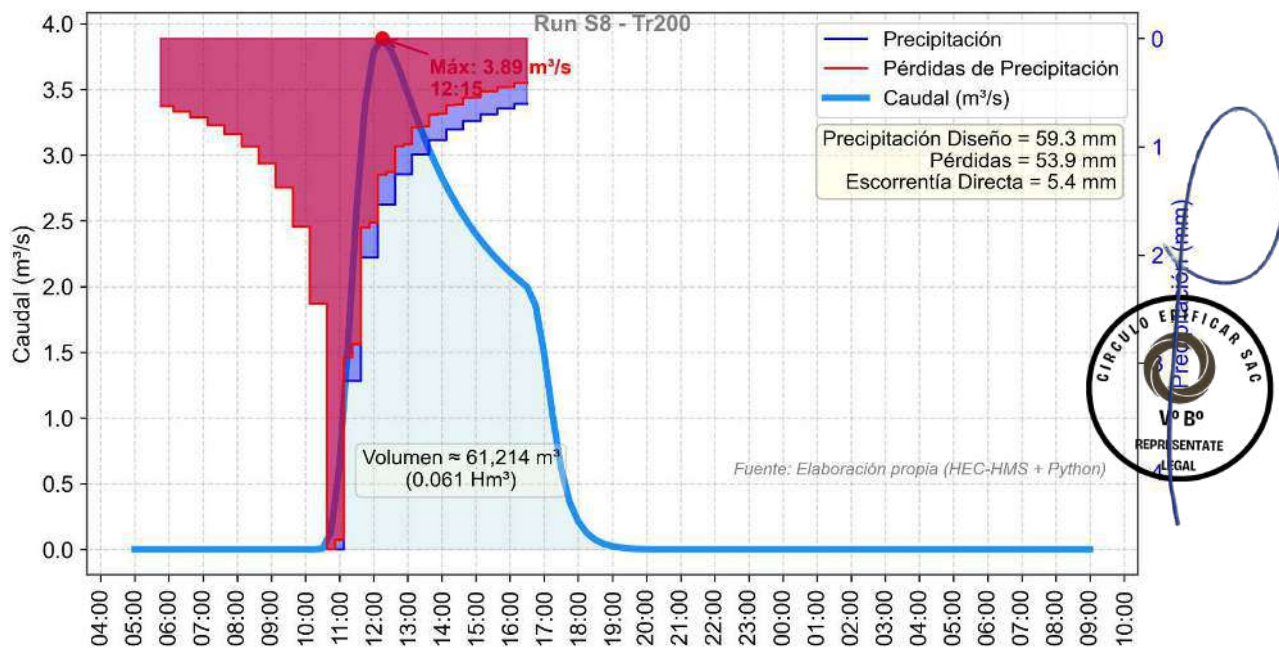
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-54 Hidrograma Tr 140 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-55 Hidrograma Tr 200 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

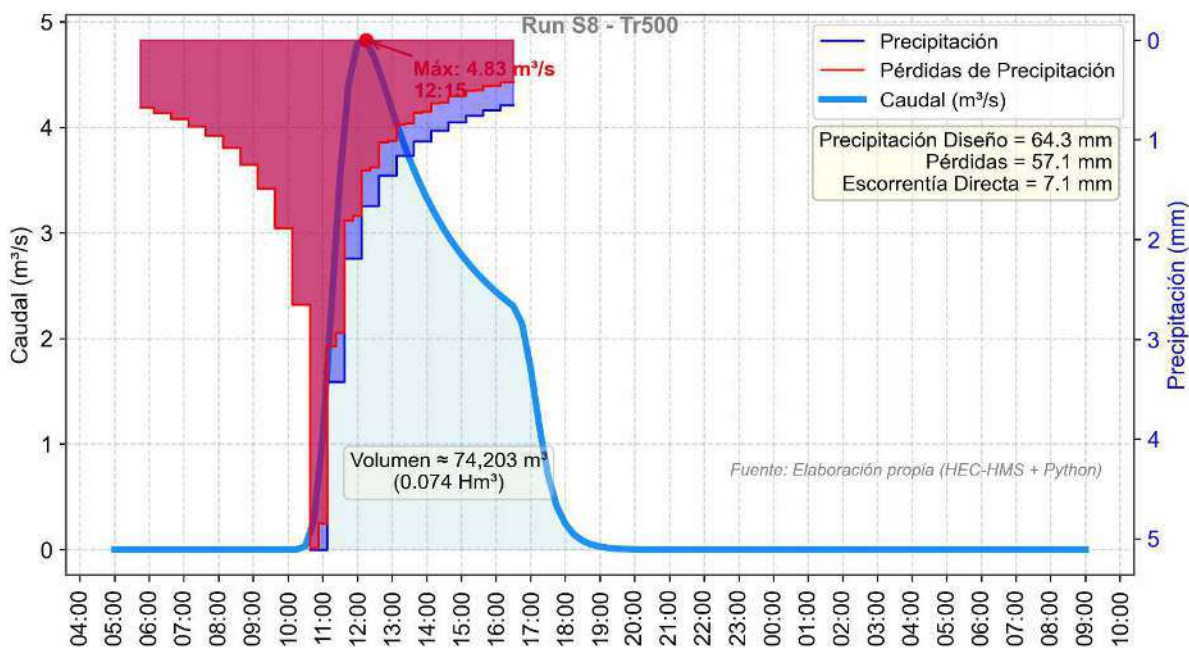
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0071

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-56 Hidrograma Tr 500 años, en punto de interés S8 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

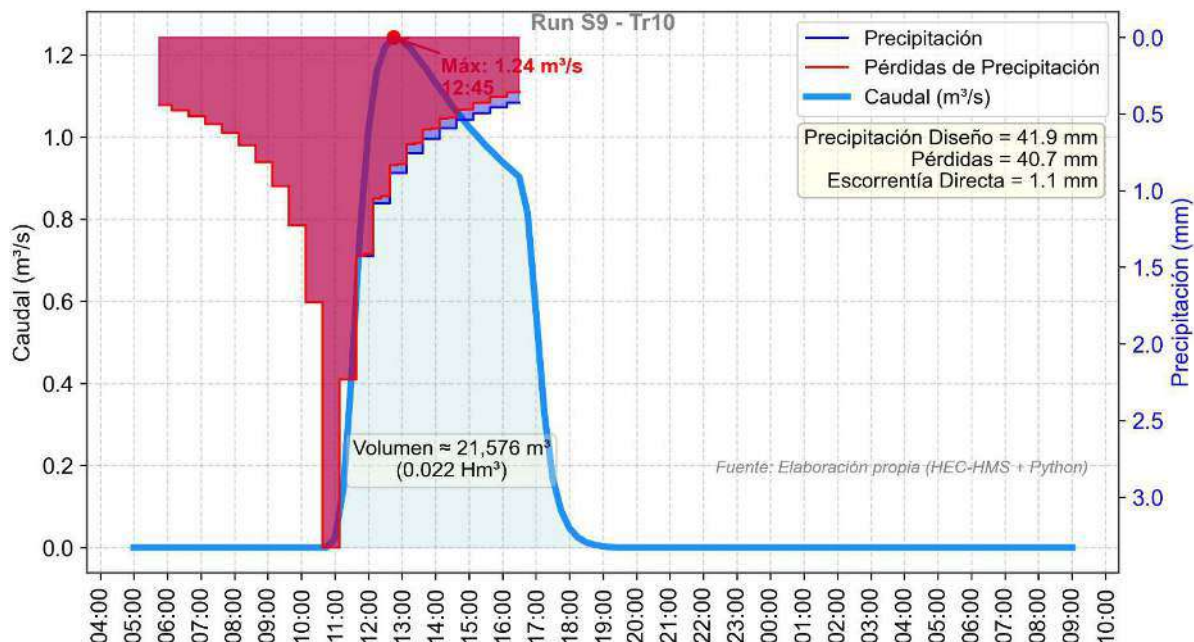
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0070

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

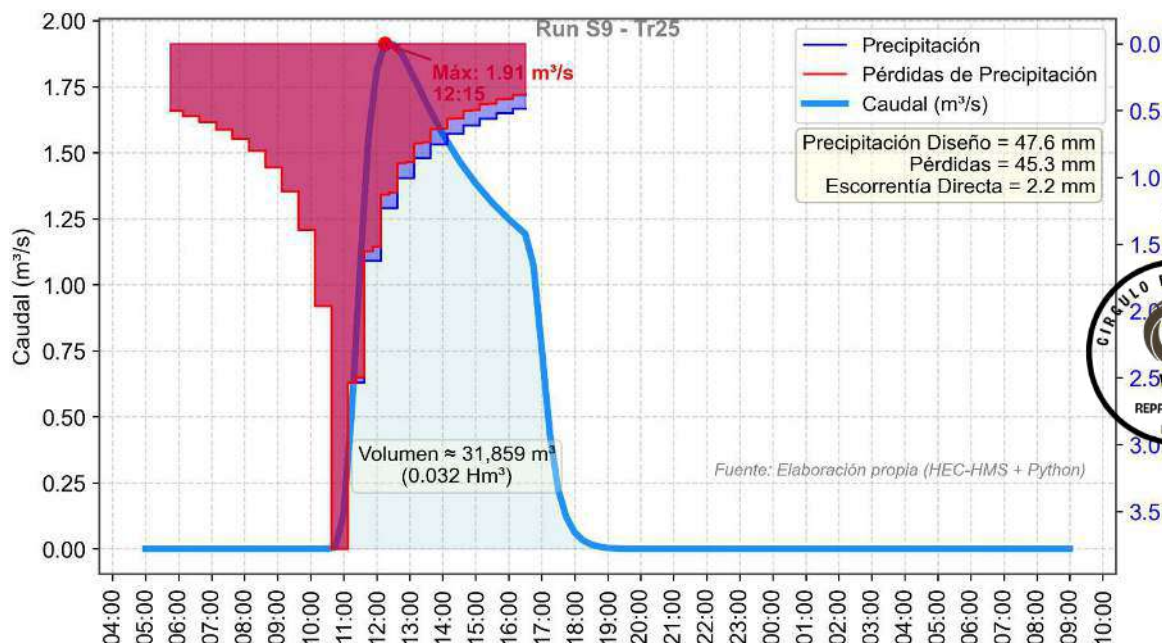
4.1.6. Hidrogramas en el punto de interés en la microcuenca “S9”

Figura N° 4.1-57 Hidrograma Tr 10 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-58 Hidrograma Tr 25 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

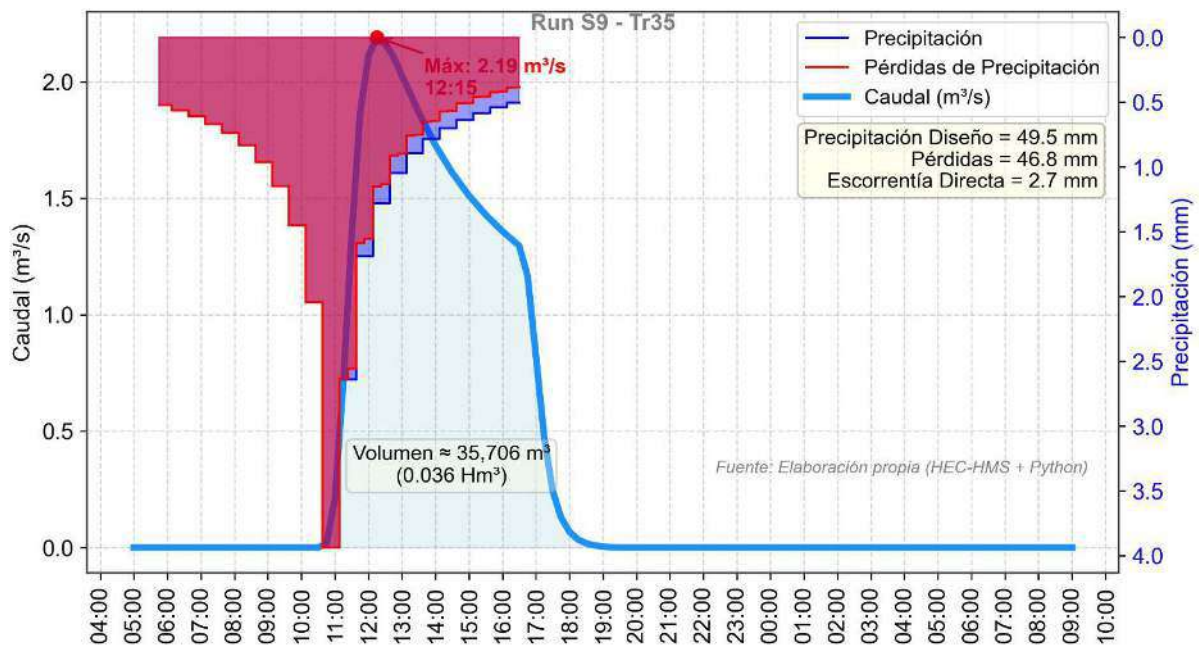
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0069

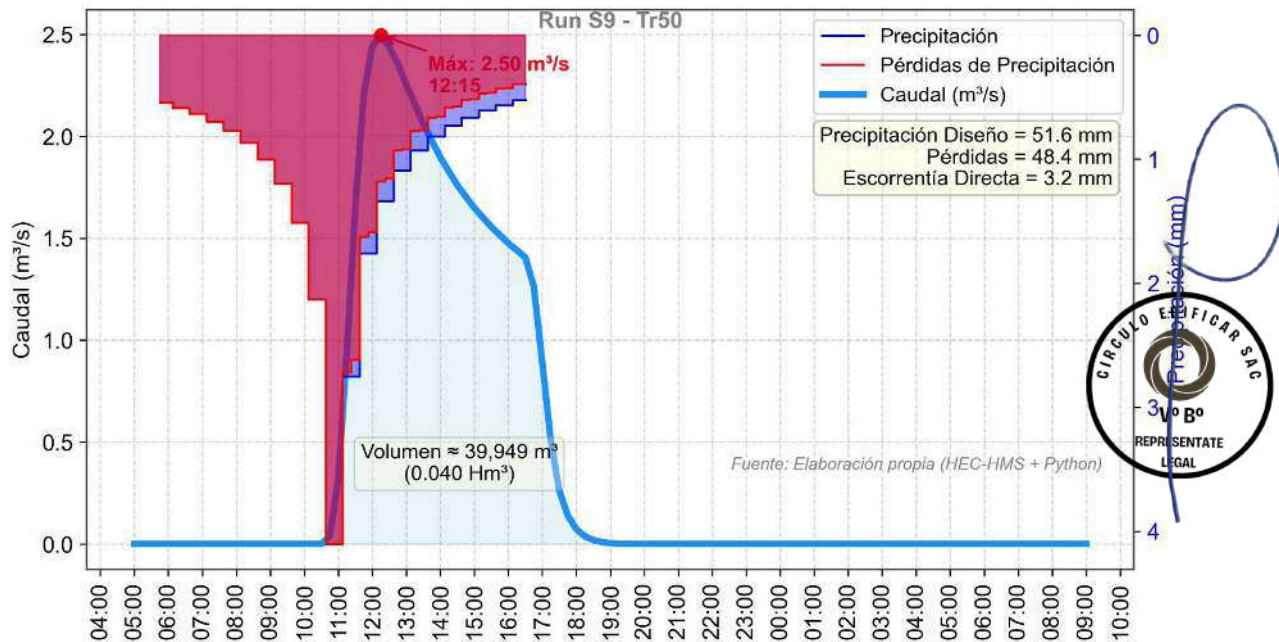
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-59 Hidrograma Tr 35 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-60 Hidrograma Tr 50 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

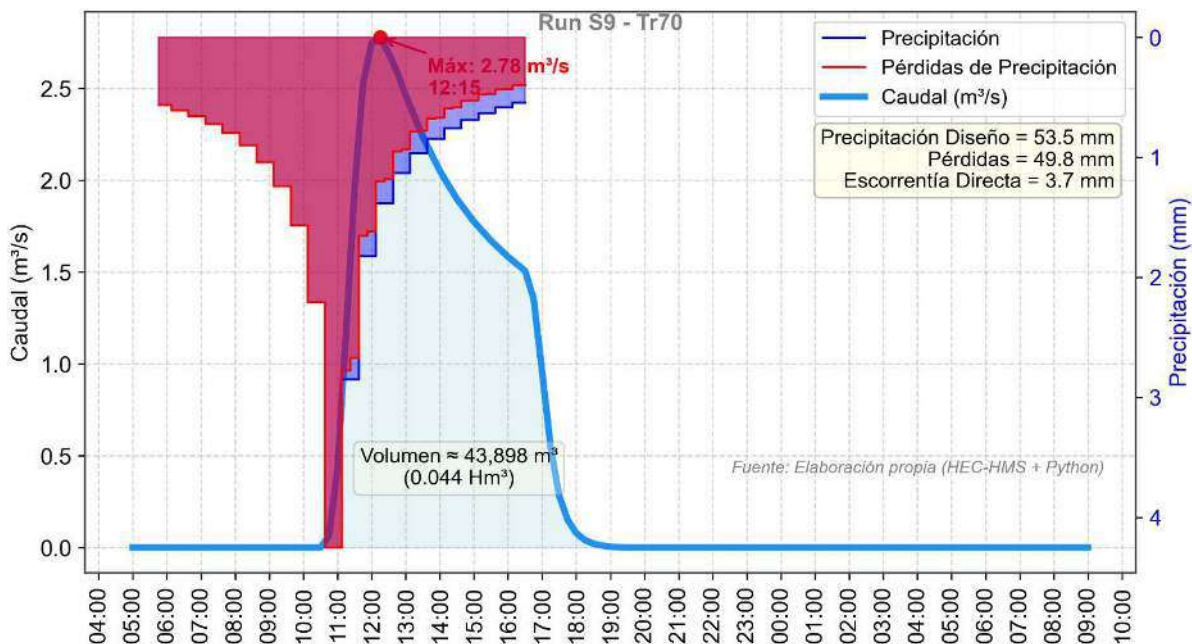
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0068

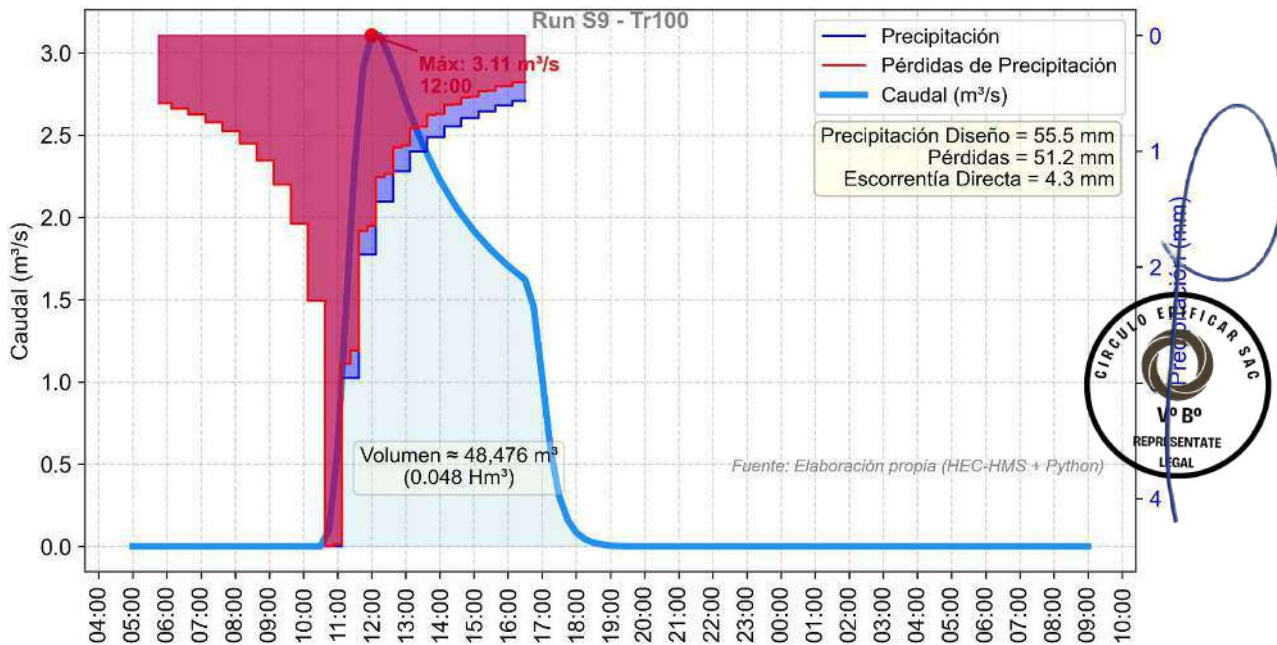
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-61 Hidrograma Tr 70 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-62 Hidrograma Tr 100 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

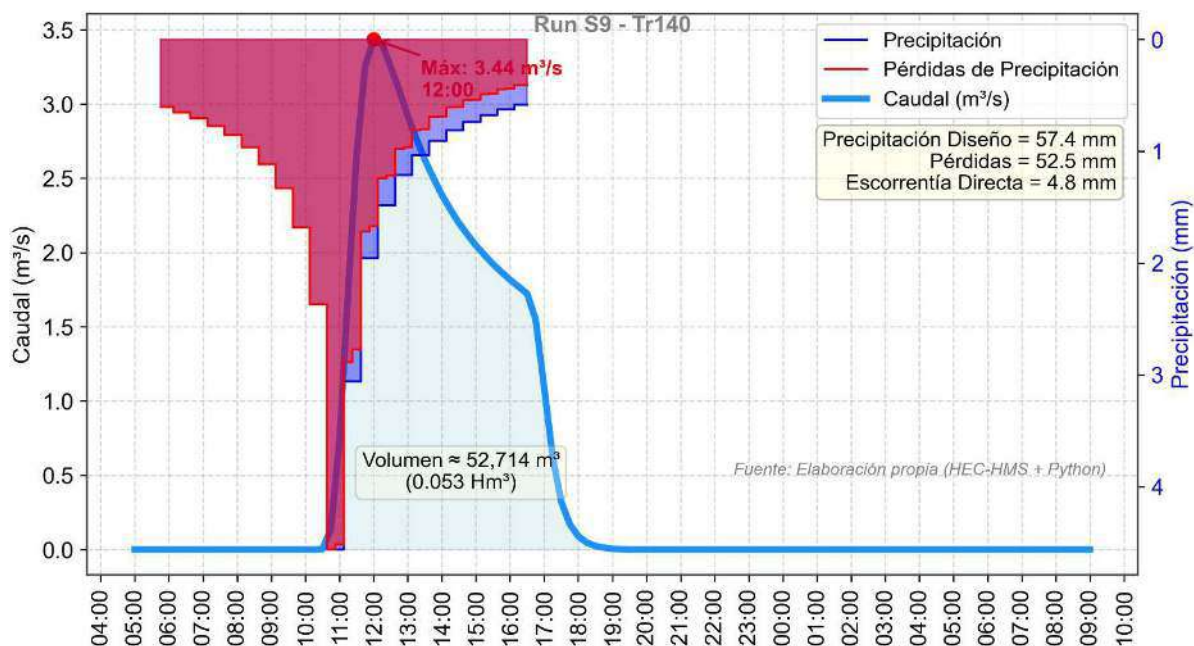
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0067

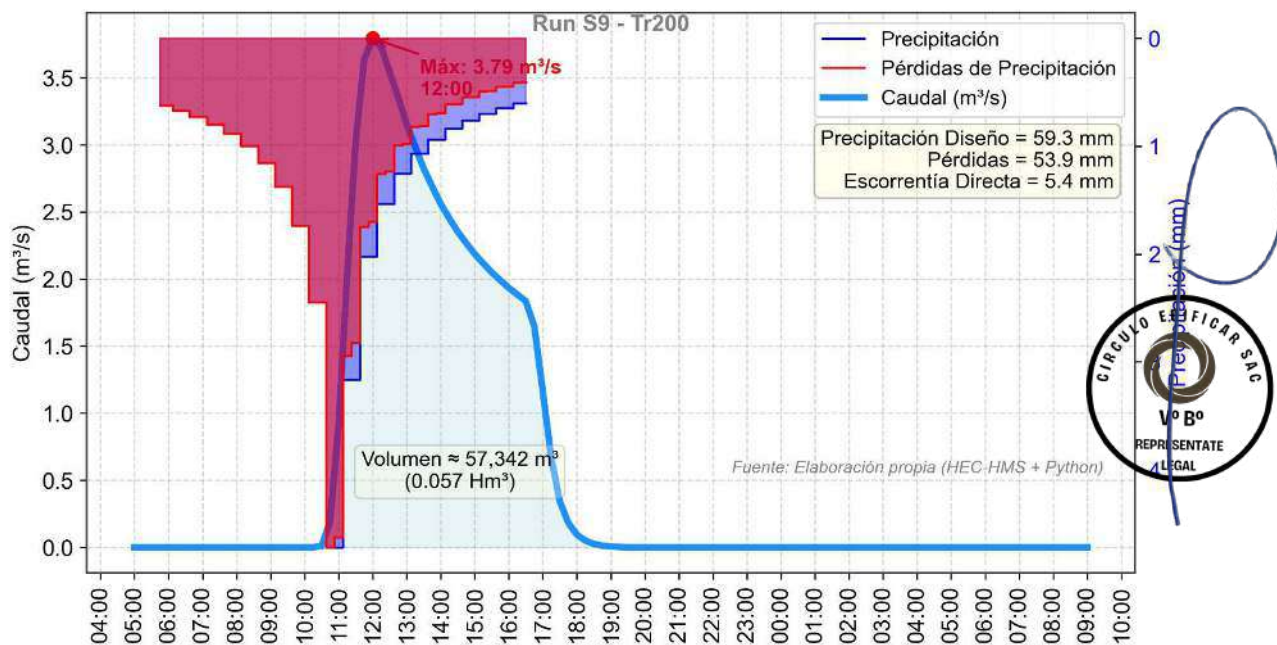
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-63 Hidrograma Tr 140 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

Figura N° 4.1-64 Hidrograma Tr 200 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python

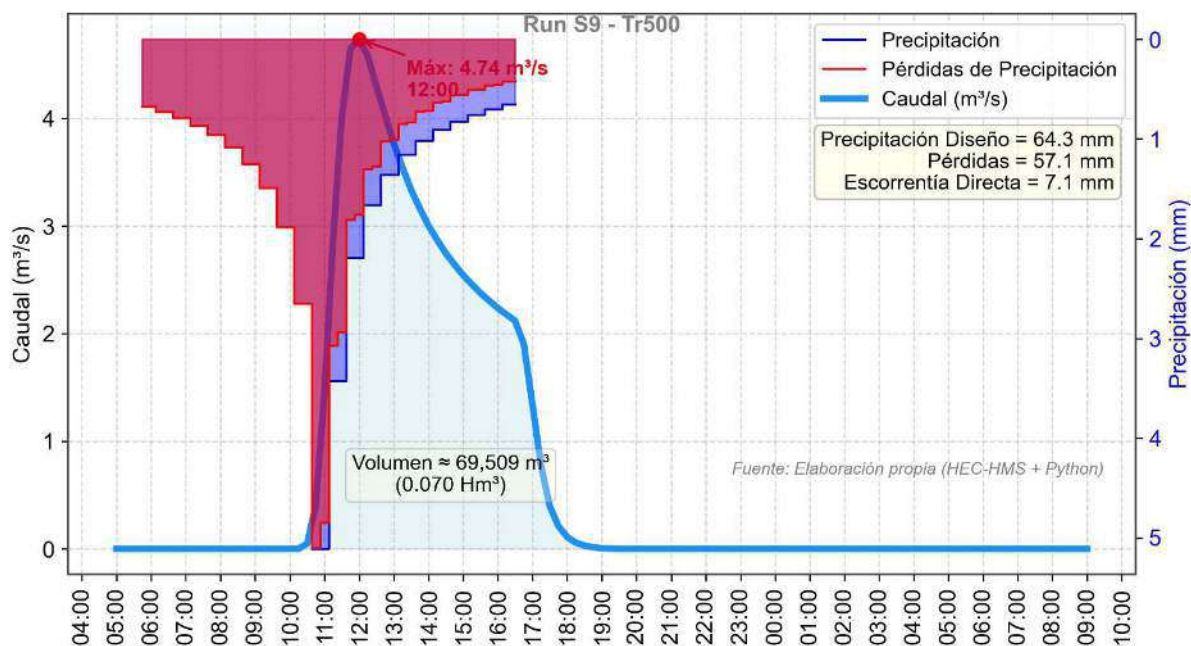
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0066

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 4.1-65 Hidrograma Tr 500 años, en punto de interés S9 – Microcuenca



Fuente: Elaboración propia mediante códigos en Python



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0065

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : ICHUÑA
CODIGO : 8310

LAT.: 16° 7' 57.4"
LONG. : 70° 33' 7.5"
ALT. : 3800 msnm.

DPTO. : MOQUEGUA
PROV.: SANCHEZ CERRO
DIST. : ICHUÑA

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1965	24.3	24.8	42.0	11.5	1.2	0.0	0.5	0.0	2.2	7.3	34.6	27.5
1966	27.2	25.3	21.6	0.2	14.7	0.0	0.0	0.0	4.9	18.3	33.8	24.5
1967	16.9	15.7	10.1	11.0	2.5	0.0	1.2	1.2	17.3	34.4	9.7	18.2
1968	21.5	25.1	20.2	3.5	3.2	4.1	1.8	0.0	6.0	18.5	16.1	9.7
1969	37.7	38.7	12.1	S/D	S/D	1.1	1.5	0.0	1.3	9.5	25.7	54.3
1970	36.9	51.4	46.9	5.1	12.8	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	1.3	46.0
1971	24.1	39.7	12.6	6.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	15.2	18.2
1972	25.3	24.4	22.7	4.5	1.2	0.0	0.0	0.0	28.6	4.9	14.5	110.4
1973	20.1	20.4	16.3	12.6	1.5	0.0	0.0	4.9	9.1	0.0	2.1	13.7
1974	21.2	26.0	19.8	23.4	1.0	10.2	0.0	31.1	1.3	3.3	3.9	19.5
1975	22.5	23.8	30.4	2.3	4.5	1.2	0.0	0.0	1.3	3.7	8.2	21.4
1976	21.6	26.2	11.4	16.2	6.2	0.0	5.6	6.7	8.4	0.0	0.0	17.7
1977	32.8	43.7	21.7	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	18.1	32.6	14.0
1978	23.2	7.9	7.9	21.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	18.9	15.2
1979	32.4	8.5	15.7	9.5	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	10.0	28.5	20.5
1980	12.5	9.6	21.9	3.5	0.1	0.0	0.0	0.0	7.3	11.3	3.2	8.7
1981	16.9	33.8	14.6	19.4	0.0	0.0	0.0	4.6	6.0	9.0	11.2	29.6
1982	50.3	9.5	S/D	8.5	0.0	0.0	0.0	3.1	7.4	18.5	11.6	8.0
1983	16.6	21.7	21.9	5.5	2.3	0.0	0.0	0.5	3.2	9.1	0.0	48.2
1984	23.3	24.3	15.3	8.2	0.0	3.9	0.0	4.7	0.0	28.0	28.2	28.8
1985	17.6	34.0	18.8	16.2	9.1	4.3	1.2	2.1	5.9	2.8	13.8	11.6
1986	31.7	27.9	22.4	31.3	5.2	0.0	14.2	2.1	2.1	0.0	4.5	25.8
1987	39.7	22.3	12.3	0.0	0.0	2.5	18.4	0.0	0.0	2.1	15.8	7.1
1988	14.3	8.5	12.8	11.4	6.8	0.0	0.0	0.0	2.1	6.3	0.0	9.2
1989	19.9	15.3	13.0	6.5	4.2	4.5	4.6	0.0	2.6	2.5	8.2	8.2
1990	34.2	15.1	20.0	6.5	3.8	16.7	0.0	6.1	0.0	6.3	13.3	12.7
1991	18.9	15.4	27.6	3.2	1.3	10.6	0.0	0.0	2.3	3.5	3.9	10.8

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE
BASE DE DATOS DZ-7/MELR
S/D = Sin Datos

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL



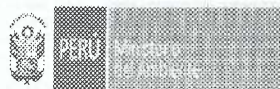
NOVIEMBRE 2019



0064

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : ICHUÑA
CODIGO : 8310

LAT.: 16° 7' 57.4"
LONG. : 70° 33' 7.5"
ALT. : 3800 msnm.

DPTO. : MOQUEGUA
PROV.: SANCHEZ CERRO
DIST. : ICHUÑA

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1992	25.9	6.8	1.5	3.5	0.0	4.0	0.0	9.6	0.0	4.5	5.2	22.5
1993	36.0	10.6	18.2	5.2	0.0	4.8	0.0	7.8	2.1	11.5	18.4	13.0
1994	25.0	37.0	25.7	25.0	4.8	0.0	0.0	0.0	1.5	0.3	12.5	33.5
1995	32.6	14.0	28.2	12.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1.8	11.3	22.3
1996	29.8	24.5	11.2	14.5	6.4	0.0	0.0	6.5	2.1	7.5	8.5	13.5
1997	24.9	26.3	11.2	11.7	3.4	0.0	0.0	14.0	11.2	12.0	23.6	10.1
1998	31.1	23.8	12.2	4.3	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5	22.3	7.4
1999	15.5	21.1	30.2	12.5	1.3	0.0	0.0	4.7	0.5	8.9	1.0	25.6
2000	31.3	24.8	7.9	7.5	2.5	0.0	0.0	4.7	0.0	6.4	2.9	20.9
2001	27.5	24.3	19.6	7.9	2.7	0.0	0.5	3.2	1.5	12.0	17.0	34.7
2002	13.6	20.4	29.4	11.8	3.3	0.5	9.3	0.6	5.0	8.1	12.9	24.0
2003	10.5	18.1	29.2	9.6	1.5	0.0	0.0	2.7	0.0	12.5	1.7	15.7
2004	21.0	30.3	19.4	16.2	0.0	0.0	9.2	2.8	6.4	0.0	9.1	19.5
2005	17.2	29.2	11.4	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	4.7	8.9	12.3
2006	20.0	10.0	13.1	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	3.8	24.8	26.8
2007	32.8	17.0	23.8	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	6.9	11.3	15.1
2008	26.5	20.1	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	3.4	0.0	27.9
2009	15.0	25.1	10.8	13.2	1.2	0.0	7.1	0.0	19.3	5.6	19.2	23.1
2010	15.4	22.6	7.6	11.4	5.2	0.0	1.7	0.0	0.0	3.6	5.2	23.1
2011	24.9	24.6	14.1	30.5	1.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	25.3	15.1
2012	27.5	29.7	27.5	16.3	11.9	0.0	0.0	0.0	4.0	4.3	10.8	19.9
2013	28.1	20.6	28.0	1.4	4.4	4.2	4.4	8.0	0.0	30.3	9.2	20.8
2014	27.3	15.9	12.8	17.4	1.6	0.0	0.0	4.5	6.2	8.0	6.4	16.2
2015	24.1	14.7	31.4	27.6	0.0	0.0	5.7	9.6	5.8	12.6	17.4	6.4
2016	8.9	35.0	12.1	15.5	0.0	3.8	4.0					

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

NOVIEMBRE 2019

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL



0063

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : CO-UBINAS
CODIGO : 110851

LAT.: 16° 22' 57"

DPTO. MOQUEGUA

LONG. 70° 51' 24"

PROV.: GNRAL. SANCHEZ C.

ALT. : 3,370 msnm.

DIST. : UBINAS

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1965	8.8	22.0	3.3	4.8	0.0	0.0	0.0	0.3	6.8	0.0	0.0	7.8
1966	0.6	16.0	14.2	0.0	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	8.5	5.6
1967	9.4	27.4	17.2	6.6	0.0	0.0	0.2	0.0	6.7	1.0	0.2	15.2
1968	19.4	18.5	22.2	4.0	1.4	6.3	0.0	0.0	1.6	8.4	14.5	1.9
1969	16.4	9.5	8.2	1.5	0.0	0.1	S/D	0.0	1.0	0.0	3.7	18.8
1970	13.8	9.9	10.8	2.5	1.4	0.0	0.3	0.0	0.0	10.4	0.0	14.5
1971	17.0	23.9	12.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5
1972	17.9	25.2	21.2	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	9.5	1.0	14.3
1973	28.6	19.6	27.8	9.6	0.0	0.0	0.0	4.2	5.2	1.9	1.6	1.5
1974	20.9	14.9	13.3	7.9	0.0	1.0	0.0	9.6	1.0	0.0	1.7	19.4
1975	24.5	16.0	13.1	11.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9
1976	14.5	16.0	10.3	13.5	0.0	0.0	0.8	4.2	39.6	0.0	0.0	8.7
1977	26.9	25.5	14.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	10.7	9.2
1978	18.0	2.8	4.7	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	3.7
1979	22.0	5.4	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	2.2	13.0
1980	5.4	8.3	13.2	3.0	1.3	0.0	1.1	1.0	2.2	7.6	2.6	4.2
1981	14.2	28.0	20.6	8.5	0.0	0.0	0.0	12.5	0.5	0.0	8.5	10.3
1982	29.5	10.0	23.5	16.0	0.5	0.0	0.0	0.0	6.8	7.3	4.0	1.9
1983	1.9	4.3	5.9	4.0	1.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	15.1
1984	21.5	37.5	13.7	2.5	0.0	7.5	0.0	18.8	0.0	6.0	15.6	4.2
1985	8.5	32.2	13.9	7.7	2.8	3.2	0.0	0.0	2.0	0.0	7.6	19.5
1986	23.3	17.9	16.5	5.6	0.0	0.0	2.2	7.0	S/D	0.0	1.3	11.7
1987	22.2	11.1	2.2	0.0	0.0	0.3	8.4	0.0	0.5	10.9	0.0	0.0
1988	15.0	21.8	9.8	11.5	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
1989	9.1	17.0	8.4	16.8	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
1990	13.8	8.0	14.6	1.5	1.2	12.5	0.0	0.0	0.0	1.2	26.1	23.0
1991	17.5	11.0	34.5	7.2	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	9.6
1992	3.9	0.9	0.0	0.2	0.0	7.0	0.0	1.6	0.0	6.2	4.8	12.5

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

NOVIEMBRE 2019



0062

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : CO-UBINAS

CODIGO : 110851

LAT.: 16° 22' 57"

LONG. 70° 51' 24"

ALT. : 3,370 msnm.

DPTO. MOQUEGUA

PROV.: GNRAL. SANCHEZ C.

DIST. : UBINAS

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm)

1993	22.5	6.5	15.1	5.1	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0	8.5	1.0	11.7
1994	15.0	27.3	3.3	15.0	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	13.9
1995	14.7	8.1	34.0	3.1	3.4	0.0	0.0	0.0	4.5	0.3	9.2	14.1
1996	16.0	27.0	3.8	13.5	1.7	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	4.9	11.9
1997	24.1	23.6	14.5	S/D	0.0	0.0	0.5	15.8	13.4	0.0	4.7	18.1
1998	29.2	11.3	17.2	14.3	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	13.2
1999	10.9	33.0	24.3	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	6.5	0.0	8.3
2000	13.6	22.0	18.1	4.3	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	12.1
2001	19.6	34.8	12.0	8.4	0.1	0.5	0.0	0.6	0.0	3.7	0.0	7.2
2002	20.3	20.8	18.0	6.9	0.7	0.2	19.0	0.0	0.0	0.0	12.7	12.6
2003	12.5	15.2	9.8	2.3	6.8	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	18.1
2004	15.2	26.6	S/D	17.3	0.0	0.0	5.8	2.3	0.0	0.0	0.0	11.5
2005	13.7	31.8	12.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	12.5
2006	19.0	11.7	13.5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	5.3	8.6
2007	18.4	19.9	17.8	7.9	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	6.9
2008	18.4	16.8	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	8.8
2009	8.1	19.0	8.6	11.5	0.0	0.0	6.0	0.0	6.0	0.0	3.2	2.3
2010	11.9	13.8	7.1	8.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	6.6
2011	26.9	28.2	4.3	28.6	14.4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	19.1	22.5
2012	11.0	25.6	12.0	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.5	0.0	22.3
2013	17.2	18.5	24.6	0.0	7.6	4.7	4.0	8.2	0.0	4.5	1.0	6.0
2014	16.0	6.7	7.4	8.2	0.0	0.0	0.0	2.3	1.3	3.2	2.5	3.2
2015	13.3	18.6	18.6	12.7	0.0	0.0	6.8	0.9	2.7	0.0	4.7	0.0
2016	2.9	21.0	16.0	10.0	2.2	8.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
2017	19.0	19.0	16.4	0.8	2.4	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	8.0	9.0
2018	15.0	19.4	7.2	7.6	0.0	4.6	8.8	0.0	0.0	8.0	0.0	4.0

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

NOVIEMBRE 2019

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL



0061

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : PLU-CALACOA
CODIGO : 8308

LAT.: 16° 44' 4.6" DPTO. MOQUEGUA
LONG. 70° 40' 56.9" PROV.: M. NIETO
ALT. : 3,478 msnm. DIST. : SAN CRISTOBAL

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964	S/D	S/D	10.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	28.9
1965	17.0	40.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	S/D
1966	17.0	17.0	16.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	4.0	5.3
1967	15.0	23.8	38.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
1968	17.0	16.0	16.7	1.0	1.4	S/D	0.0	0.0	0.0	5.8	13.5	4.5
1969	20.0	8.8	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.8
1970	31.4	11.2	11.8	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	8.3
1971	16.5	18.9	7.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
1972	18.9	33.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	9.2
1973	26.9	35.0	36.1	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	4.2	0.0	0.0
1974	31.0	21.1	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	6.2
1975	18.0	13.5	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4
1976	19.9	15.8	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D
1977	40.7	16.5	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	17.8
1978	8.0	20.1	20.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	2.2
1979	12.3	7.3	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
1980	12.0	30.0	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0
1981	S/D	50.7	31.1	11.7	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	5.0	7.2
1982	16.1	23.2	3.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	11.9	4.2	S/D
1983	9.8	13.4	4.6	42.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
1984	19.5	48.4	14.0	0.0	0.0	5.4	0.0	12.4	0.0	8.3	12.3	9.2
1985	0.0	10.8	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	13.0
1986	20.9	17.5	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8
1987	18.9	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0
1988	12.9	5.2	11.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7
1989	12.9	30.7	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	18.7	3.1	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	17.4
1991	14.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.0	1.0	4.0

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

DICIEMBRE 2019



0060

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : PLU-CALACOA
CODIGO : 8308

LAT.: 16° 44' 4.6" DPTO. MOQUEGUA
LONG. 70° 40' 56.9" PROV.: M. NIETO
ALT. : 3,478 msnm. DIST. : SAN CRISTOBAL

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1992	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	16.4
1993	22.0	19.1	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	7.1	11.0
1994	20.1	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
1995	10.5	0.0	8.6	4.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0
1996	17.2	14.7	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.2
1997	28.1	35.0	30.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	16.0	0.0	5.1	24.0
1998	31.5	24.0	7.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	24.2
1999	21.3	32.8	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	6.4
2000	22.1	31.7	14.4	2.5	4.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
2001	21.3	53.8	26.2	6.3	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0	5.0	0.5	2.2
2002	8.8	60.6	22.1	3.1	0.0	6.2	20.0	0.0	0.0	0.0	4.9	12.4
2003	9.5	19.0	11.4	0.5	9.2	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	8.7
2004	23.5	20.0	16.7	0.0	0.0	0.0	6.0	2.5	0.0	0.0	0.0	5.0
2005	18.0	28.5	28.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	29.5
2006	27.0	25.0	10.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	1.0
2007	10.9	15.0	10.1	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	7.5
2008	30.1	40.1	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	8.0
2009	10.6	10.1	18.6	3.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	4.0	2.8
2010	9.6	7.6	5.4	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	5.6
2011	17.1	21.7	2.5	10.2	6.5	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	10.5
2012	19.0	30.6	7.1	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	10.0
2013	4.1	29.8	15.5	0.0	15.0	12.6	0.0	7.0	0.0	2.3	0.0	5.2
2014	10.3	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	S/D
2015	18.1	17.6	19.8	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	S/D
2016	4.0	19.6	0.0	4.7	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
2017	32.5	17.6	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	15.3
2018	13.8	7.3	10.3	9.0	0.0	2.3	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

DICIEMBRE 2019



0059

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : CO-CARUMAS

CODIGO : 873

LAT.: 16° 48' 44.6"

DPTO. MOQUEGUA

LONG. 70° 41' 29.3"

PROV.: MCAL. NIETO

ALT. : 3,150 msnm.

DIST. : CARUMAS

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964	18.0	S/D	S/D	2.5	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	11.8
1965	16.8	25.0	3.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0
1966	2.5	19.5	15.0	S/D	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1967	0.0	S/D	25.8	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
1968	12.2	12.8	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	4.3
1969	10.5	9.5	8.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	S/D	S/D	0.0	22.7
1970	10.5	11.4	11.2	S/D	S/D	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0
1971	11.3	23.6	10.2	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D
1972	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973	16.4	24.9	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1974	20.9	25.4	16.8	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5
1975	18.4	20.4	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1
1976	30.6	33.1	37.2	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	S/D	S/D
1977	0.0	38.6	27.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	12.6
1978	27.9	10.1	16.2	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	3.6
1979	12.4	0.2	37.6	S/D	S/D	0.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1980	S/D	6.5	53.5	5.5	0.5	S/D	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	5.0
1981	15.0	20.6	S/D	0.0	0.0	S/D	0.0	0.5	0.0	0.0	S/D	5.2
1983	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	S/D	0.0	9.5
1984	16.0	13.5	20.0	0.0	0.0	S/D	0.0	7.0	0.0	3.0	12.0	7.0
1985	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	S/D	13.4
1986	S/D	0.0	0.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1989	S/D	S/D	S/D	0.0	S/D	0.0	0.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1997	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	19.9	19.1	0.0	0.0	6.0
1998	31.9	38.7	3.2	1.1	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	11.9
1999	11.1	24.6	26.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	5.5
2000	18.5	18.6	38.8	9.5	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5
2001	15.1	35.9	32.5	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	1.4	1.7

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

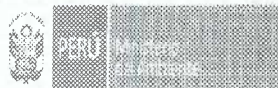
DICIEMBRE 2019



0058

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : CO-CARUMAS
CODIGO : 873

LAT.: 16° 48' 44.6" DPTO. MOQUEGUA
LONG. 70° 41' 29.3" PROV.: MCAL. NIETO
ALT. : 3,150 msnm. DIST. : CARUMAS

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002	10.9	31.5	26.6	3.2	0.0	3.6	15.0	0.0	0.0	0.0	9.0	5.7
2003	8.5	18.4	12.9	16.9	1.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	10.0
2004	23.7	19.2	13.4	2.1	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2
2005	22.2	14.8	15.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	10.7
2006	23.6	19.6	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.2	7.8
2007	15.5	14.4	30.5	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
2008	40.2	19.6	11.5	1.1	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	7.3
2009	5.5	15.1	10.6	26.3	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	4.7	4.6
2010	15.6	20.4	6.1	2.1	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
2011	15.6	19.9	2.8	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	29.5
2012	28.2	30.3	25.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	23.5
2013	12.2	59.4	31.8	0.0	7.6	2.9	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	7.3
2014	25.8	10.6	8.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.8	0.0
2015	13.1	30.2	27.0	5.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
2016	0.0	34.5	4.2	8.6	0.0	2.2	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
2017	25.0	17.8	12.1	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
2018	6.8	10.2	9.4	2.3	0.0	0.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE
BASE DE DATOS DZ-7/MELR
S/D = Sin Datos

DICIEMBRE 2019



VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

0057

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : CO-PAMPA UMALSO
CODIGO : 158309

LAT.: 16° 52' 22.9" DPTO. MOQUEGUA
LONG. 70° 25' 23.8" PROV. M. NIETO
ALT. : 4,609 msnm. DIST. : CARUMAS

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964	9.4	10.0	8.7	7.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	9.6
1965	10.0	9.7	8.7	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	9.2
1966	15.2	7.1	9.5	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	5.2	12.0
1967	S/D	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	19.5
1968	19.0	10.0	6.8	9.3	2.1	7.3	0.0	0.0	0.0	8.3	4.1	4.1
1969	11.9	28.1	17.3	6.3	0.0	0.0	0.0	1.8	1.5	4.2	3.5	20.6
1970	S/D	S/D	S/D	S/D	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.6	14.8
1971	S/D	S/D	S/D	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
1972	20.0	9.8	12.6	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	4.5	4.5	8.7
1973	18.0	17.0	17.1	9.3	0.0	0.0	0.0	6.7	4.7	0.0	4.7	4.9
1974	24.1	11.3	14.2	10.5	11.8	8.4	0.0	16.0	7.2	8.4	4.3	9.5
1975	13.7	19.7	18.3	5.3	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5
1976	17.0	13.6	12.8	7.9	2.9	6.0	0.8	4.3	7.2	0.0	0.0	14.4
1977	16.0	20.1	11.0	2.4	1.8	S/D	1.3	1.1	0.0	0.0	8.7	5.9
1978	12.9	6.8	9.4	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	3.8	6.3
1979	11.9	6.3	13.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	6.9	3.6	6.6
1980	5.1	4.5	0.6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	2.0	9.7
1981	10.1	10.2	8.5	7.1	0.7	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	8.6	6.5
1982	14.1	7.5	5.7	4.8	3.9	0.0	0.0	0.0	5.4	4.3	3.7	0.6
1983	4.8	3.2	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	3.4	0.0	6.1	7.4
1984	7.5	5.4	8.2	6.9	0.0	5.2	0.0	0.9	0.0	0.6	26.1	3.2
1985	2.4	3.7	3.2	2.5	0.0	1.3	0.0	0.0	1.2	3.0	2.9	3.6
1986	10.2	5.2	10.0	2.8	0.0	0.0	2.9	0.5	0.0	0.0	0.0	10.0
1987	11.1	5.3	2.8	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.3	0.0	7.3
1988	9.6	13.1	10.3	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D
1989	11.0	26.8	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	8.1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	12.0

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL



DICIEMBRE 2019



0056

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL ZONAL 7

ESTACION : CO-PAMPA UMALSO

CODIGO : 158309

LAT.: 16° 52' 22.9" DPTO. MOQUEGUA

LONG. 70° 25' 23.8" PROV. M. NIETO

ALT. : 4,609 msnm. DIST. : CARUMAS

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1991	8.4	7.9	0.0	5.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1992	S/D	S/D	S/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
1993	14.4	2.5	1.0	0.0	0.0	1.4	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	5.3
1994	17.0	7.6	7.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.9	3.4
1995	3.5	3.5	6.0	0.0	1.5	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	3.1	4.8
1996	5.2	6.9	12.1	4.1	0.4	0.0	0.0	3.8	1.6	0.0	1.3	3.2
1997	8.7	31.5	9.4	2.8	1.4	0.0	0.0	10.9	7.3	0.0	4.7	14.2
1998	26.3	6.9	3.1	7.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	10.6
1999	10.5	27.7	11.9	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	3.0	0.0	8.4
2000	15.0	14.1	10.6	4.1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	12.2	2.7	7.1
2001	26.9	21.1	14.9	11.2	1.5	1.9	0.0	4.2	0.0	5.8	8.6	12.4
2002	20.0	16.2	23.4	16.6	7.0	2.7	6.3	6.3	0.0	0.0	17.5	14.6
2003	13.4	9.9	15.2	4.3	11.3	0.0	0.0	5.8	3.6	0.8	3.3	16.1
2004	14.6	25.1	16.8	9.8	0.0	0.0	11.7	9.4	8.0	1.4	0.1	8.2
2005	12.4	23.0	12.9	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	4.1	3.9	13.9
2006	13.6	16.6	12.2	5.6	0.0	3.6	0.0	0.0	0.8	8.6	19.3	21.0
2007	21.1	16.7	32.7	8.5	12.6	0.8	0.0	S/D	S/D	0.0	0.0	0.0
2008	9.4	4.9	12.8	2.4	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	11.4
2009	2.3	4.2	16.6	5.6	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	3.8	14.0	6.0
2010	4.2	12.8	6.8	6.4	6.8	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	8.6
2011	26.4	11.9	7.2	6.7	6.1	0.0	1.0	0.0	0.8	0.0	22.9	15.4
2012	12.1	15.4	6.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	5.6	4.4	8.8
2013	14.5	10.4	14.1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2014	13.3	5.0	4.9	11.9	0.0	0.0	0.0	0.8	0.7	0.8	4.2	4.4
2015	25.0	16.5	25.0	7.9	0.0	0.0	8.8	1.4	0.0	3.8	0.0	0.0
2016	14.4	19.8	6.5	S/D	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2
2017	17.5	12.9	17.2	12.2	5.5	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	2.3	10.5
2018	16.1	13.4	6.1	8.6	0.0	5.8	7.0	0.0	0.0	5.1	0.0	7.4

Información preparada para PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE

BASE DE DATOS DZ-7/MELR

S/D = Sin Datos

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

DICIEMBRE 2019



0055

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

3. ANEXO 3: ESTUDIO HIDRAULICO CON MODELAMIENTO DE FLUJO Y DELIMITACION DE AREAS INUNDABLES.

Tabla de contenido

I. MODELAMIENTO HIDRÁULICO	3
1.1. Marco teórico	3
1.1.1. Tipos de ecuaciones hidrodinámicas	3
1.1.1.1. Modelos unidimensionales	3
1.1.1.2. Modelos bidimensionales	4
1.1.1.3. Modelos tridimensionales	5
1.1.2. Ecuaciones hidrodinámicas	5
1.2. Simulación hidráulica 2D	6
1.2.1. Descripción del modelo	6
1.2.2. Configuración del modelo	6
1.2.3. Coeficiente de rugosidad	7
1.2.4. Condiciones de frontera (aguas arriba y abajo)	8
1.2.4.1. Condiciones de contorno	8
1.2.5. Resultados de modelo sin proyecto	14
1.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0054

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Índice de Cuadros

Cuadro N° 1 Comparación de modelamientos numéricos y recomendaciones de aplicación	5
Cuadro N° 2 Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000.....	8
Cuadro N° 3 Valores del coeficiente de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas	8

Índice de Figuras

Figura N° 1 Tamaño de Malla de la Zona de Estudio en software HEC-RAS.....	6
Figura N° 2 Tamaño de Malla refinada	7
Figura N° 3 Condiciones de frontera aguas arriba.....	9
Figura N° 4 Ingreso de flujo no permanente	9
Figura N° 5 Hidrogramas de ingreso a la modelación hidráulica	10
Figura N° 6 Hidrograma del Flujo – Ingreso 1.....	11
Figura N° 7 Hidrograma del Flujo – Ingreso 2.....	12
Figura N° 8 Hidrograma del Flujo – Ingreso 3.....	13
Figura N° 9 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto	15
Figura N° 10 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 1	16
Figura N° 11 Velocidades Máximas Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 1.....	18
Figura N° 12 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 2	19
Figura N° 13 Velocidades Máximas Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 2.....	21
Figura N° 14 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 3	22
Figura N° 15 Velocidades Máximas Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 3.....	24



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0053

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

I. MODELAMIENTO HIDRÁULICO

Para determinar el polígono de inundación del río Ichuña para un periodo de retorno de 140 años será necesario un modelo hidráulico bidimensional, que desarrollaremos en el software libre HEC-RAS.

1.1. Marco teórico

La modelización numérica de la hidrodinámica de ríos precisa del uso de teoría hidráulica del flujo en lámina libre y de los métodos numéricos para resolver las ecuaciones de conservación, el conjunto se ha definido recientemente como hidro informática. El continuo desarrollo de la arquitectura de los ordenadores en las últimas décadas, con máquinas cada vez más rápidas y potentes, ha propiciado también el desarrollo de nuevas técnicas numéricas.

1.1.1. Tipos de ecuaciones hidrodinámicas

La modelización numérica de la hidrodinámica de ríos precisa del uso de teoría hidráulica del flujo en lámina libre y de los métodos numéricos para resolver las ecuaciones de conservación, el conjunto se ha definido recientemente como hidro informática. El continuo desarrollo de la arquitectura de los ordenadores en las últimas décadas, con máquinas cada vez más rápidas y potentes, ha propiciado también el desarrollo de nuevas técnicas numéricas.

1.1.1.1. Modelos unidimensionales

En una dimensión lo habitual es considerar el río como una línea, con una serie de puntos de cálculo que son las secciones transversales, de manera que la geometría del cauce es una propiedad de cada sección. En este caso, las hipótesis básicas que más influyen los resultados del modelo son: 1) el flujo de agua se produce en el sentido del eje del río y es perpendicular a cada sección transversal; 2) la cota de agua es constante en cada sección; 3) la velocidad del agua es constante en cada sección.

Un problema típico de los modelos 1D es la definición de las secciones transversales cuando existen llanuras de inundación importantes y el cauce principal tiene cierta curvatura. En estos casos es difícil definir las secciones de forma que se cumpla la primera hipótesis (flujo perpendicular a la sección) y sin que las secciones transversales se superpongan entre sí. Todavía más crítico en estos casos es el hecho de que la velocidad del agua es muy variable dentro de cada sección, siendo habitual la existencia de zonas muertas difíciles de definir a priori, y pudiendo incluso existir zonas de recirculación, con formación de vórtices.

Se puede simplificar el flujo del agua en un cauce natural como unidimensional; es decir, la profundidad y velocidad solo varían en la dirección longitudinal del canal, cuyo eje se supone aproximadamente una línea recta, y velocidad constante en cualquier punto de una sección transversal.

Si se mantiene la hipótesis metodológica de un flujo permanente; es decir, que el caudal no varía con el tiempo, pero con una variación paulatina de la velocidad en el espacio, y por tanto del tirante, al no modificarse el caudal, el régimen recibe el nombre de gradualmente variado, y en el se produce una distribución hidrostática de las presiones.

Los perfiles pueden analizarse considerando régimen supercrítico y subcrítico, para la estimación de velocidades y tirantes, suele aplicar el denominado método de paso estándar (Standard Step Method), que

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

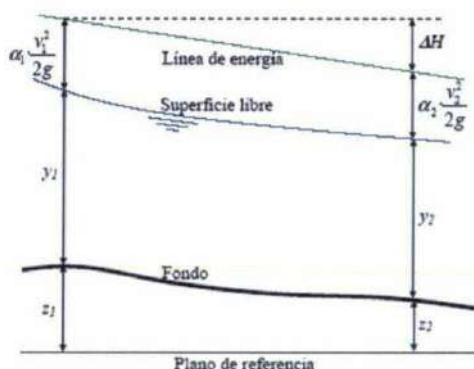


resuelve la ecuación dinámica del flujo gradualmente variado igualando la energía en dos secciones consecutivas mediante un procedimiento cíclico de aproximaciones sucesivas. Para ello se empleó el modelo computacional HEC-RAS (River Analysis System, USACE).

El modelo HEC-RAS realiza los cálculos de niveles de agua utilizando la ecuación de la energía.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

En la siguiente figura se representa el balance de energía.



Donde:

$Z_n + \frac{P_n}{\gamma}$	m	Nivel de la superficie libre de agua en los extremos del tramo.
V_n	m	Velocidad media en la sección mojada en los extremos del tramo.
α_1, α_2	m	Coefficiente de la no-uniformidad de distribución de las velocidades en la sección mojada.
$g = 9.81$	m/s ²	Aceleración por gravedad.
ΔH	m	Total, de pérdidas de energía en el tramo del curso de agua considerado en el cálculo, de una longitud L.

Para la aplicación del modelo matemático se ha empleado el Sistema de Análisis de Ríos del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos HEC-RAS.

Este software realiza cálculos hidráulicos de cursos naturales o artificiales en una dirección (unidimensional) y cuenta además con los procedimientos de cálculo para simular los efectos debidos a estructuras hidráulicas. Puede manejar una red completa de canales, una localización singular en un río y es capaz de modelar perfiles en régimen subcrítico, supercrítico o mixto.



1.1.1.2. Modelos bidimensionales

En dos dimensiones el río ya no se discretiza como una línea con una serie de secciones transversales, sino como una malla formada por una serie de celdas poligonales que representan la topografía del cauce y llanuras de inundación. Dicha malla puede ser regular o irregular, estructurada o no estructurada. La mayor flexibilidad

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0051

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

para una buena representación de la geometría y contornos se suele conseguir con una malla irregular. Lo habitual es que las mallas estén formadas por triángulos o cuadriláteros.

En la modelización en dos dimensiones, habitualmente el proceso que requiere de una mayor carga de trabajo es precisamente la generación de una buena malla de cálculo adaptada al caso de estudio, para obtener resultados más exactos en casos de estudio de inundaciones.

1.1.1.3. Modelos tridimensionales

La utilización de modelos tridimensionales para el cálculo de zonas inundables es mucho menos común que la de los modelos 1D y 2D, debido a que la extensión espacial del modelo requeriría la utilización de mallas de cálculo de varios millones de elementos, con un coste computacional muy elevado. Los modelos 3D aplicados a hidráulica fluvial se suelen restringir al estudio del flujo local en meandros o en torno a estructuras hidráulicas como pilas de puentes, vertederos o compuertas.

Cuadro N° 1 Comparación de modelamientos numéricos y recomendaciones de aplicación

1D	Cuasi – 2D	2D	3D
-Tramos largos de ríos	-Ríos con	-Estuarios	-Flujo local
-Canales	desbordamiento	-Tramos cortos de ríos	-Vertederos
	localizados	-Llanuras de	-Pilares de puentes
		inundación	
		-Flujo fuera de cauces	
		-Obras hidráulicas	

Fuente: Blade, E., Cea, L. Corestein, G. (2014), "Modelación numérica de inundaciones fluviales"

Para el caso de este estudio es recomendable el modelamiento hidráulico BIDIMENSIONAL debido a que no se conoce con exactitud la llanura de inundación del cauce para máximas avenidas, por lo tanto, un modelamiento hidráulico bidimensional ayudara a identificar estas zonas con una buena discretización topográfica del área de estudio.

1.1.2. Ecuaciones hidrodinámicas

En el módulo hidrodinámico se resuelven las ecuaciones de conservación de la masa y de momento en las dos direcciones horizontales:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h U_x}{\partial x} + \frac{\partial h U_y}{\partial y} = M_s$$

$$\frac{\partial h U_x}{\partial t} + \frac{\partial h U_x^2}{\partial x} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial x} + \frac{\tau_{s,x}}{\rho} - \frac{\tau_{b,x}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} + 2\Omega \sin(\lambda U_y) + \frac{\partial h \tau_{xx}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial y} + M_x$$

$$\frac{\partial h U_y}{\partial t} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial x} + \frac{\partial h U_y^2}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial y} + \frac{\tau_{s,y}}{\rho} - \frac{\tau_{b,y}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial y} + 2\Omega \sin(\lambda U_x) + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{yy}^e}{\partial y} + M_y$$

Donde, h es efectivos horizontales son las velocidades horizontales promedio en profundidad, g es la aceleración de la gravedad, Z_s es la elevación de la lámina libre, τ_s es la fricción en la superficie libre debida al rozamiento producido por el viento, τ_b es la fricción debido al rozamiento del fondo, ρ es la densidad del agua, Ω es la velocidad angular de rotación de la tierra, λ es la latitud del punto considerado, τ_{xx}^e , τ_{xy}^e , τ_{yy}^e son las

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



tensiones tangenciales efectivas horizontales, y M_s , M_x , M_y son respectivamente los términos fuente/sumidero de masa y de momento, mediante los cuales se realiza la modelización de precipitación, infiltración y sumideros.

1.2. Simulación hidráulica 2D

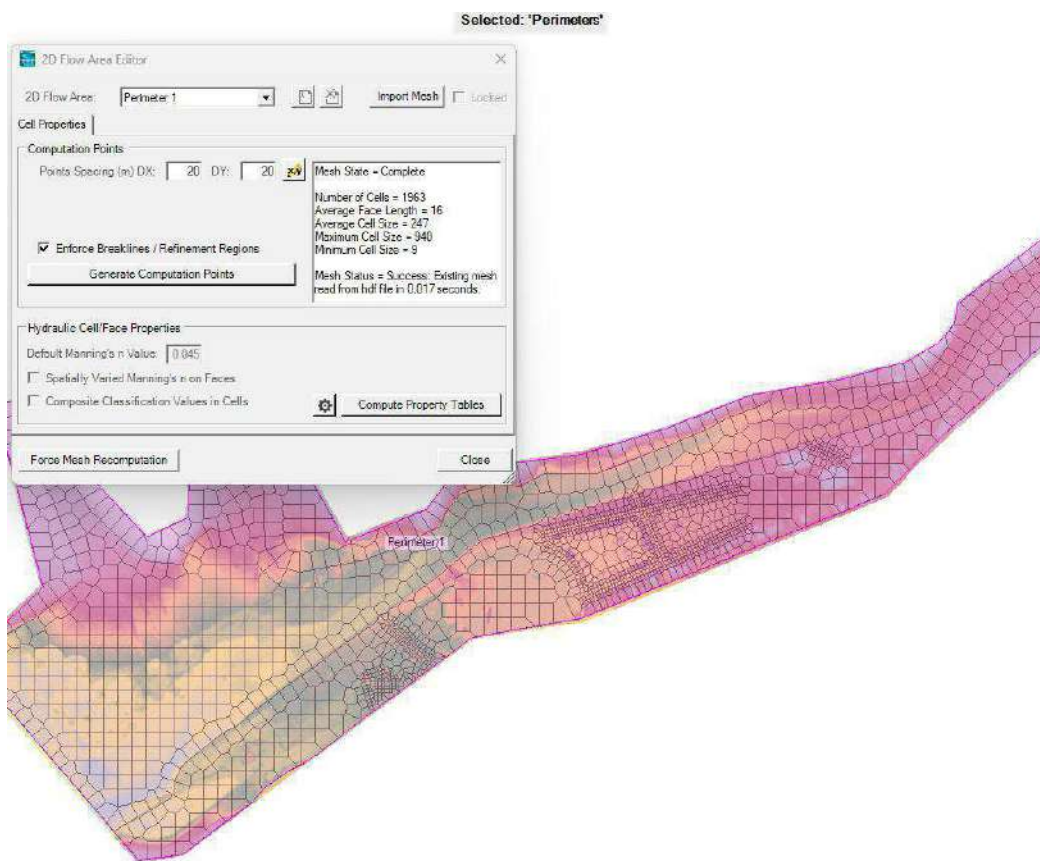
1.2.1. Descripción del modelo

El modelo hidráulico fue realizado con el programa HEC-RAS versión 6.3.1, que consta de un módulo hidrodinámico que permite la simulación bidimensional del cauce, asignando las condiciones de contorno, frontera, propiedades como el coeficiente de rugosidad y la malla no estructurada en la zona del cauce del río, siendo esta discretización del modelo generado a partir de la geometría.

1.2.2. Configuración del modelo

Se realizó el preprocesamiento de datos con la creación y asignación de las condiciones de contorno, propiedades y la malla no estructurada de 10m en las zonas de inundación y 2m en la zona de encauzamiento, siendo esta discretización del modelo generado a partir de la geometría.

Figura N° 1 Tamaño de Malla de la Zona de Estudio en software HEC-RAS



Fuente: Elaboración propia

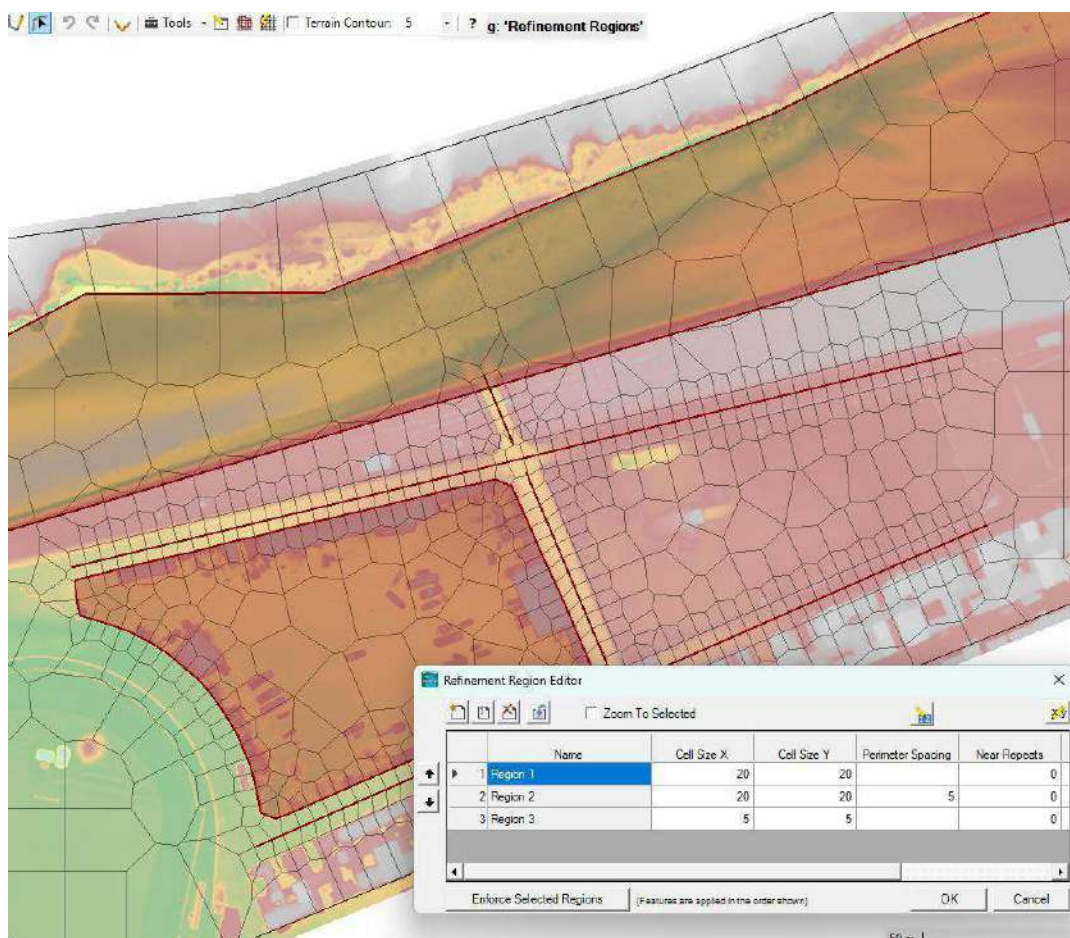
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0049

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 2 Tamaño de Malla refinada



Fuente: Elaboración propia

1.2.3. Coeficiente de rugosidad

La resistencia al flujo de agua en cauces y llanuras de inundación habitualmente se encuentra modelizado mediante un coeficiente de rugosidad, siendo en hidráulica fluvial generalmente utilizado el coeficiente "n" de Manning.

La definición de la rugosidad del cauce y áreas de flujo se ha realizado en base a buenas prácticas de modelización fluvial aplicando metodologías y estándares nacionales e internacionales, donde usualmente los valores de rugosidad hidráulica se encuentran asociados al tipo de material del lecho del cauce del río, a los diferentes tipos de uso y cobertura vegetal por donde discurre el agua, y la morfología del cauce.

Para determinar el coeficiente de rugosidad de Manning del cauce principal y las áreas aledañas, utilizaremos las tablas de suelo de acuerdo a la guía metodología para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, del Gobierno de España según SIOSE y CLC2000, así como las tablas de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas del Manual Técnico de Revestimiento de canales y cursos de agua de MACCAFERRI

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



Cuadro N° 2 Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000

Clasificación de usos de suelos del suelo del SIOSE			n
Artificial compuesto	Urbano mixto	Casco	
Cobertura artificial	Edificación		0.1
	Otras construcciones		
Cultivos	Cultivos herbáceos		0.04
	Eriazo		
			0.03

Fuente: Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables

Cuadro N° 3 Valores del coeficiente de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas

Tipo	NATURALEZA DEL CANAL	n
16	Curso de agua naturales con cauce de cantos rodados y movimiento del material del fondo	0.055

Fuente: Manual Técnico - Revestimiento de canales y cursos de agua

1.2.4. Condiciones de frontera (aguas arriba y abajo)

1.2.4.1. Condiciones de contorno

Se entiende por condiciones de contorno aquellas que definen el comportamiento de un modelo en sus límites.

Con la definición ya queda claro que en una simulación o modelización hidráulica de un tramo de río existirán dos condiciones de contorno: los límites superior e inferior del modelo, esos límites son más comúnmente conocidos como condiciones de contorno aguas abajo y aguas arriba.

Teniendo en cuenta que en modelamientos en 2D se deben tener en consideración las condiciones de flujo para caudales variables y no permanentes, lo cual se representa en hidrogramas.

En el caso de TR 140 años, presentamos cuatro (4) condiciones de contorno, en la que tenemos tres (3) condiciones de entrada para el ingreso hidrogramas y una (1) condición de salida ubicada aguas abajo margen izquierda del Centro Poblado Ichuña y defensas ribereñas, así como en las posibles llanuras de inundación.

Se incorporó lo solicitado, adjuntándose explícitamente los hidrogramas de entrada utilizados en la modelación hidráulica desarrollada en HEC-RAS 2D, incluyendo sus respectivas tablas de caudales, intervalos de tiempo y curvas de ingreso aplicadas en las condiciones de borde del modelo.



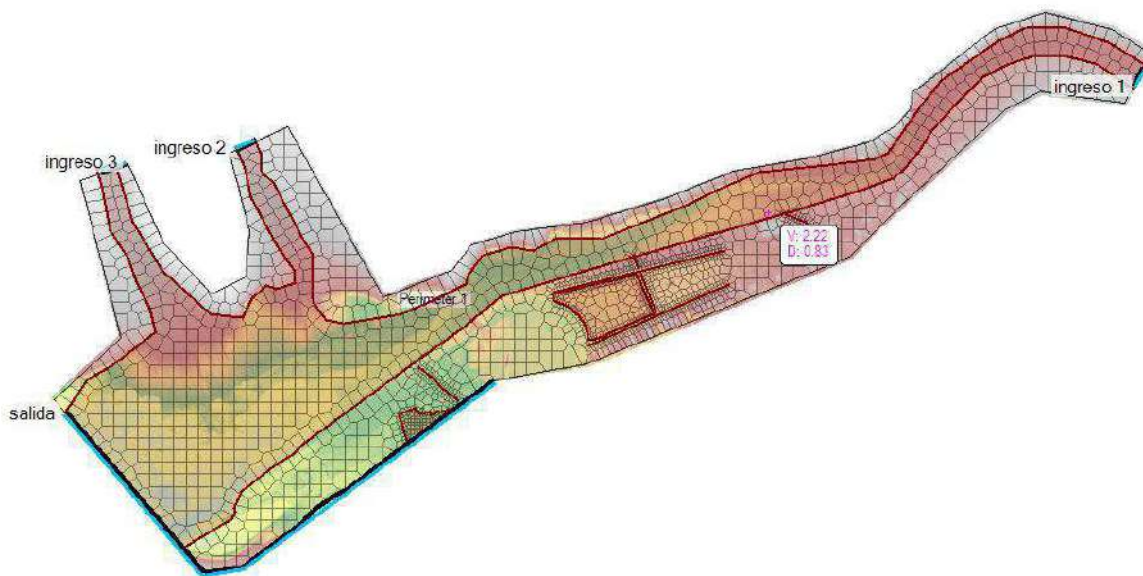
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0047

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 3 Condiciones de frontera aguas arriba



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4 Ingreso de flujo no permanente

Unsteady Flow Data - Tr140

File Options Help

Description: [] Apply Data

Boundary Conditions Initial Conditions Meteorological Data Observed Data

Boundary Condition Types

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev. Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add Conn. ... Add Pump Sta. ... Add Pipe Node ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition

Storage/2D Flow Areas

Storage/2D Flow Areas	Boundary Condition
1 Perimeter 1 BCLine: ingreso 3	Flow Hydrograph
2 Perimeter 1 BCLine: ingreso 2	Flow Hydrograph
3 Perimeter 1 BCLine: ingreso 1	Flow Hydrograph
4 Perimeter 1 BCLine: salida	Normal Depth

Fuente: Elaboración propia

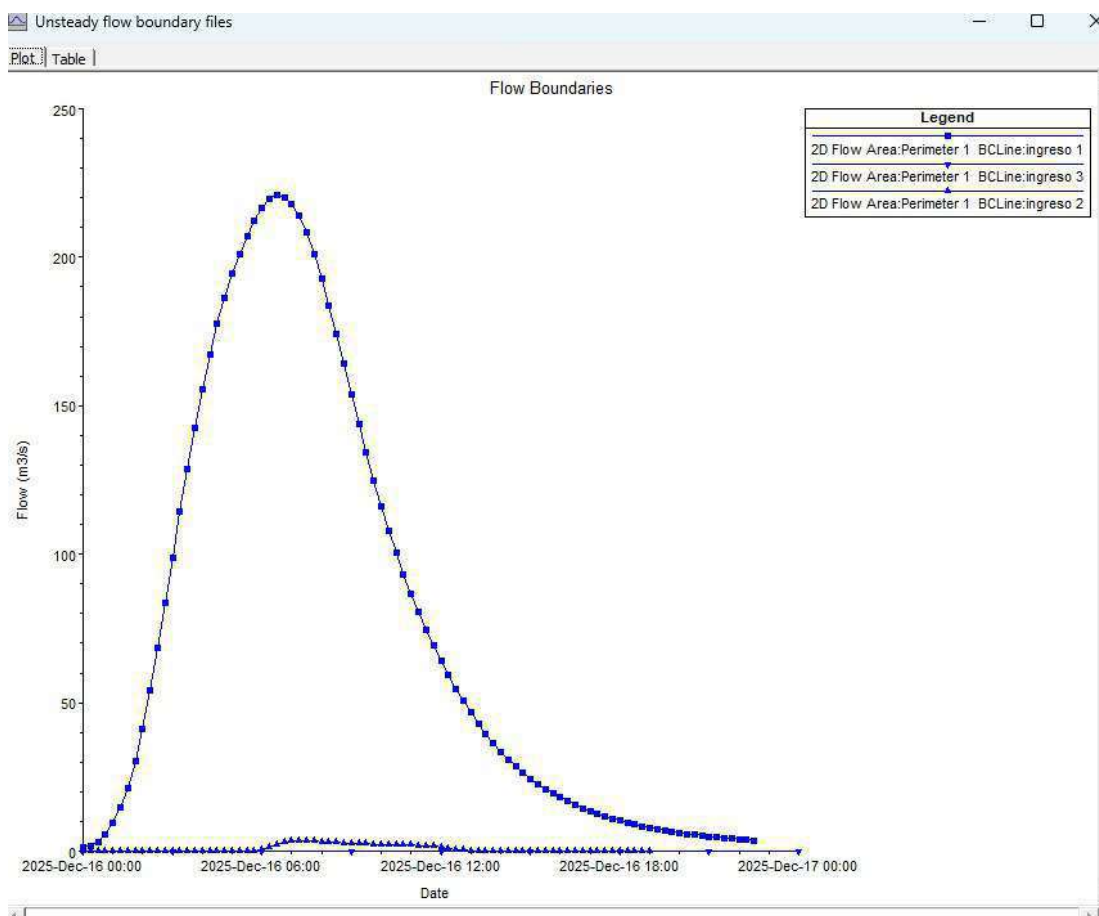
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0046

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 5 Hidrogramas de ingreso a la modelación hidráulica



Fuente: Elaboración propia en software HEC-RAS



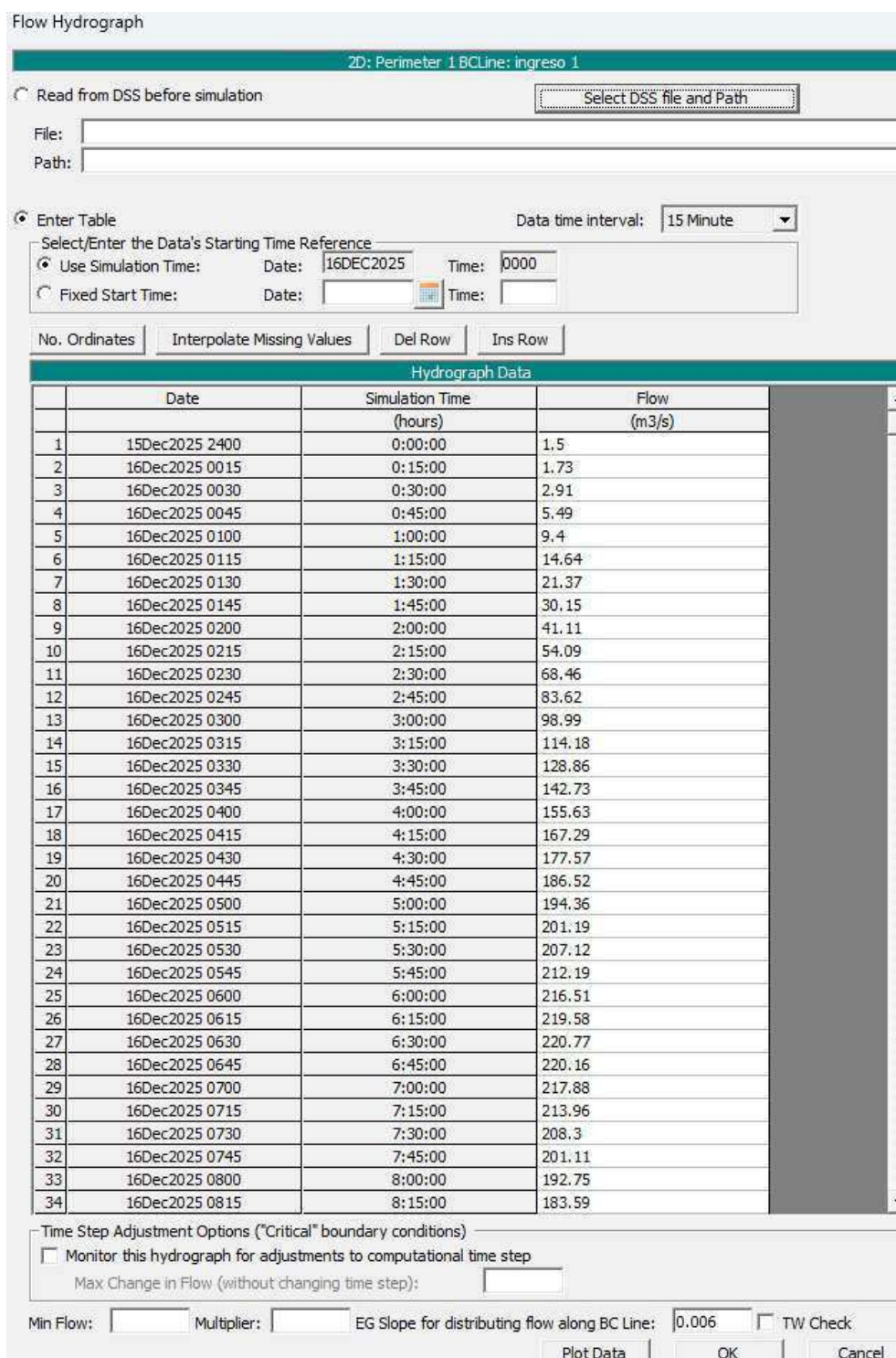
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0045

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 6 Hidrograma del Flujo – Ingreso 1



Fuente: Elaboración propia en software HEC-RAS

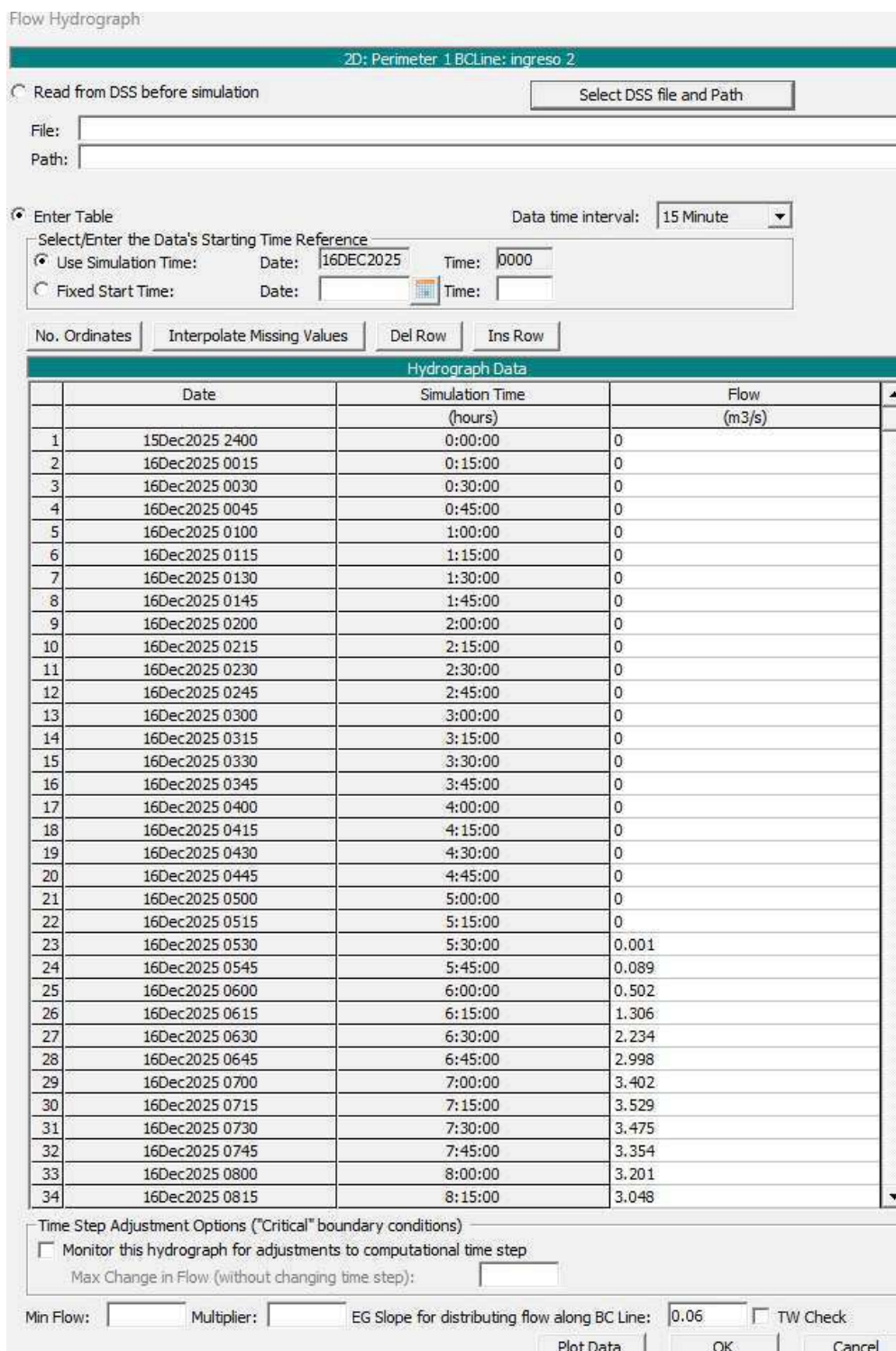
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0044

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 7 Hidrograma del Flujo – Ingreso 2



Fuente: Elaboración propia en software HEC-RAS

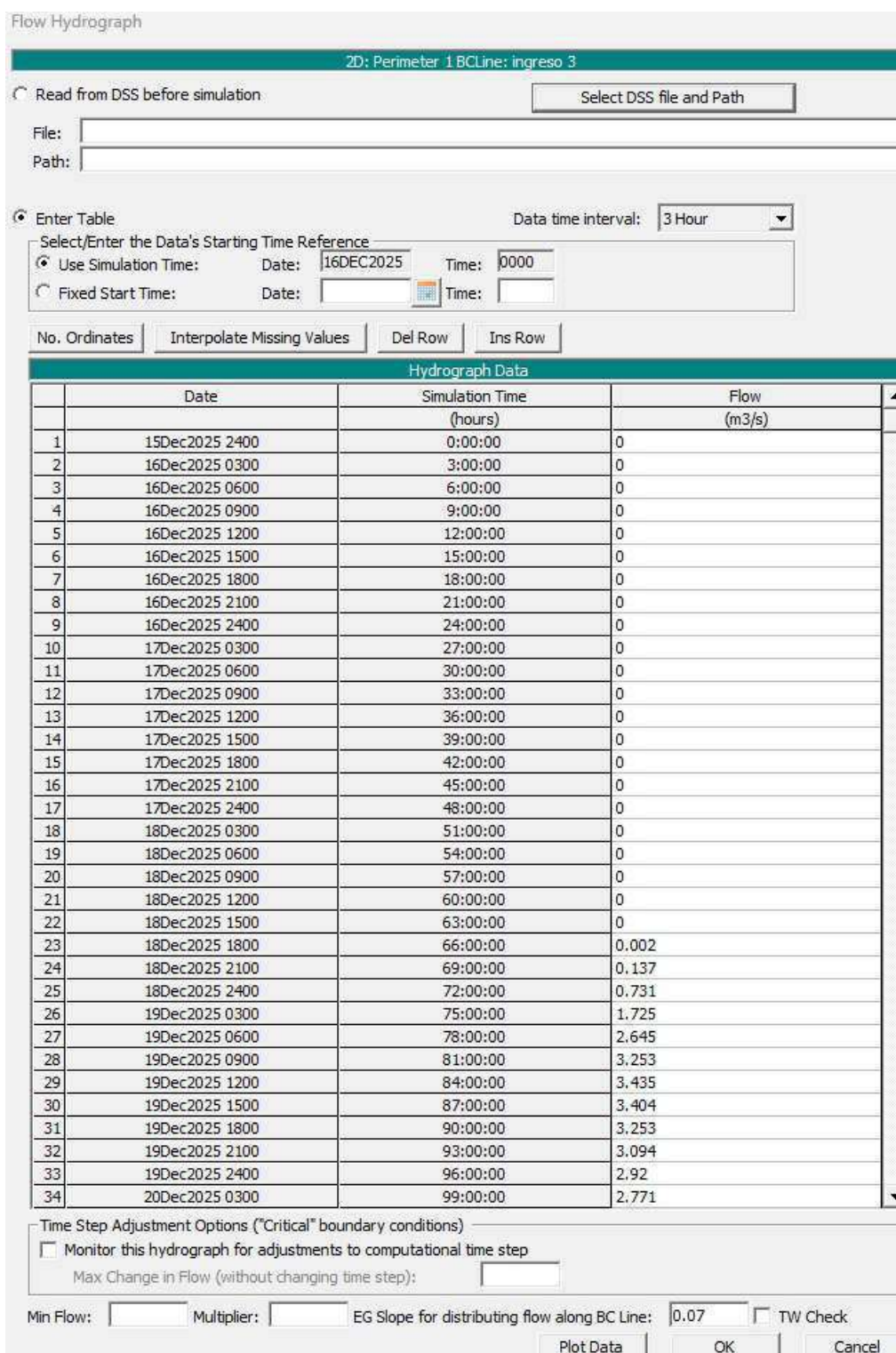
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0043

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 8 Hidrograma del Flujo – Ingreso 3



Fuente: Elaboración propia en software HEC-RAS

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0042

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

1.2.5. Resultados de modelo sin proyecto

En el tramo modelado del **río Ichuña**, adyacente al centro poblado de Ichuña, se evaluó la respuesta hidráulica del cauce ante un evento de **periodo de retorno de 140 años ($T_r=140$)**, empleando un modelo bidimensional en régimen no permanente. El análisis permitió obtener el **tirante máximo** en condición de avenida extraordinaria, identificándose las zonas de mayor energía hidráulica y las áreas potencialmente afectadas por desbordes.

Los resultados evidencian que el cauce principal mantiene una **concentración de mayor profundidad** en la sección central, con una banda dominante representada por tonos azul oscuro en la cartografía de resultados, alcanzando tirantes cercanos al borde libre del talud existente. Hacia las márgenes, especialmente en los sectores urbanos sin defensa ribereña consolidada, se presentan **láminas de inundación lateral** con tirantes reducidos pero continuos, lo que confirma la susceptibilidad a inundaciones frente a eventos de gran magnitud. Asimismo, se identificaron **tres drenajes urbanos** que descargan directamente al cauce (Drenaje 1, Drenaje 2 y Drenaje 3). En dichos puntos de confluencia, el modelo muestra **incrementos localizados del tirante**, asociados al aporte puntual de caudal pluvial y al efecto de incorporación de energía al flujo principal. El **Drenaje 3**, ubicado aguas arriba del área deportiva, presenta la interacción más crítica, ya que en condiciones de $T_r=140$ años se produce una expansión lateral significativa del flujo y propagación de inundación hacia áreas adyacentes del centro poblado, evidenciando la necesidad de obras de control y disipación.

La lectura integrada de resultados indica que, para este escenario de diseño, el sistema hidráulico del río **opera cercano a su capacidad límite**, siendo recomendable la implementación de **defensas ribereñas longitudinales**, optimización de los **sistemas de drenaje urbano**, y el análisis de medidas de **protección energética y/o disipación** en las descargas. Estos resultados se constituyen como insumo técnico para el diseño de obras de mitigación y para la delimitación de zonas de riesgo hídrico en el sector evaluado.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0041

.....
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

0040

Figura N° 9 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto



Fuente: Elaboración propia

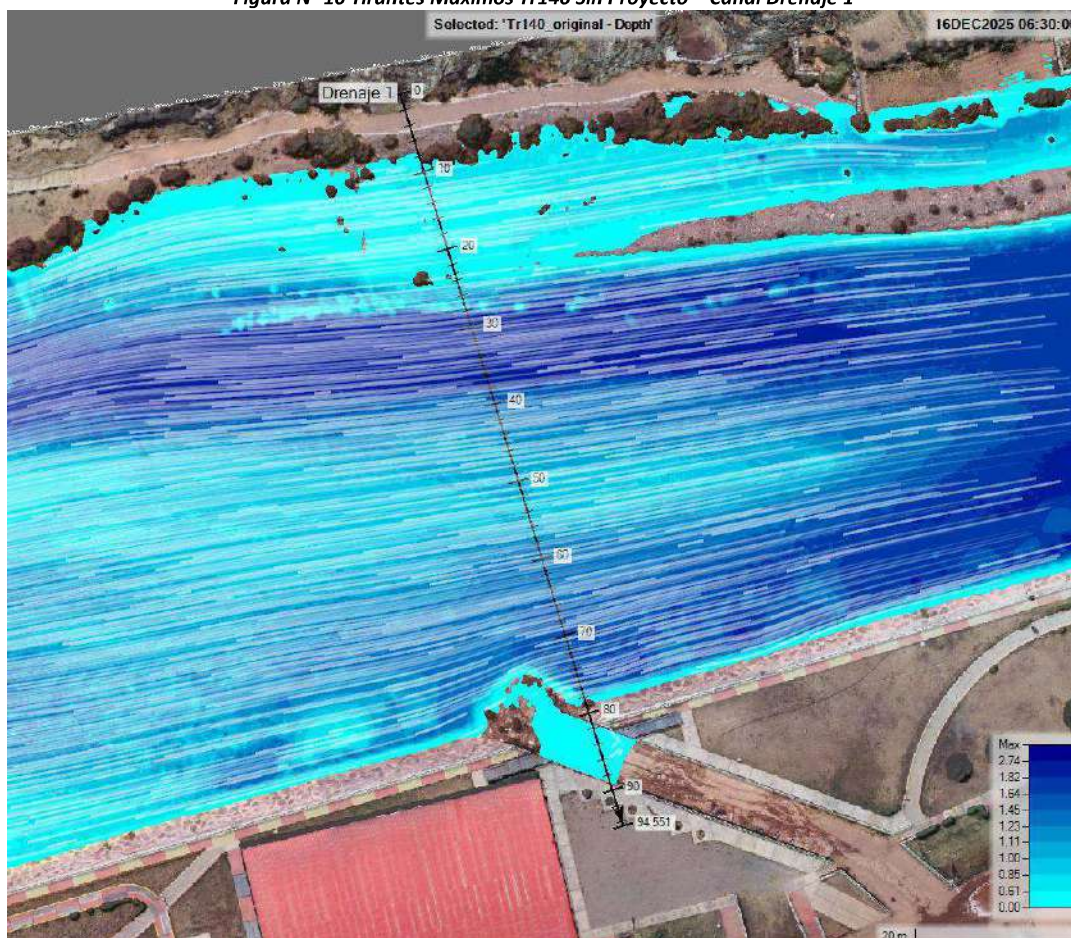
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 10 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 1



Fuente: Elaboración propia



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0039

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

En el punto de descarga denominado Drenaje 1, el modelamiento hidráulico evidencia una interacción directa entre el flujo pluvial urbano y la avenida principal del río Ichuana durante el evento de diseño con periodo de retorno de 140 años. La incorporación del caudal proveniente del drenaje genera una zona de recirculación localizada y una ligera expansión del campo de flujo hacia la margen derecha, identificada mediante el patrón de líneas de corriente y la variación de tirantes representados en el mapa de profundidades.

Los valores simulados muestran tirantes máximos entre 1.45 m y 1.82 m en las inmediaciones del punto de descarga, con incrementos puntuales cercanos a 2.00 m sobre el eje de mayor caudal del cauce. Conforme el flujo converge al cauce principal, se aprecia una dirección dominante paralela al talweg, con velocidades significativas que favorecen el arrastre de sedimentos finos y un potencial incremento en procesos de erosión marginal si no se cuenta con protección estructural.

En el extremo terrestre del drenaje, se forma una lámina de agua interior con tirantes entre 0.30 m y 0.80 m, lo que indica que en condiciones extremas existe la posibilidad de contrapresión e ingreso de agua hacia el sistema de drenaje urbano, comprometiendo la capacidad hidráulica de desagüe y generando riesgo de inundación superficial dentro del tejido urbano inmediato.

La condición observada sugiere la necesidad de evaluar la instalación de un sistema antirretorno en la descarga (tipo válvula check o compuerta abatible), así como la implementación de un cuenco dissipador o estructura de energía que reduzca el impacto directo del flujo de incorporación sobre el borde del talud. A nivel de gestión del riesgo, el punto se clasifica como una interfaz crítica de aporte lateral, debiendo considerarse como prioridad en el planteamiento de obras de mitigación y en el diseño final de defensas ribereñas para el sector.

El análisis transversal realizado en el punto de descarga correspondiente al Drenaje 1, para la condición de avenida con periodo de retorno de 140 años, evidencia la presencia de un tirante máximo de 2.37 m, determinado a partir de la diferencia entre la superficie de agua (cota 3815.07 m s.n.m.) y la cota del punto más bajo del cauce (3812.70 m s.n.m.). La geometría transversal presenta un ancho mojado aproximado de 78.5 m, lo que refleja una sección hidráulica amplia y de morfología irregular, resultado de procesos erosivos y modificaciones antrópicas en el entorno ribereño.

El área hidráulica del flujo para esta condición es cercana a 84.28 m², lo que confirma que, bajo eventos extremos, el cauce opera a un nivel cercano a su capacidad límite, requiriendo considerar un borde libre mínimo adicional. De acuerdo con los criterios de diseño, se incorporó una línea de borde libre de +1.00 m, lo cual permite obtener una referencia de seguridad para el dimensionamiento de futuras obras de defensa ribereña o estructuras de protección asociadas al drenaje.

Este comportamiento refleja que, si bien el flujo se mantiene contenido dentro del cauce principal, la proximidad entre la lámina y el borde libres propuesto evidencia que cualquier incremento adicional de caudal, presencia de obstrucciones, o sedimentación localizada podría provocar desbordes puntuales o retorno de flujo hacia la infraestructura urbana conectada al drenaje. En consecuencia, se identifica la necesidad de evaluar soluciones como válvulas antirretornos, dissipadores de energía o estructuras de control para evitar la transferencia hidráulica inversa hacia la red de drenaje pluvial.



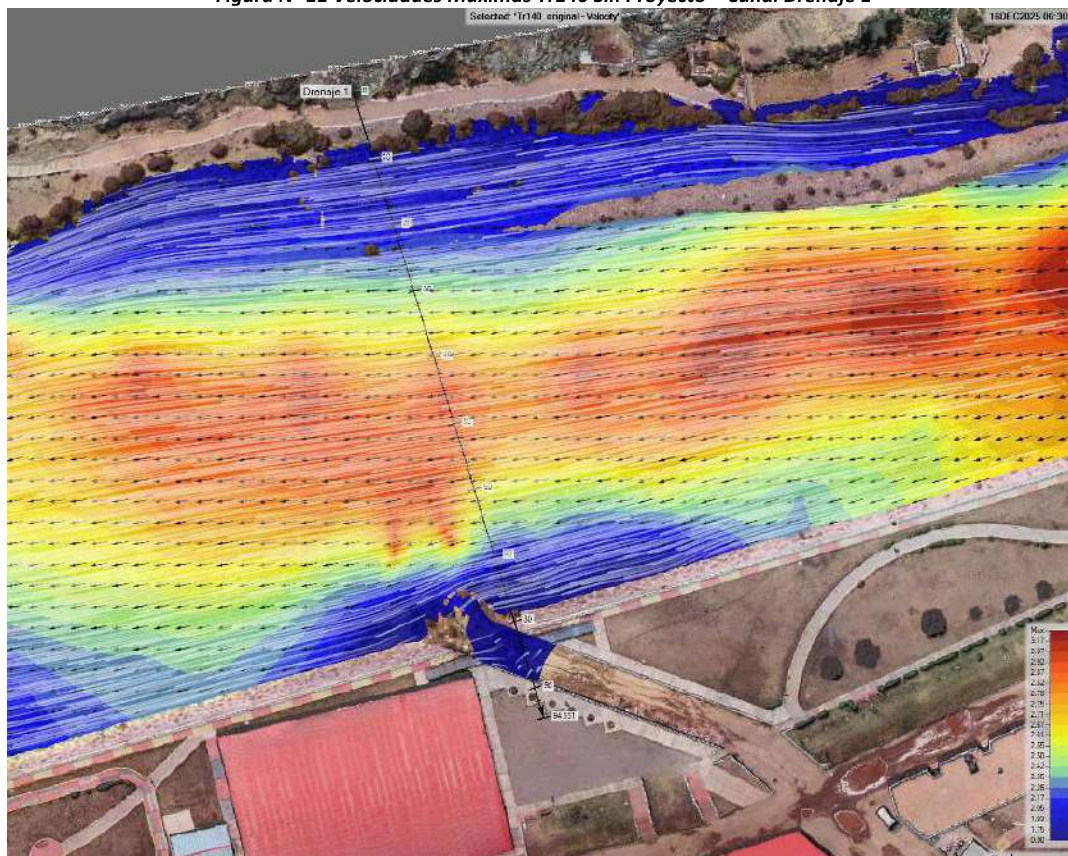
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0038

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 11 Velocidades Máximas Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 1



Fuente: Elaboración propia

El análisis del campo de velocidades en el sector del Drenaje 1 indica un comportamiento hidráulico dominado por el flujo principal del cauce, con valores de velocidad que oscilan entre 1.00 y 3.00 m/s, alcanzando máximos localizados del orden de ~3.17 m/s según el mapa de isovelocidades. Las zonas con menores velocidades (≤ 0.80 m/s) se concentran en la margen derecha, próximas al borde urbano, lo cual coincide con áreas de expansión lateral del flujo y generación de remansos.

En el eje central del río, se identifica una franja longitudinal continua de velocidades entre 2.20 y 2.80 m/s, asociada a la dirección predominante del flujo y alineada con el talweg hidráulico. Esta franja constituye la zona de mayor energía específica, representando el principal corredor de transporte de sedimentos y energía durante el evento extremo. Al aproximarse al punto de descarga del drenaje, se evidencia una disminución abrupta de velocidades debido a la interacción entre el flujo principal y la infraestructura, generando un gradiente hidráulico local que favorece procesos de erosión puntual y socavación marginal.

La geometría del drenaje y su alineamiento respecto al cauce producen un comportamiento hidráulico de entrada lateral. Aunque no se observa retorno significativo hacia el drenaje en este punto específico, la presencia de velocidades > 2.50 m/s en la zona inmediata de influencia, combinadas con tirantes superiores a 2.30 m, confirma un riesgo potencial de inestabilidad del talud en ausencia de protección estructural. Se recomienda considerar enrocado pesado, dissipadores o cimentaciones tipo muro de escollera para garantizar el desempeño hidráulico y estructural ante eventos extraordinarios.

APROBACIÓN

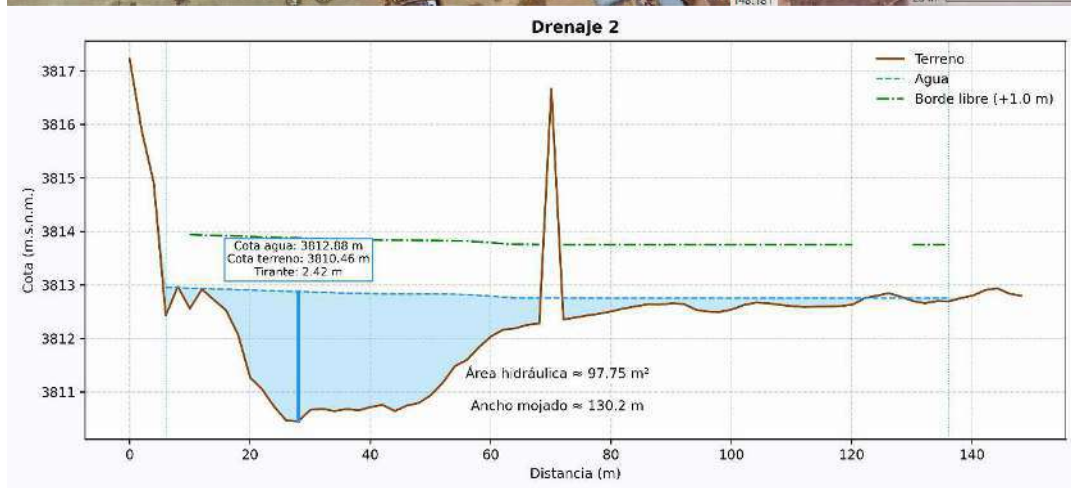
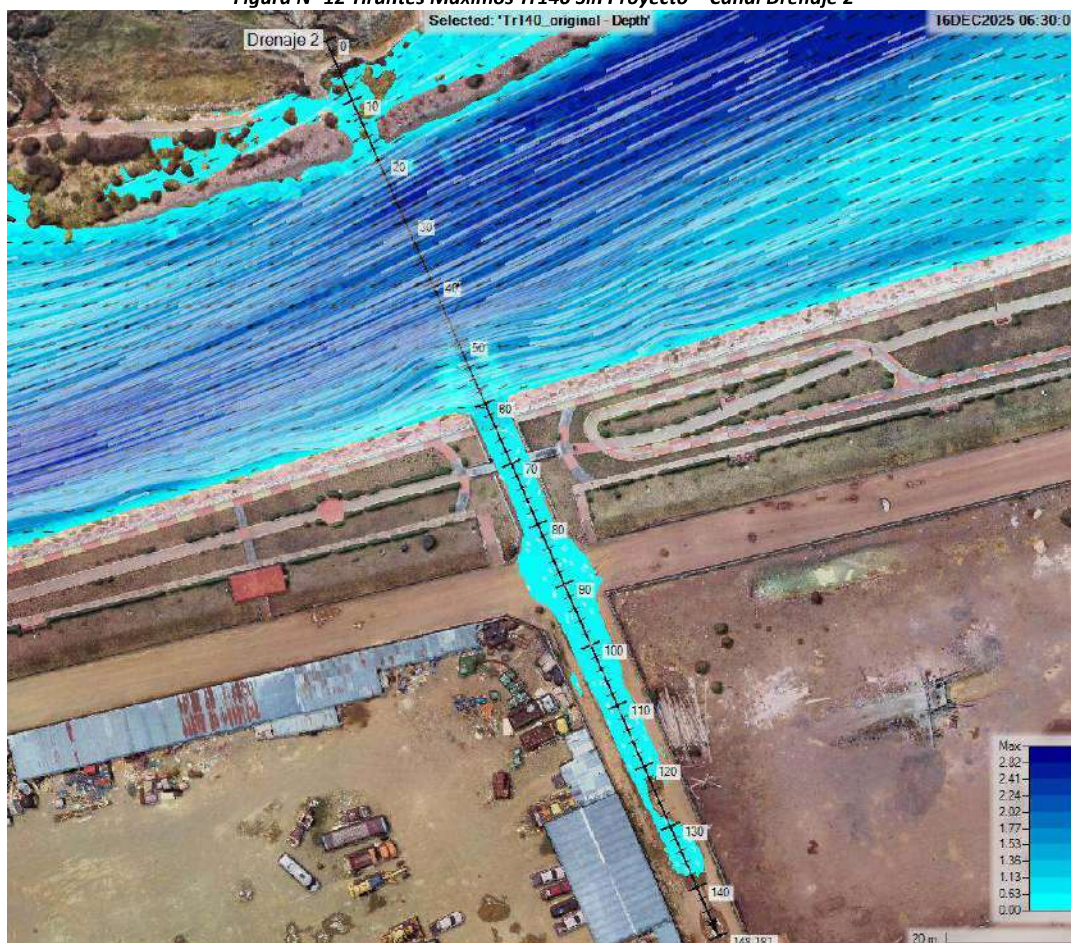
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0037

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 12 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 2



Fuente: Elaboración propia



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0036

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

En el punto de descarga identificado como Drenaje 2, el modelamiento hidráulico del río Ichuña para el escenario de avenida con periodo de retorno de 140 años evidencia una condición de invasión directa del flujo hacia el sistema urbano. El aporte proveniente del drenaje conecta con el cauce en un tramo donde la corriente principal presenta alta direccionalidad y velocidades predominantes paralelas al eje del río, generando un proceso de incorporación más estable que en el Drenaje 1, pero con mayor influencia de la energía del flujo hacia el interior del sistema urbano.

Los resultados de la simulación señalan valores máximos de tirante entre 1.77 m y 2.02 m en la zona de descarga inmediata, siendo ésta una de las áreas con mayores profundidades dentro del tramo analizado. El patrón de líneas de corriente indica una transferencia hidráulica progresiva hacia el interior del drenaje, lo que permite inferir que, bajo condiciones extremas, existe un riesgo significativo de reflujo hacia la infraestructura urbana. Esta condición se traduce en la posible afectación de vías, áreas industriales y espacios abiertos, los cuales se visualizan inundados en la imagen con láminas que varían entre 0.30 m y 1.00 m, dependiendo de la cota del terreno.

En términos de comportamiento hidráulico, el Drenaje 2 actúa como un colector de flujo invertido, es decir, el flujo del río ingresa al sistema pluvial durante el evento extremo debido a la falta de mecanismos de control hidráulico. Este fenómeno podría agravarse ante eventos sucesivos o con presencia de sedimentos que reduzcan la capacidad útil del drenaje. Asimismo, el ángulo de confluencia genera una zona de erosión potencial por turbulencia inducida, lo cual debe ser considerado para el diseño de obras de protección marginal.

El análisis de la sección transversal del Drenaje 2, correspondiente al escenario hidrológico de $T_r=140$ años, muestra un tirante máximo de 2.42 m, determinado entre la cota de la superficie del agua (3812.88 m s.n.m.) y el punto más bajo del cauce (3810.46 m s.n.m.). El ancho mojado aproximado de 130.2 m evidencia que el flujo se distribuye ampliamente en sentido transversal, lo que refleja que la sección disponible actúa como una planicie de inundación activa durante eventos de avenida extraordinaria.

El área hidráulica obtenida para estas condiciones es del orden de 97.75 m², lo que confirma que el tramo posee una mayor capacidad efectiva de conducción respecto al Drenaje 1; sin embargo, la baja pendiente transversal y la geometría irregular generan zonas de remanso y almacenamiento temporal, lo que incrementa la probabilidad de retorno de flujo hacia el sistema urbano conectado al drenaje. Esta condición se ve reforzada por la proximidad del nivel de agua con la línea de borde libre de +1.00 m, la cual opera como referencia mínima de seguridad para la implementación de obras de protección.

Se identifica un comportamiento hidráulico caracterizado por flujo extendido y baja energía específica en márgenes, mientras que hacia el eje principal se concentra una franja de mayor profundidad que mantiene la conectividad hidráulica con el cauce del río. Este patrón sugiere que, ante obstrucciones, presencia de sedimentos o incremento del caudal de avenida, el sistema podría experimentar sobrecarga hidráulica y transferencia de caudal a través del drenaje hacia áreas industriales y de almacenamiento, representando un riesgo para actividades económicas y bienes materiales situados en dicho entorno.



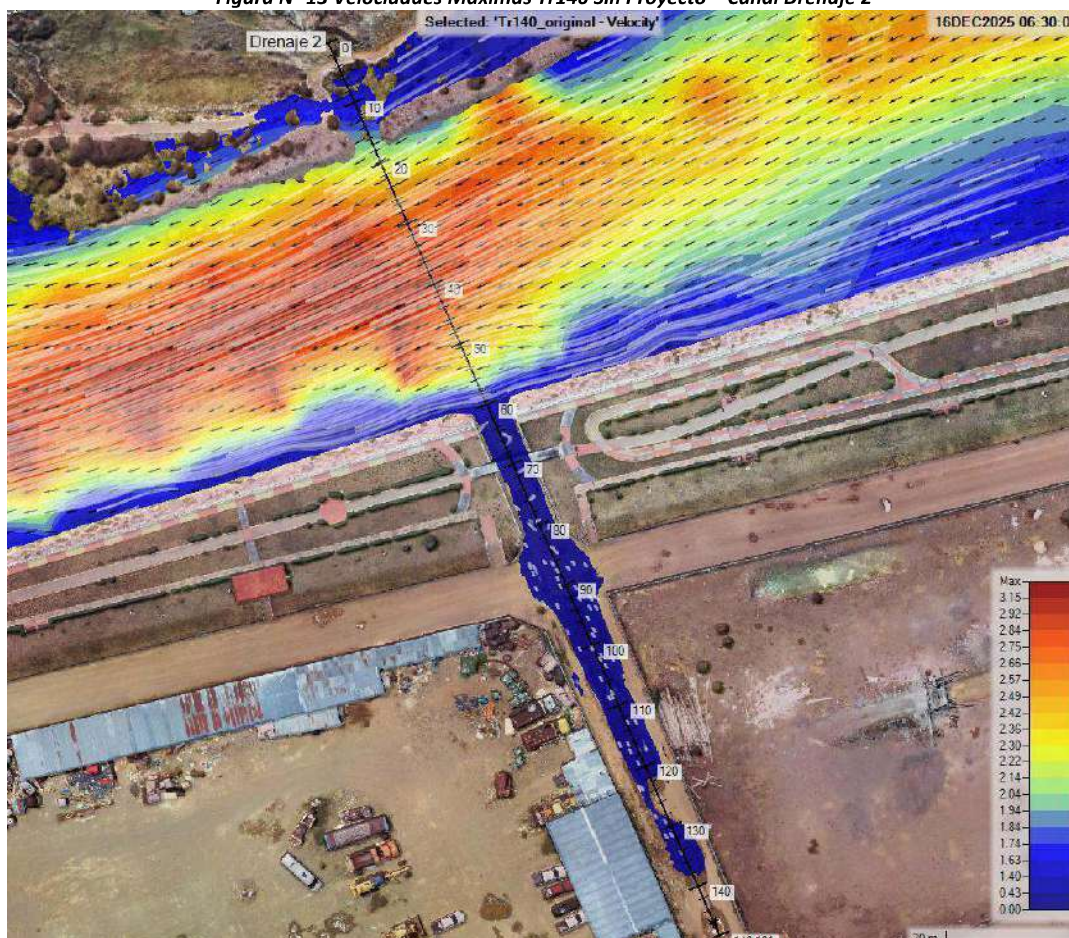
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0035

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 13 Velocidades Máximas Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 2



Fuente: Elaboración propia

En el entorno del Drenaje 2, el campo de velocidades muestra un comportamiento hidráulico condicionado por la presencia del cauce principal y la conexión directa con la red de drenaje urbano. Para el evento de diseño con $Tr = 140$ años, se registran velocidades máximas del orden de 3.15 m/s, principalmente en el eje hidráulico del río y en sectores de transferencia de energía hacia la desembocadura del drenaje.

La zona de mayor intensidad se concentra en una franja longitudinal alineada al flujo principal, con velocidades predominantes entre 2.40 m/s y 2.90 m/s (colores rojos, naranjas y amarillos). Esta banda de alta energía actúa como el principal corredor de transporte de sedimentos y constituye la zona con mayor potencial de socavación basal y erosión lateral en ausencia de revestimiento o estructuras de protección ribereña.

En la descarga del drenaje, se visualiza un gradiente hidráulico descendente hacia el interior del trazado urbano, registrado por velocidades entre 0.60 m/s y 1.40 m/s, lo cual confirma el ingreso del flujo al drenaje bajo condiciones extremas. Este comportamiento ratifica lo observado en los análisis de tirante y sección transversal: el sistema opera hidráulicamente de forma inversa a su función, actuando como receptor del caudal del río en lugar de evacuarlo desde la ciudad.

APROBACIÓN

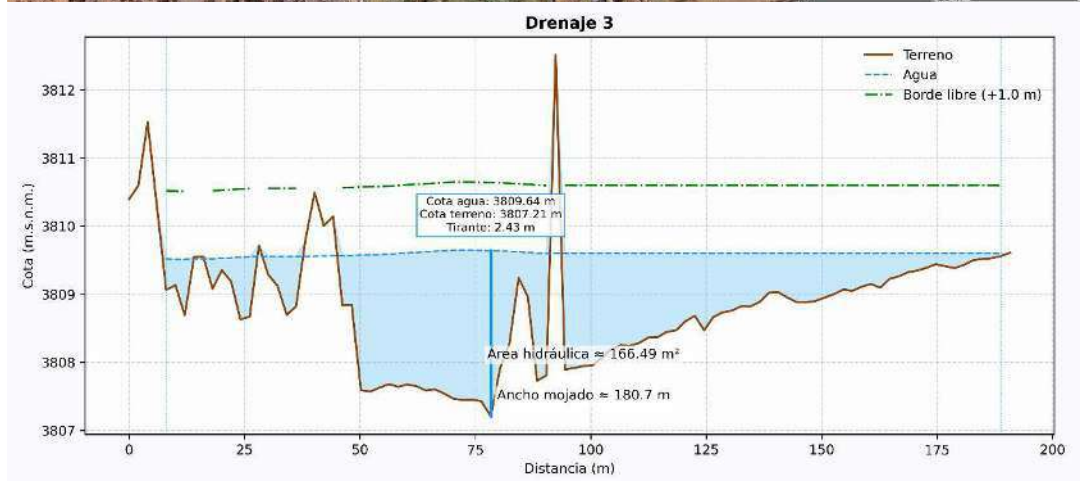
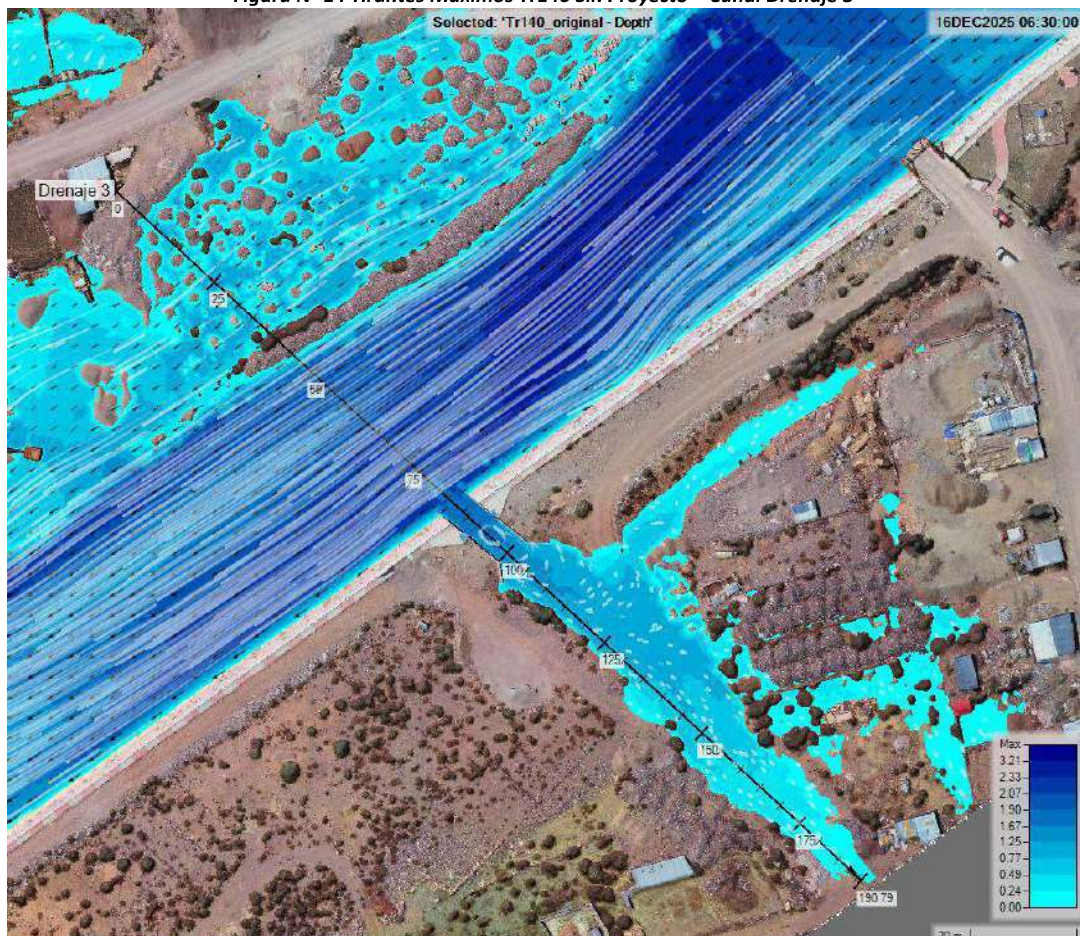
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0034

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 14 Tirantes Máximos Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 3



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0033

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

El punto de descarga Drenaje 3 constituye la condición más crítica dentro del sector urbano evaluado, debido a la interacción directa entre el flujo de avenida del río Ichuña y la topografía descendente hacia las áreas interiores del centro poblado. Para el escenario de periodo de retorno de 140 años, el modelamiento hidráulico evidencia que el caudal del río desborda y se introduce hacia la zona urbana siguiendo el alineamiento natural del drenaje, propagándose con continuidad hacia terrenos de menor cota.

La simulación muestra tirantes máximos entre 2.07 m y 2.33 m en la franja de confluencia con el cauce principal, donde el flujo alcanza su mayor energía específica debido al alineamiento favorable y al estrechamiento del cauce. Las líneas de corriente indican un ingreso definido hacia el sistema urbano, generando una lámina de inundación que avanza tierra adentro con valores entre 0.50 m y 1.50 m, afectando viviendas, áreas de uso mixto y zonas de ocupación informal.

El comportamiento hidráulico observado corresponde a un fenómeno de captura de flujo por depresión topográfica, actuando el drenaje como un canal de derivación no controlado, lo que convierte a este punto en un foco de inundación recurrente bajo eventos de gran magnitud. La pendiente descendente hacia el área urbana, sumada a la ausencia de estructuras disipadoras o barreras de contención, favorece procesos de erosión regresiva, socavación superficial y arrastre de material, condiciones que agravan la vulnerabilidad del sector.

El perfil hidráulico correspondiente al Drenaje 3 evidencia la condición estructural más crítica entre los tres puntos evaluados, debido a la morfología longitudinal descendente hacia áreas urbanas y a la marcada captura de flujo por depresión topográfica. Bajo el escenario de $T_r=140$ años, se registra un tirante máximo de 2.43 m, calculado entre la cota de agua de 3809.64 m s.n.m. y la cota mínima del terreno de 3807.21 m s.n.m.. El ancho mojado alcanza 180.7 m, valor que confirma una extensión significativa de la lámina de agua, favoreciendo la propagación hacia el interior del centro poblado.

El área hidráulica estimada de 166.49 m² es la mayor entre los tres drenajes analizados, lo que indica que este sector opera como una zona activa de almacenamiento e inundación, integrándose al cauce del río durante eventos extraordinarios. La diferencia reducida entre la línea de agua y el borde libre propuesto de +1.00 m confirma que el sistema trabaja cerca de su límite de seguridad hidráulica y que cualquier incremento adicional de carga (represamiento, material flotante, obstrucción en la desembocadura) generaría desbordes inmediatos hacia la red urbana conexas.

La geometría observada facilita el reflujo del caudal hacia áreas habitadas, con potencial para producir erosión regresiva y arrastre de sedimentos. Esta condición convierte al Drenaje 3 en un punto de descarga inversa no controlada, siendo una fuente probable de inundaciones severas en el centro poblado durante eventos extremos.



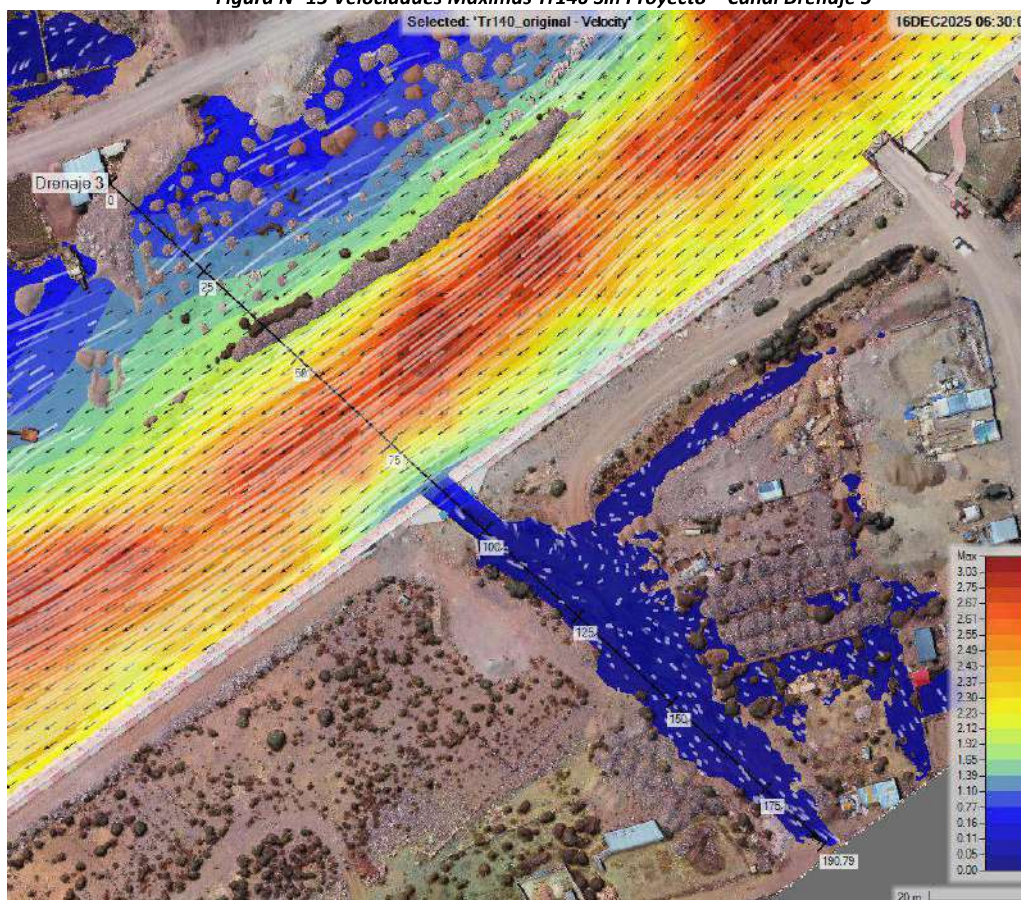
APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0032

.....
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

Figura N° 15 Velocidades Máximas Tr140 Sin Proyecto – Canal Drenaje 3



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento hidráulico observado en el Drenaje 3 durante el evento de $Tr=140$ años confirma su condición como punto crítico de ingreso de caudal hacia el área urbana. El campo de velocidades muestra valores máximos de hasta 3.03 m/s (isovelas en color rojo), principalmente en la franja central del cauce donde se concentra el flujo con mayor energía específica. Este corredor hidráulico, alineado con el talweg, actúa como fuente de aporte directo hacia el drenaje debido a la orientación geométrica y a la diferencia de cotas entre el cauce y las zonas urbanas conectadas.

La zona de contacto entre el cauce y la desembocadura del drenaje registra velocidades entre 1.20 y 2.25 m/s, lo cual permite la transferencia de flujo hacia el interior del drenaje y su propagación hacia áreas de menor elevación dentro del centro poblado. En términos hidráulicos, este comportamiento corresponde a un proceso de reflujo por gradiente hidráulico invertido, donde la energía del río supera la capacidad de contención del sistema pluvial urbano, activándolo en sentido contrario a su función de evacuación.

En el interior del drenaje y área urbana asociada, las velocidades disminuyen a rangos entre 0.30 y 1.00 m/s, lo que indica un comportamiento de inundación por lámina extendida con avance hacia zonas residenciales y predios sin control perimetral. Esta condición no solo afecta la infraestructura urbana, sino que favorece la erosión regresiva y el arrastre de sedimentos finos, lo que compromete la estabilidad del terreno y la funcionalidad del sistema de drenaje a mediano plazo.

APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE



0031

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

1.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para las estructuras proyectadas, especialmente defensas ribereñas y obras de drenaje, se adoptaron períodos de retorno acordes con la normativa nacional vigente (MTC y MIDAGRI), destacando el uso de $Tr = 140$ años para diseño hidráulico, lo que garantiza un nivel de seguridad hidráulica adecuado.

Cuenca	Área (km ²)	Pendiente Cuenca (%)	Tc (min)	I (mm/h)	P (mm)	Tr (años)	Q _{máx} (m ³ /s)
C1	1,149.29	23.6	661.4	4.3	47.4	140	220.77
S8	6.16	34.9	65.2	24.7	26.8	140	3.53
S9	5.77	41.6	51.9	29.3	25.3	140	3.44

- El modelamiento hidráulico bidimensional (HEC-RAS 2D) para un evento de $Tr = 140$ años evidencia que el tramo del río Ichuña, adyacente al Centro Poblado Ichuña, opera próximo a su capacidad límite, registrándose tirantes máximos entre 2.30 y 2.43 m en zonas críticas y con borde libre residual menor a 1.00 m.
- Los tres drenajes urbanos (D1, D2 y D3) presentan interacción hidráulica directa con el cauce durante eventos extremos; el sistema funciona de manera inversa a su propósito, permitiendo el ingreso de caudal hacia el área urbana, lo que confirma un comportamiento de reflujo hidráulico.
- El Drenaje 3 constituye el punto de mayor criticidad, actuando como un canal de derivación no controlado, captando flujo del río hacia la ciudad debido a la pendiente descendente y a su geometría abierta; se identifican tirantes de hasta 2.43 m, velocidades hasta 3.03 m/s y anchos mojados de ~180 m, condiciones que facilitan inundaciones severas.
- El drenaje 1 y 2 no tienen un ingreso de caudal ni tirantes importantes que puedan causar daños severos a las infraestructuras evaluadas (elementos expuestos).
- Las velocidades máximas obtenidas en el eje hidráulico del río (3.03 a 3.17 m/s) superan los límites de estabilidad del talud para suelos no revestidos según criterios FHWA/MTC (>2.50 m/s), generando condiciones favorables para erosión lateral, socavación local y pérdida de borde ribereño.
- Instalar dispositivos antirretornos (clapetas, compuertas abatibles o válvulas check) en las descargas de D2 y D3 para evitar el ingreso de caudal desde el río hacia el sistema pluvial urbano.
- Establecer zonas de restricción de uso urbano en áreas donde la lámina de inundación supere 0.50 m, priorizando acciones de reubicación progresiva en la zona de influencia del Drenaje 3.



APROBACIÓN

FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0030

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

- Incorporar las áreas inundables identificadas al plan de ordenamiento territorial distrital, clasificándolas como Zona de Riesgo No Mitigable hasta la ejecución de las obras planteadas.
- Coordinar con la Municipalidad/local y ANA la actualización de la faja marginal, considerando los resultados del modelo 2D como insumo técnico sustentatorio.
- Ejecutar un programa de limpieza y descolmatación periódica del cauce y canalizaciones, especialmente en las bocas de descarga, para evitar obstrucciones que incrementen la carga hidráulica.



APROBACIÓN

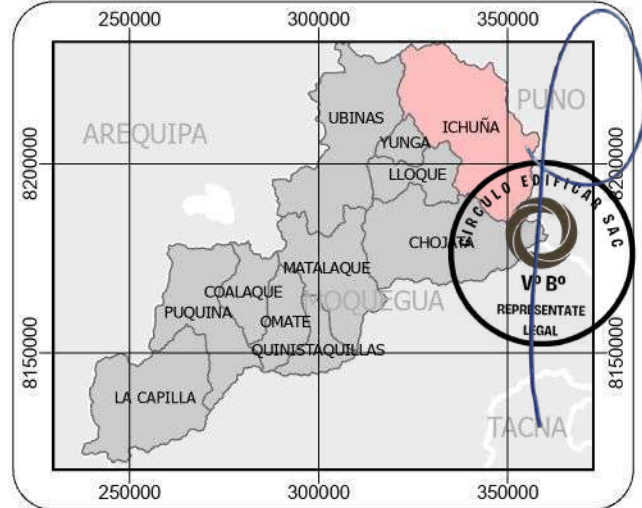
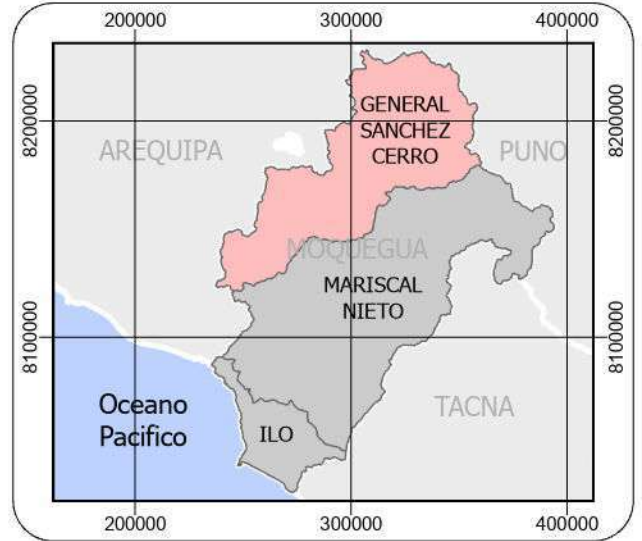
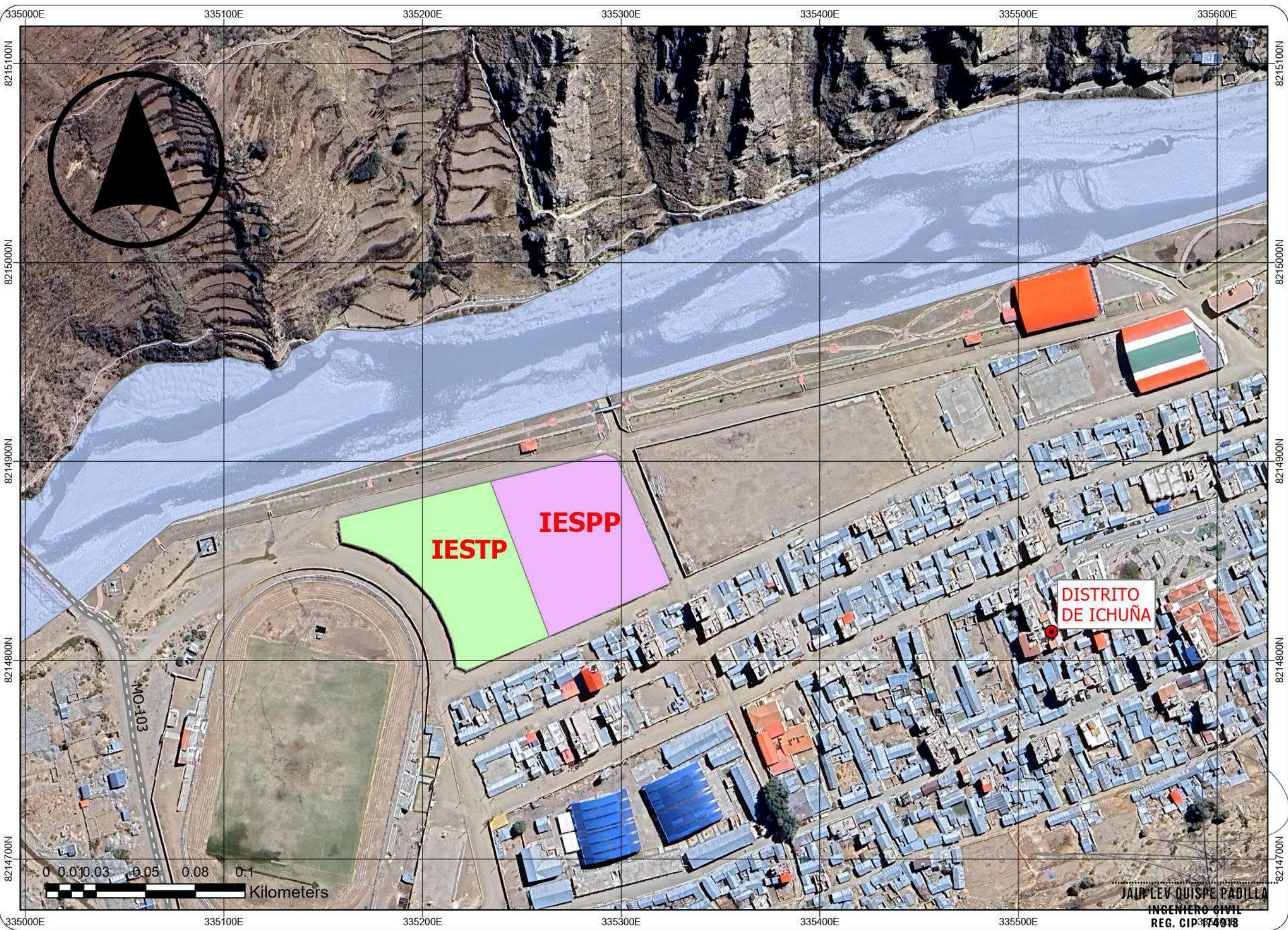
FIRMA DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

0029

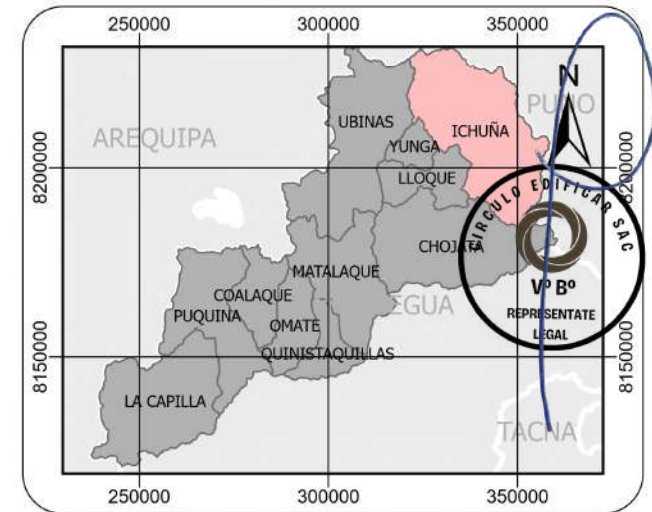
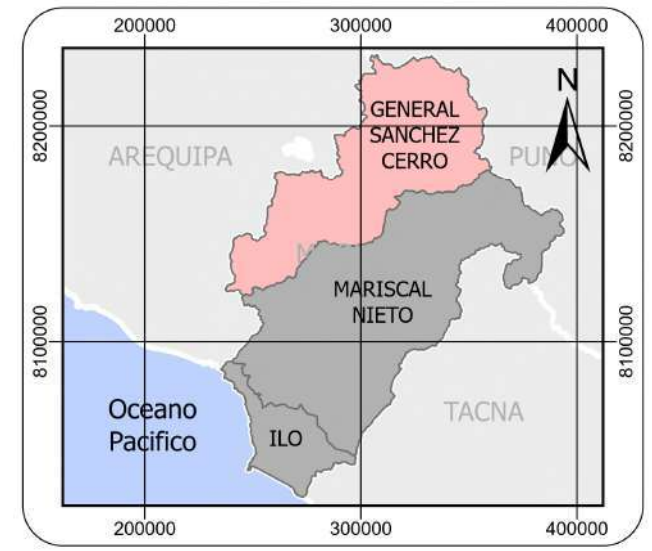
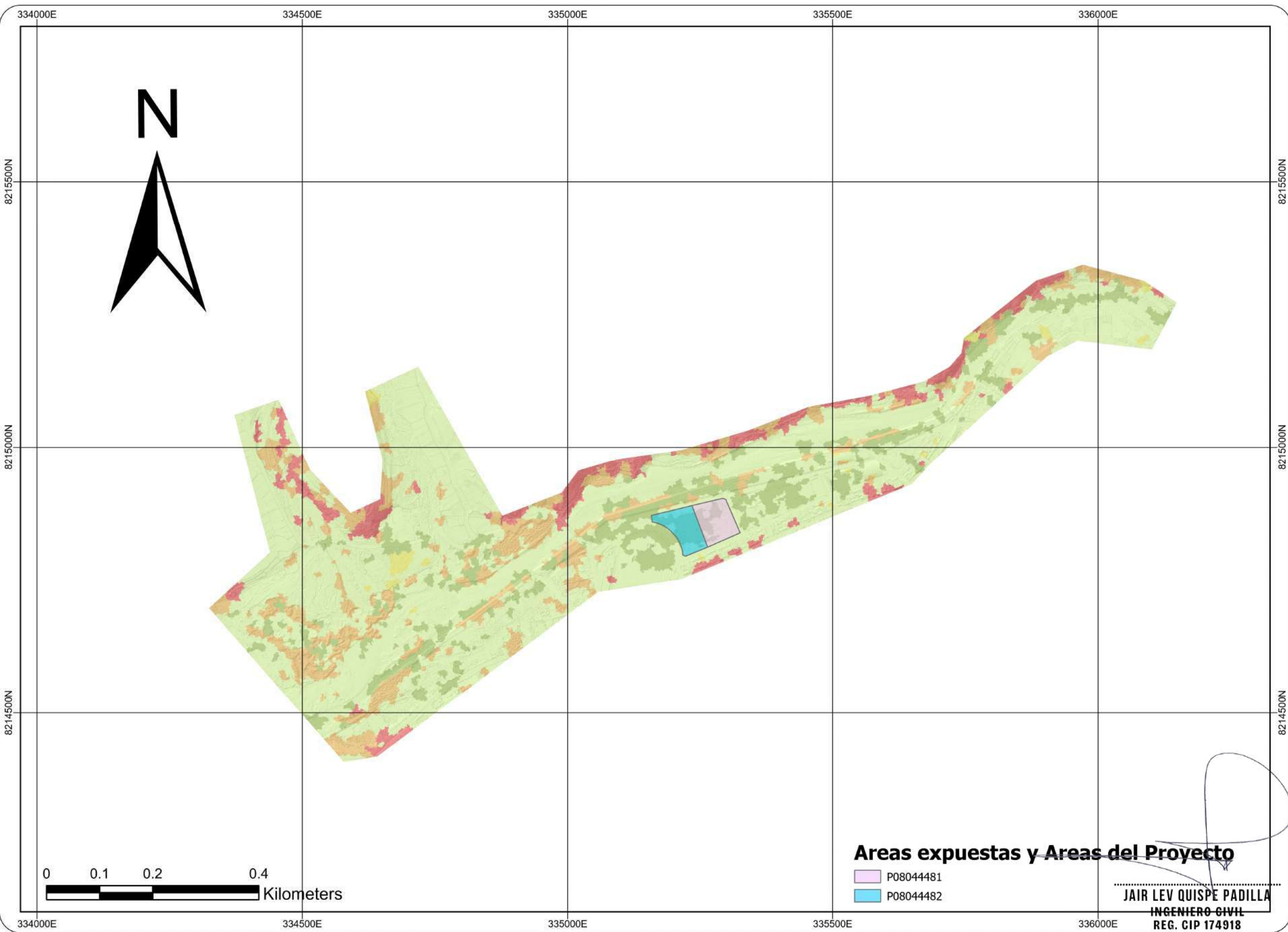
.....
JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

4. ANEXO 4: PLANOS, MAPAS Y CON BASE DE DATOS, PANEL FOTOGRAFICO

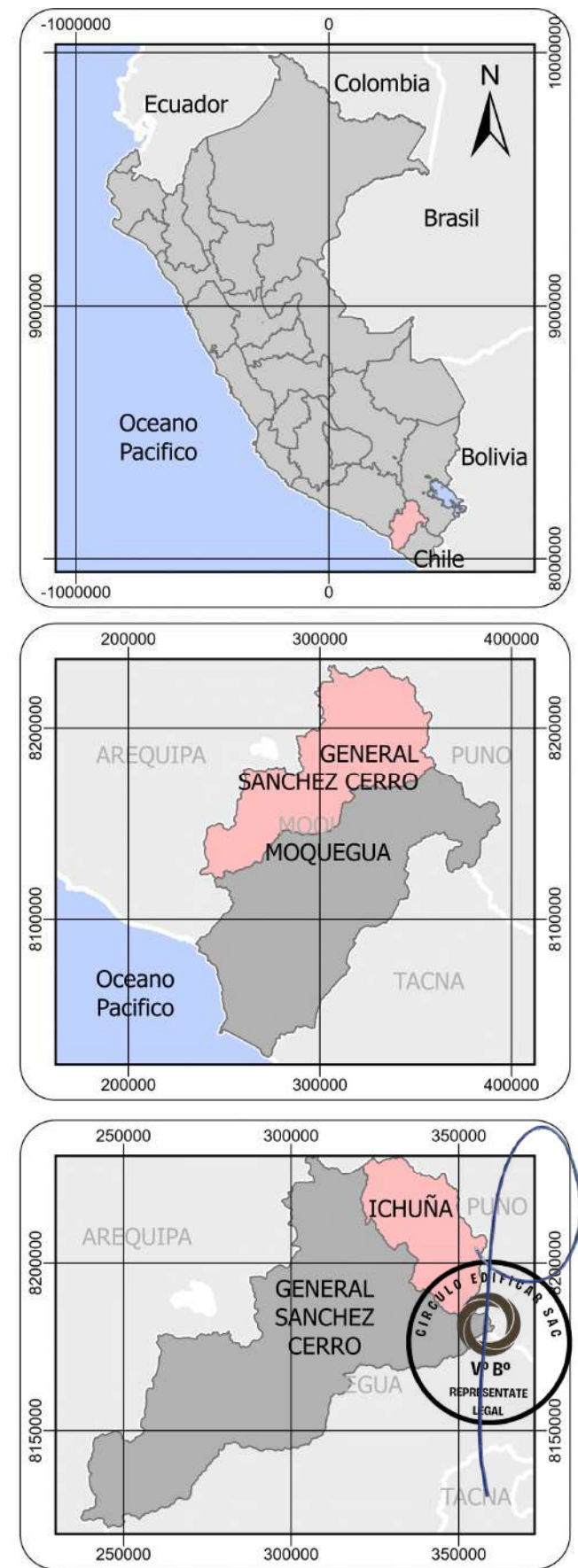
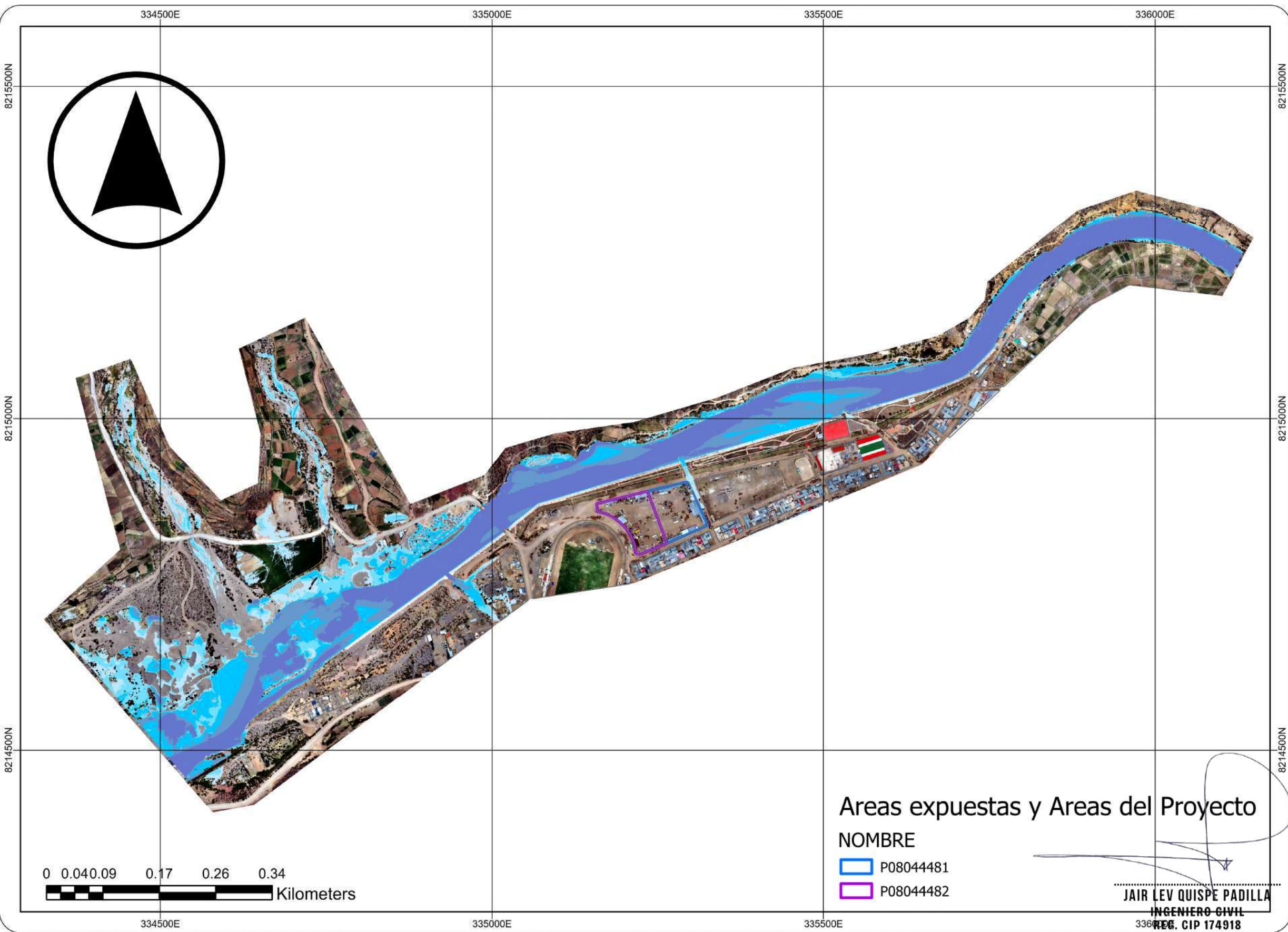
4.1 MAPAS DEL ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGOS - EVAR



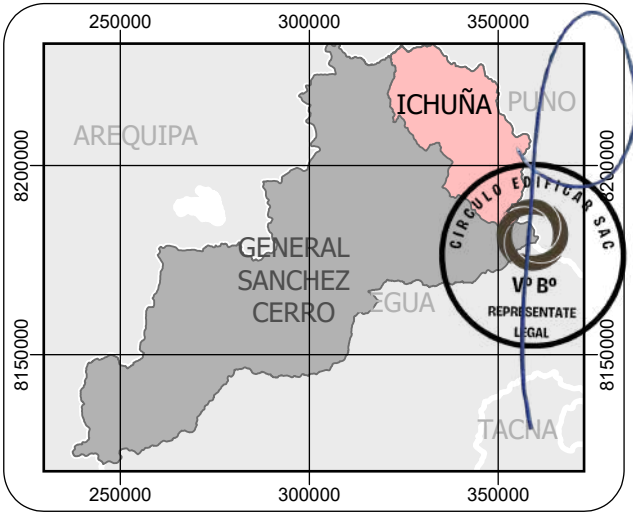
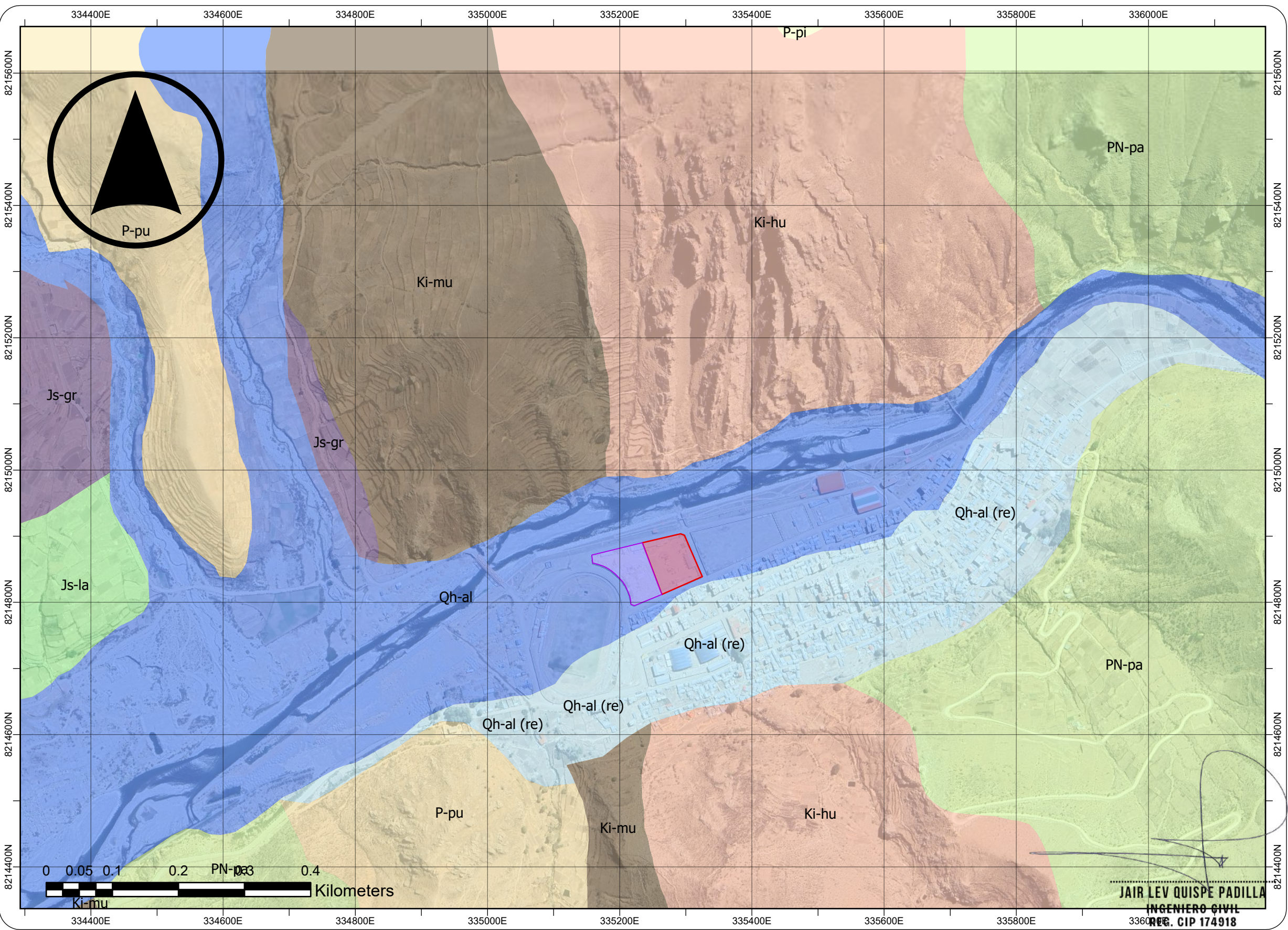
LEYENDA red_vial_departamental Rio Ichuña P08044481 P08044482 0028 DISTRITO	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA	PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K	NOMBRE DE MAPA MAPA DE UBICACION			PLANO N° U-1	EVALUADOR DE RIESGO
		ESCALA INDICADA	DEPARTAMENTO MOQUEGUA	PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO	DISTRITO ICHUÑA		



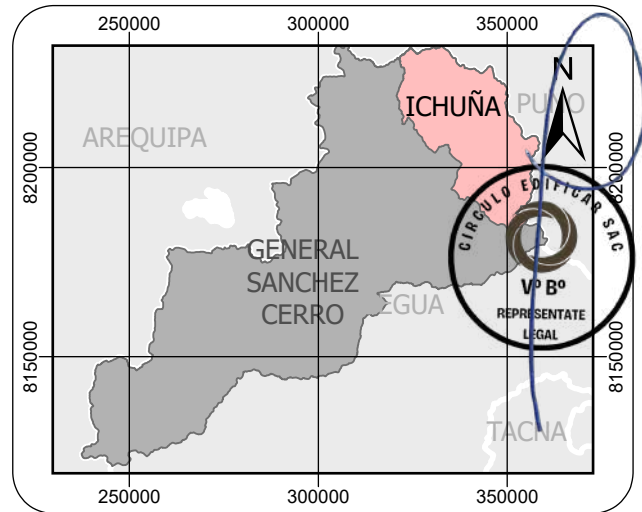
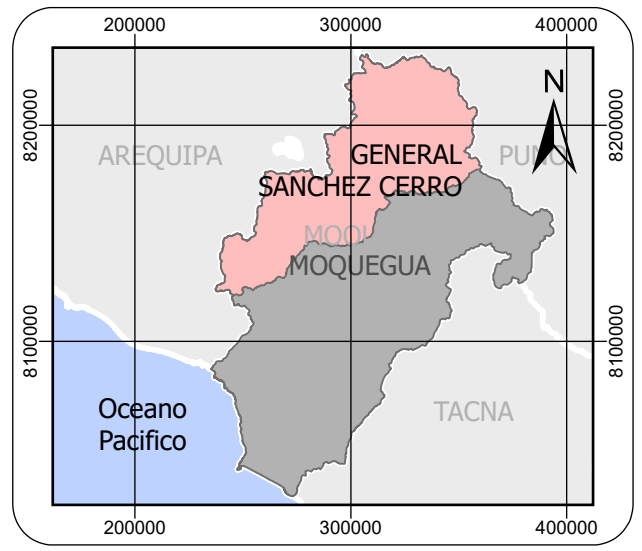
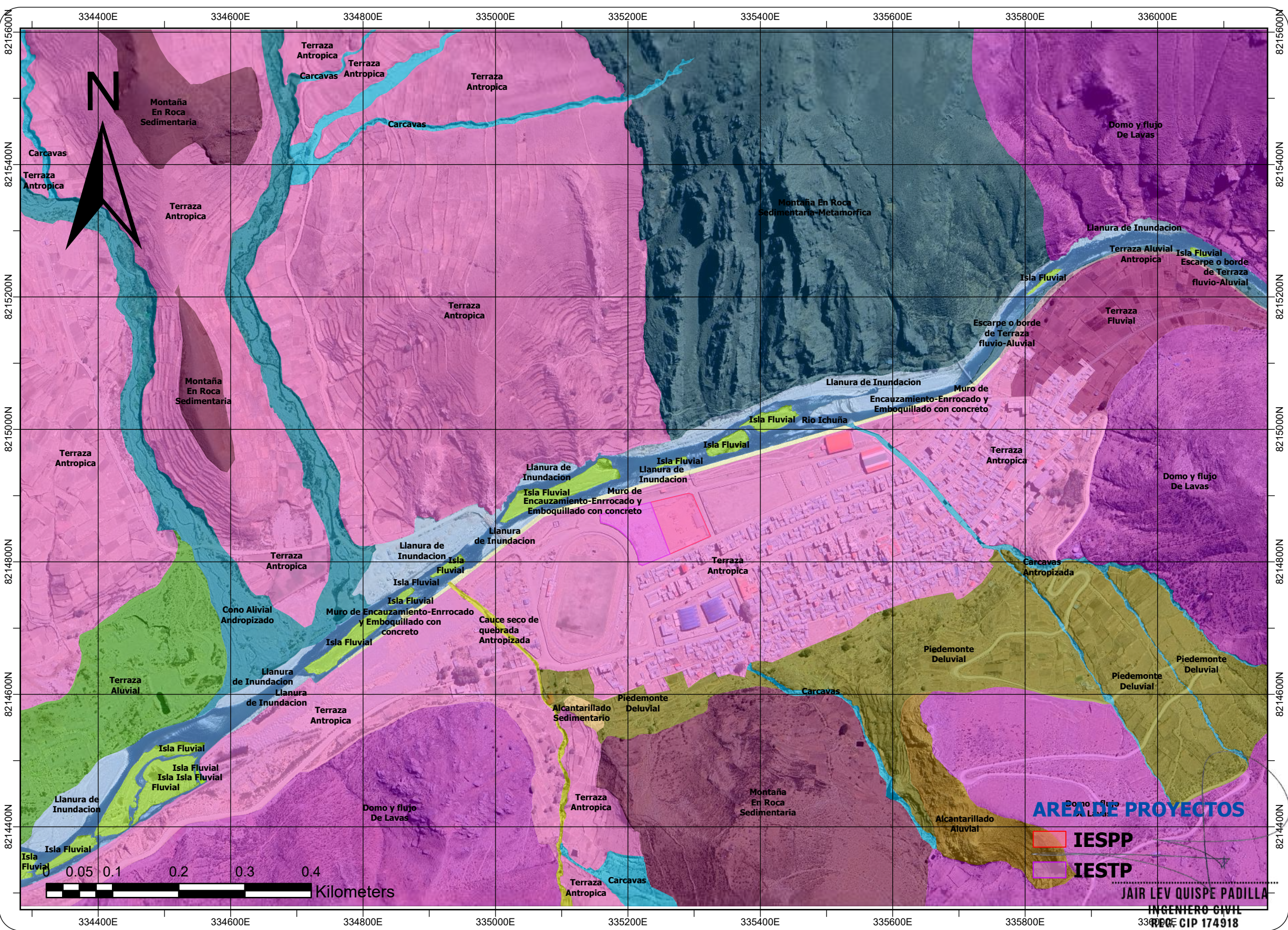
LEYENDA PENDIENTE 0° A 5° 15° A 25° 25° A 45° 5° A 15° >45° 0026	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA	PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K	NOMBRE DE MAPA			PLANO N°	EVALUADOR DE RIESGO
		ESCALA INDICADA	DEPARTAMENTO MOQUEGUA	PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO	DISTRITO ICHUÑA		
			P-1				



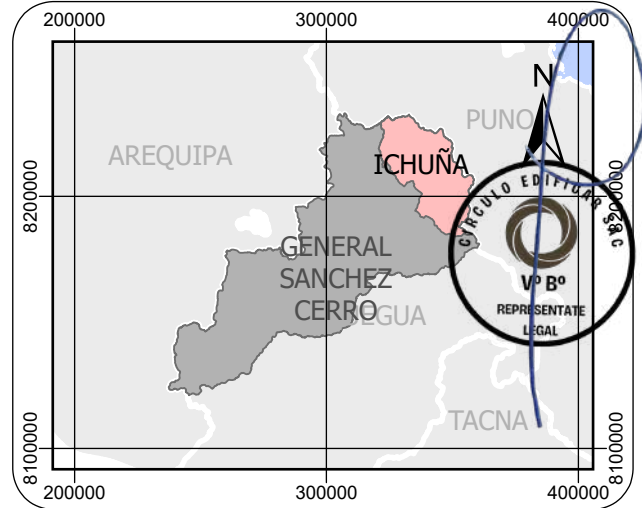
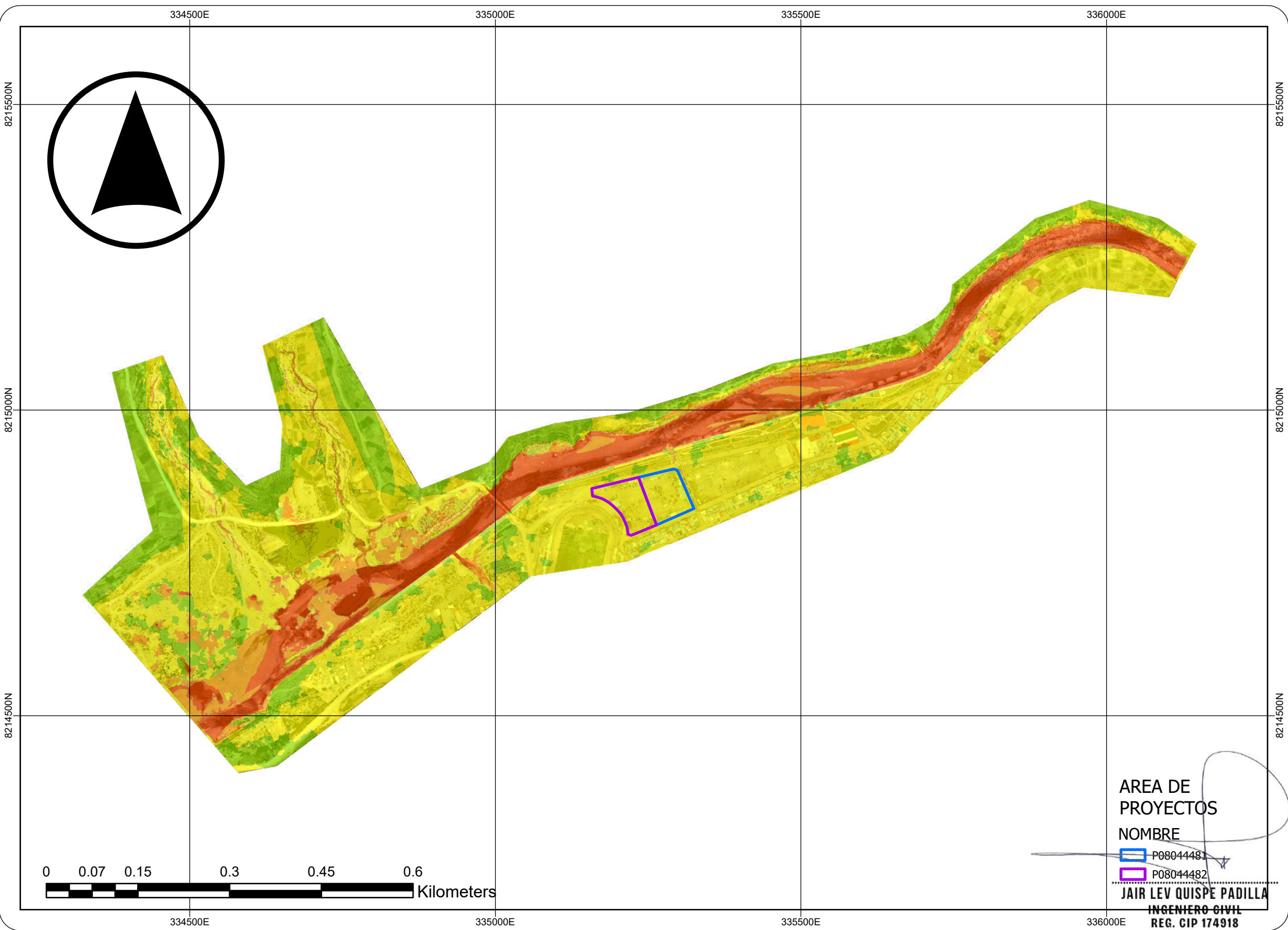
LEYENDA ALTURA_AGUA Muy bajo: 0 – 0.2 m (o sin anegamiento – impacto leve o nulo) Bajo: 0.2 – 0.5 m (afectación menor, encharcamientos importantes) Medio: 0.5 – 1.0 m (daños moderados, erosión de bordes) Alto: 1.0 – 1.5 m (daños severos, posible pérdida de funcionalidad) Muy alto: > 1.5 m (daños catastróficos y socavación severa)	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA	PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K	NOMBRE DE MAPA MAPA DE ALTURA DE AGUA EN ZONAS INUNDABLES	PLANO N° HA-1	EVALUADOR DE RIESGO
0025		ESCALA INDICADA	DEPARTAMENTO MOQUEGUA	PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO	DISTRITO ICHUÑA



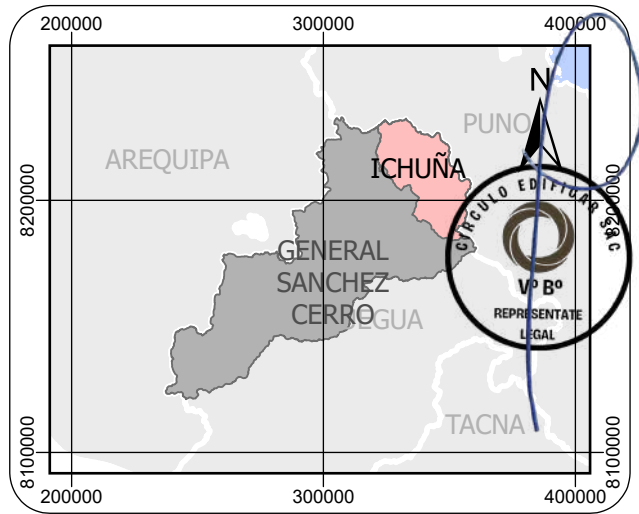
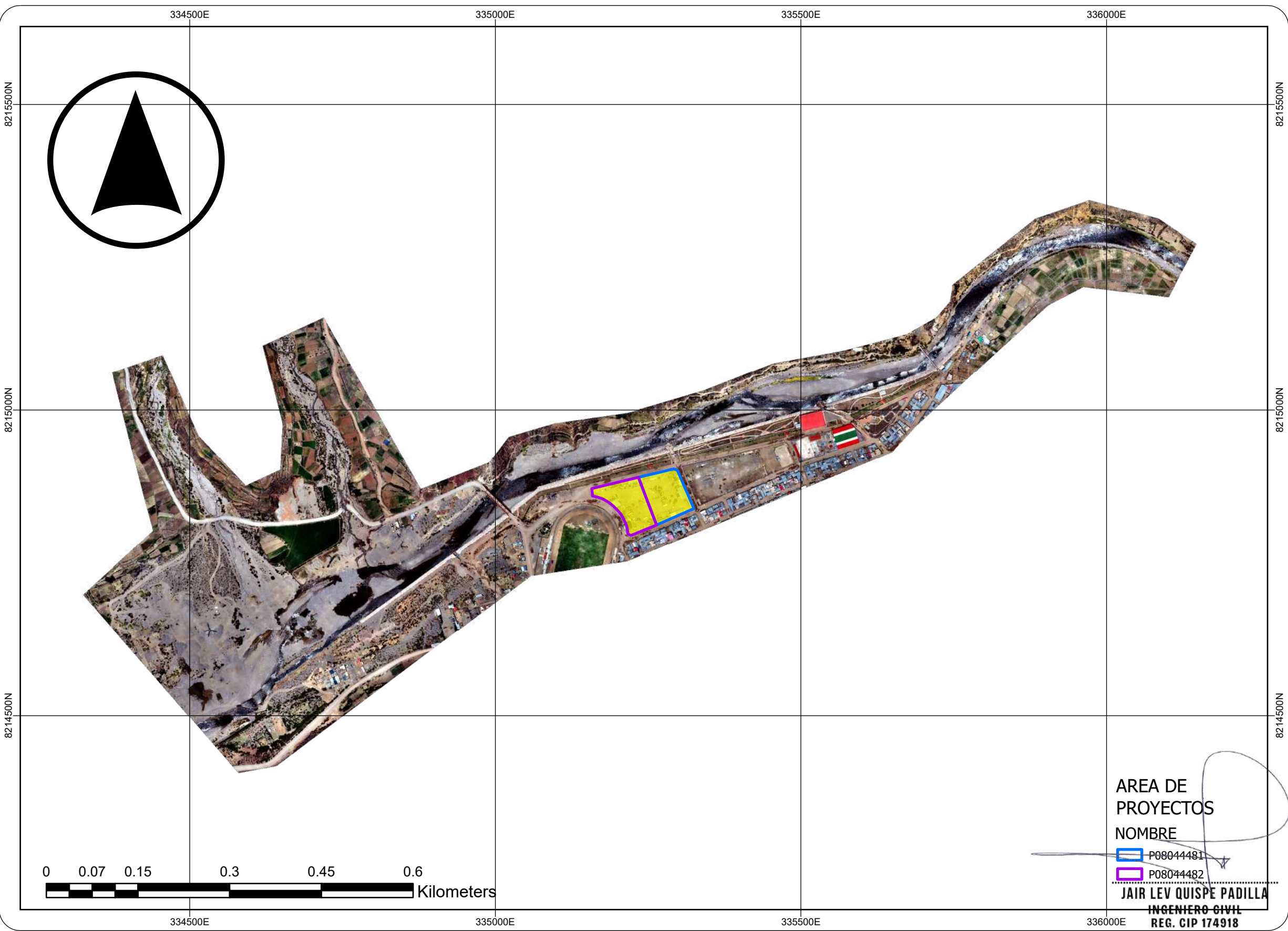
LEYENDA AREA GEOLOGICAS Js-gr Js-la Ki-hu Ki-mu P-pi P-pu PN-pa Qh-al Qh-al (re) TERRENO C/ PROYECTO P08044481 P08044482		PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA		PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K		NOMBRE DE MAPA MAPA GEOLOGICO			PLANO N° G-1	EVALUADOR DE RIESGO
				ESCALA INDICADA	DEPARTAMENTO MOQUEGUA	PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO	DISTRITO ICHUÑA			



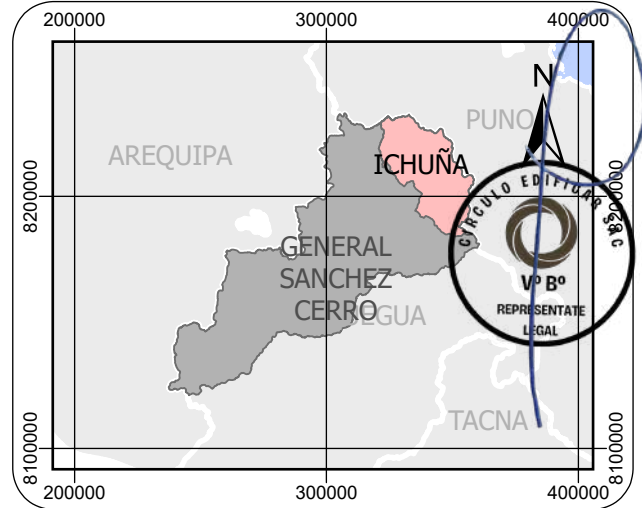
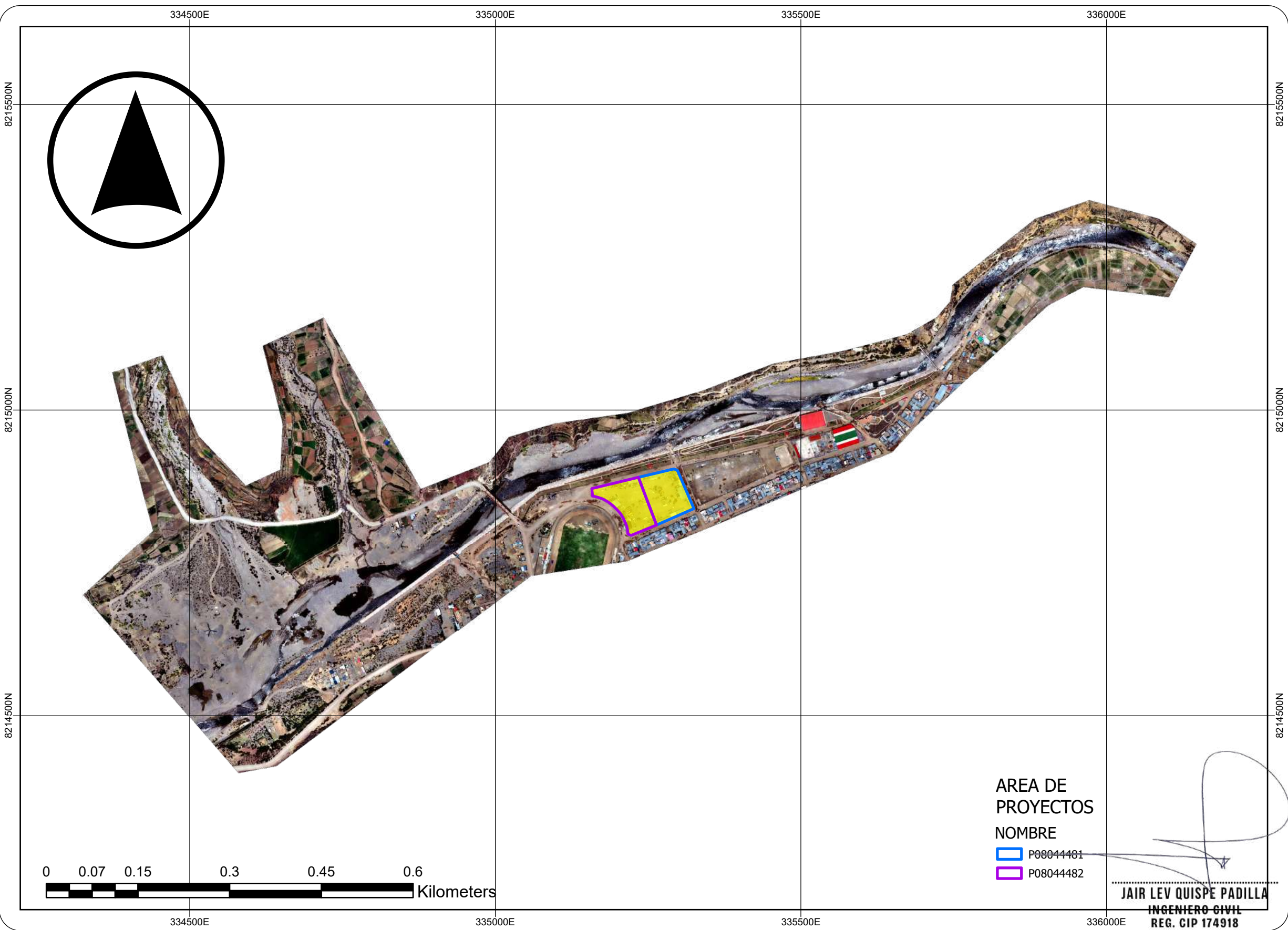
LEYENDA GEOMORFOLOGICA Alcantarillado Aluvial Alcantarillado Sedimentario Carcavas Carcavas Antropizada Cauce seco de quebrada Antropizada Cono Aluvial Andropizado Domo y Flujo De Lavas Escarpe o borde de Terraza fluvio-Aluvial Isla Fluvial Llanura de Inundacion Montaña En Roca Sedimentaria Montaña En Roca Sedimentaria-Metamorfica Muro de Encauzamiento-Enrocado y Emboquillado con concreto Piedemonte Deluvial Rio Ichuña Terraza Aluvial Terraza Aluvial Antropica Terraza Antropica Terraza Fluvial			PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLOGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIOGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA			PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K		NOMBRE DE MAPA MAPA GEOMORFOLOGICO			PLANO N° G-2	
ESCALA INDICADA			DEPARTAMENTO MOQUEGUA		PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO		DISTRITO ICHUÑA					



MAPA DE PELIGROS N_PELIGRO MUY ALTO ALTO MEDIO BAJO 0022	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIOLGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA	PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K	NOMBRE DE MAPA			PLANO N°	EVALUADOR DE RIESGO
		ESCALA INDICADA	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO		
			MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	PE-1	



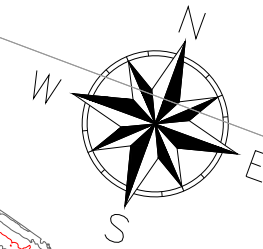
LEYENDA NIVEL_RIESGO MEDIO 0021	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA	PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K	NOMBRE DE MAPA MAPA DE RIESGO			PLANO N° RI-1	EVALUADOR DE RIESGO
		ESCALA INDICADA	DEPARTAMENTO MOQUEGUA	PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO	DISTRITO ICHUÑA		



LEYENDA NIVEL_VULNERABILIDAD MEDIO 0020	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA DE SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SUPERIOR PEDAGIOLÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO-DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA	PROYECCION :UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 19S CUADRICULA : K	NOMBRE DE MAPA			PLANO N°	EVALUADOR DE RIESGO	
		ESCALA INDICADA	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO			
			MAPA DE VULNERABILIDAD	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	VN-1	

4.2 PLANOS DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO

ESCALA 1:1000



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
UNIDAD FORMULADORA DE LA
SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y
PROYECTOS

PROYECTO:
**“Mejoramiento Del Servicio
 De Educación Superior
 Tecnológica Del IESTP Alianza
 Renovada Ichuña Bélgica Del
 Distrito De Ichuña, Provincia
 General Sánchez Cerro,
 Departamento Moquegua” Y
 “Mejoramiento Del Servicio De
 Educación Superior
 Pedagógica Del IESPP Alianza
 Ichuña Bélgica, En El Distrito
 De Ichuña Provincia De
 General Sánchez Cerro -
 Departamento De Moquegua”**

ESPECIALIDAD:
TOPOGRAFIA

PLANO:
**PLANIMETRÍA Y PERFIL
DE 0+000 A 0+500 KM**

ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2025
UBICACION	
REGION: MOQUEGUA	
PROVINCIA: GENERAL SANCHEZ CERRO	
DISTRITO: ICHUÑA	
SECTOR: --	

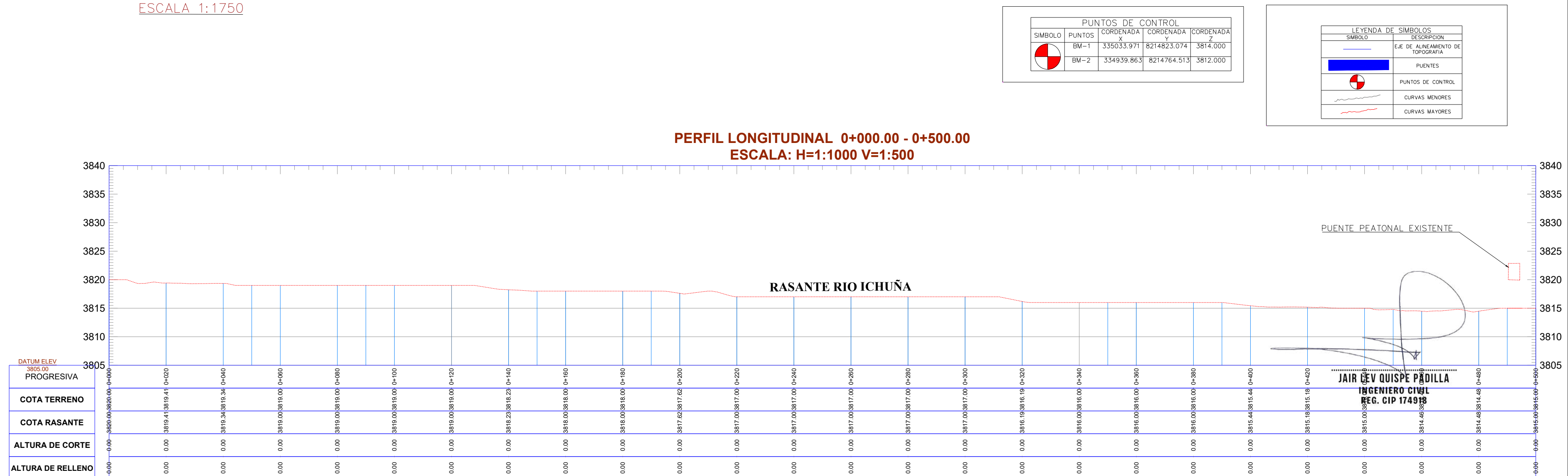
SELO Y FIRMA DEL INSPECTOR

SELO Y FIRMA DE PROYECTISTA:

LAMINA:

PP-01

ESCALA 1:1750



PLANO TOPOGRAFICO DE Km. 0+500 a 0+1000

ESCALA 1:1000



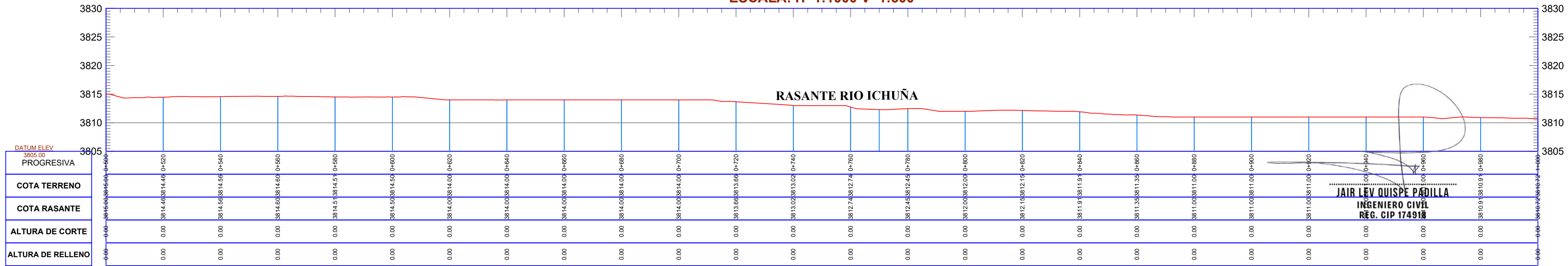
PERFIL LONGITUDINAL DE Km. 0+000 a 0+500

ESCALA 1:1750

PUNTOS DE CONTROL				
SÍMBOLO	PUNTOS	CORDENADA X	CORDENADA Y	CORDENADA Z
	BM-1	335033.971	8214823.074	3814.000
	BM-2	334939.863	8214764.513	3812.000

LEYENDA DE SÍMBOLOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE ALINEAMIENTO DE TOPOGRAFIA
	PUNTES
	PUNTOS DE CONTROL
	CURVAS MENORES
	CURVAS MAYORES

PERFIL LONGITUDINAL 0+500.00 - 1+000.00
ESCALA: H=1:1000 V=1:500



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
UNIDAD FORMULADORA DE LA
SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO:
"Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Tecnológica Del IESTP Alianza Renovada Ichuña Bélgica Del Distrito De Ichuña, Provincia General Sánchez Cerro, Departamento Moquegua" Y "Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Pedagógica Del IESPP Alianza Ichuña Bélgica, En El Distrito De Ichuña Provincia De General Sánchez Cerro - Departamento De Moquegua"

ESPECIALIDAD:
TOPOGRAFIA

PLANO:
PLANIMETRÍA Y PERFIL DE
0+500 A 1+000 KM

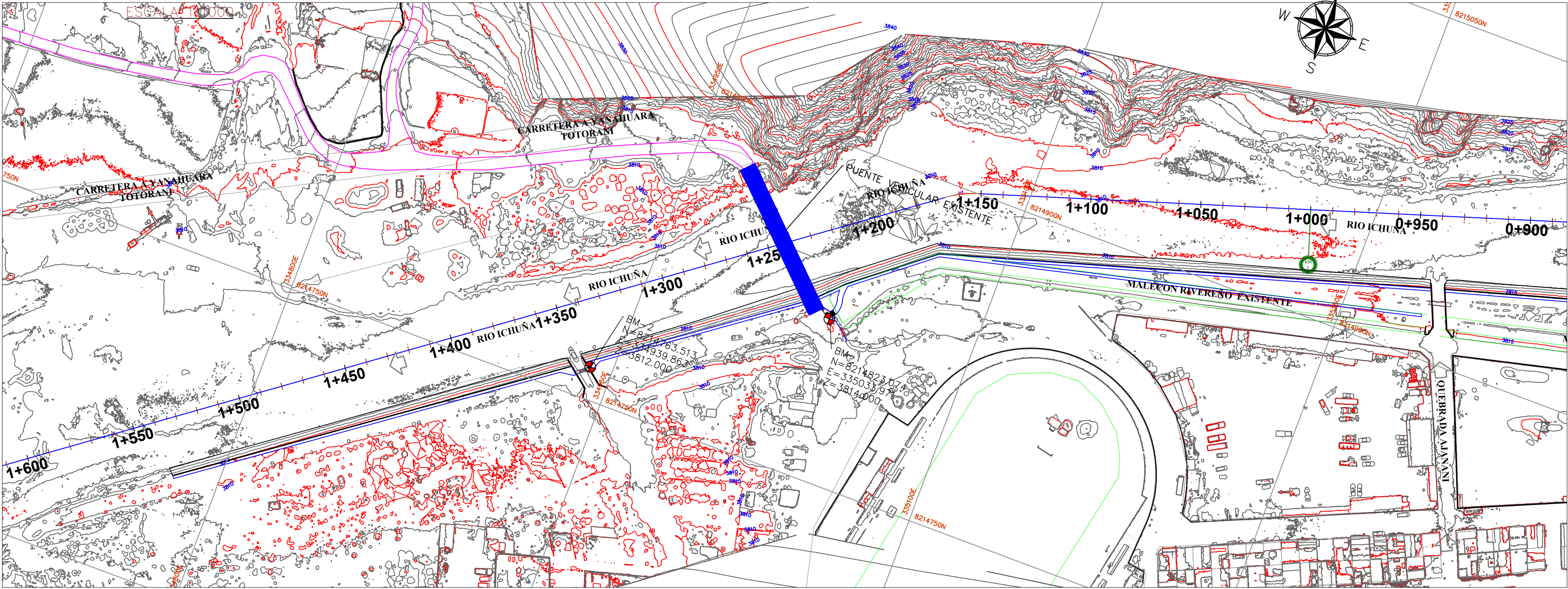
ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2025
UBICACION
REGION: MOQUEGUA
PROVINCIA: GENERAL SANCHEZ CERRO
DISTRITO: ICHUÑA
SECTOR: --

SELLO Y FIRMA DEL INGENIERO
V.P.B.
REPRESENTANTE LEGAL

SELLO Y FIRMA DE PROYECTISTA:

LAMINA:
PP-02

PLANO TOPOGRAFICO DE Km. 0+1000 a 1+500



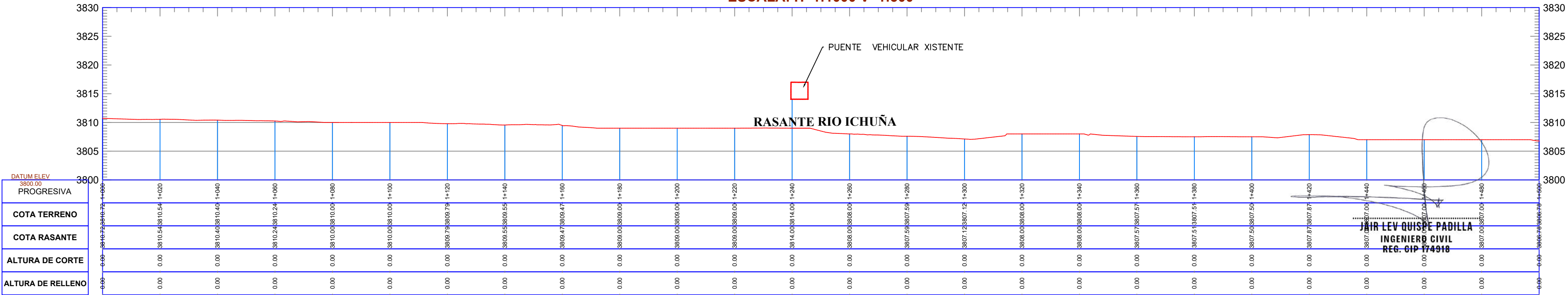
PERFIL LONGITUDINAL DE Km. 1+000 a 1+500

ESCALA 1:1750

PUNTOS DE CONTROL				
SÍMBOLO	PUNTOS	CORDENADA	CORDENADA	CORDENADA
	BM-1	335033.971	8214823.074	3814.000
	BM-2	334939.863	8214764.513	3812.000

LEYENDA DE SÍMBOLOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	EJE DE ALINEAMIENTO DE TOPOGRAFIA
	PUNTES
	PUNTOS DE CONTROL
	CURVAS MENORES
	CURVAS MAYORES

PERFIL LONGITUDINAL 1+000.00 - 1+500.00
ESCALA: H=1:1000 V=1:500



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
UNIDAD FORMULADORA DE LA SUBGERENCIA
DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO:
"Mejoramiento Del Servicio De
Educación Superior
Tecnológica Del IESTP Alianza
Renovada Ichuña Bélgica Del
Distrito De Ichuña, Provincia
General Sánchez Cerro,
Departamento Moquegua" Y
"Mejoramiento Del Servicio De
Educación Superior
Pedagógica Del IESPP Alianza
Ichuña Bélgica, En El Distrito
De Ichuña Provincia De General
Sánchez Cerro -
Departamento De Moquegua"

ESPECIALIDAD:
TOPOGRAFIA

PLANO:
PLANIMETRÍA Y PERFIL DE 1:000
A 1:500 KM

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2025

UBICACION
REGION: MOQUEGUA
PROVINCIA: GENERAL SANCHEZ CERRO
DISTRITO: ICHUÑA
SECTOR: --

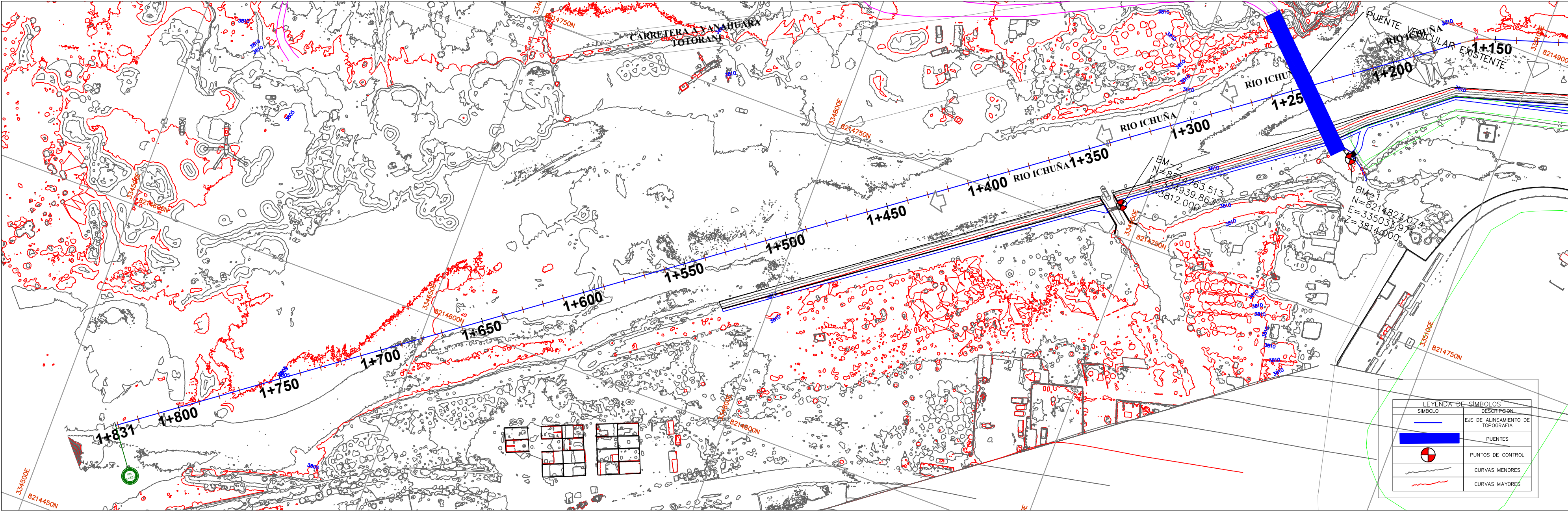
SELLO Y FIRMA DEL INSPECTOR:

SELLO Y FIRMA DE PROYECTISTA:

LAMINA:
PP-03

PLANO TOPOGRAFICO DE Km. 1+500 a 1+831.00

ESCALA 1:1000

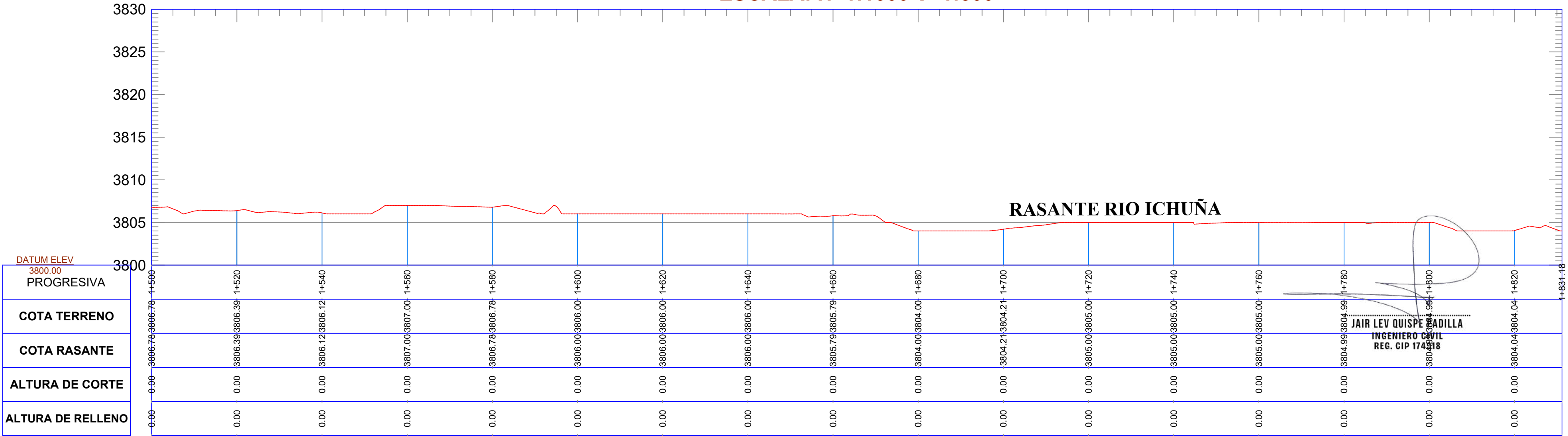


PERFIL LONGITUDINAL DE Km. 1+500 a 1+831.00

ESCALA 1:1500

PERFIL LONGITUDINAL 1+500.00 - 1+831.18
ESCALA: H=1:1000 V=1:500

PUNTOS DE CONTROL				
SÍMBOLO	PUNTOS	CORDENADA X	CORDENADA Y	CORDENADA Z
●	BM-1	335033.971	8214823.074	3814.000
●	BM-2	334939.863	8214764.513	3812.000



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
UNIDAD FORMULADORA DE LA
SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO:
"Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Tecnológica Del IESTP Alianza Renovada Ichuña Bélgica Del Distrito De Ichuña, Provincia General Sánchez Cerro, Departamento Moquegua" Y "Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Pedagógica Del IESPP Alianza Ichuña Bélgica, En El Distrito De Ichuña Provincia De General Sánchez Cerro - Departamento De Moquegua"

ESPECIALIDAD:
TOPOGRAFIA

PLANO:
PLANIMETRÍA Y PERFIL DE 0+500 A 1+000 KM

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2025

UBICACION
REGION: MOQUEGUA
PROVINCIA: GENERAL SANCHEZ CERRO
DISTRITO: ICHUÑA
SECTOR: --

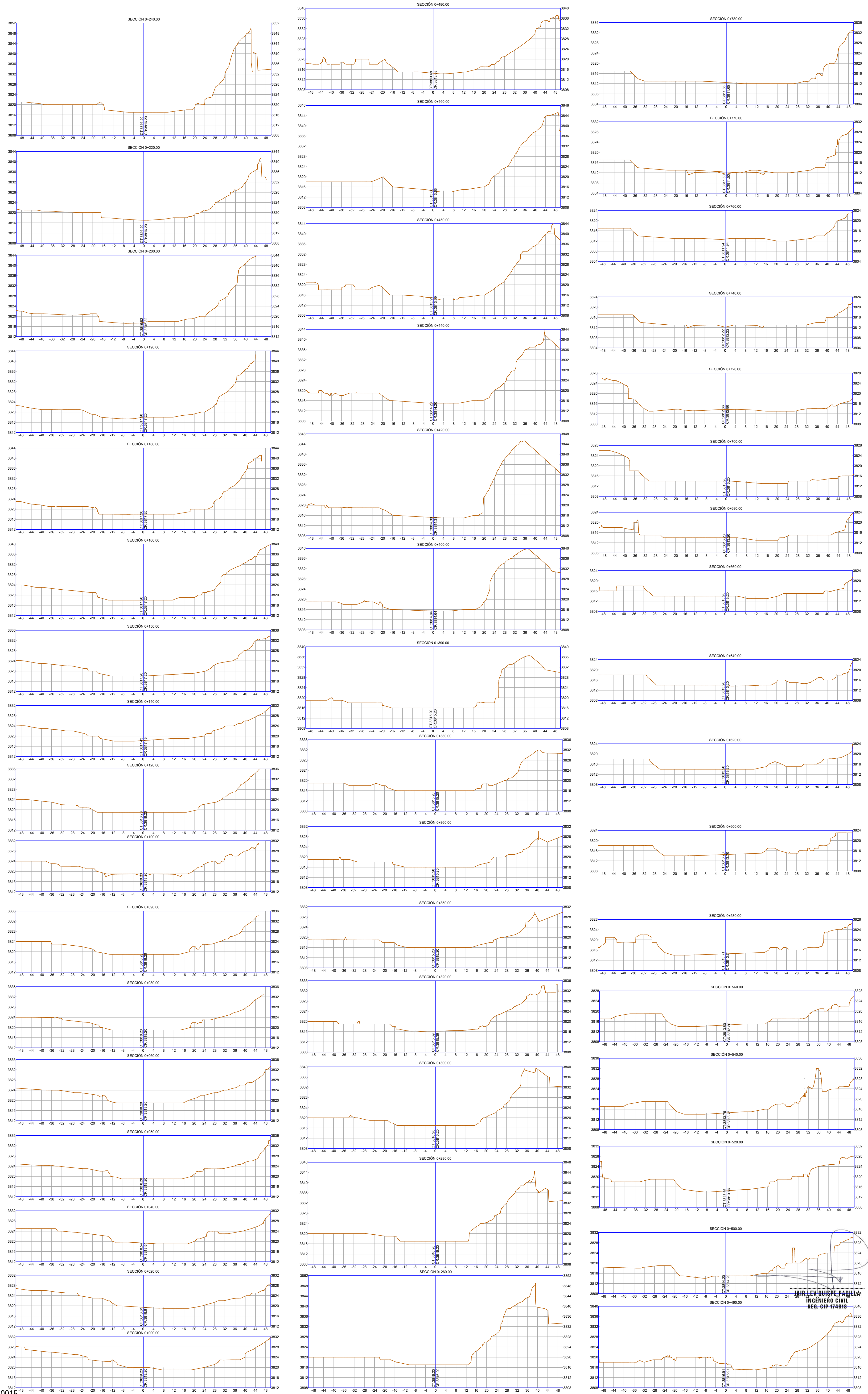
SELLO Y FIRMA DEL INGENIERO
JAIRO LEONARDO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174318

SELLO Y FIRMA DE PROYECTISTA:

LAMINA:
PP-04

SECCIONES TRANSVERSALES DE Km. 0+000 a 0+500.00

ESCALA 1:1500



GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

UNIDAD FORMULADORA DE LA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO:
"Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Tecnológica Del IESTP Alianza Renovada Ichuña Bélgica Del Distrito De Ichuña, Provincia General Sánchez Cerro, Departamento Moquegua" Y "Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Pedagógica Del IESPP Alianza Ichuña Bélgica, En El Distrito De Ichuña Provincia De General Sánchez Cerro - Departamento De Moquegua"

ESPECIALIDAD:
TOPOGRAFIA

PLANO:
SECCIONES DEL 0-000 A 0-500 KM

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2025

UBICACION

REGION: MOQUEGUA

PROVINCIA: GENERAL SANCHEZ CERRO

DISTRITO: ICHUÑA

SECTOR: --

SELLO Y FIRMA DEL INSPECTOR:

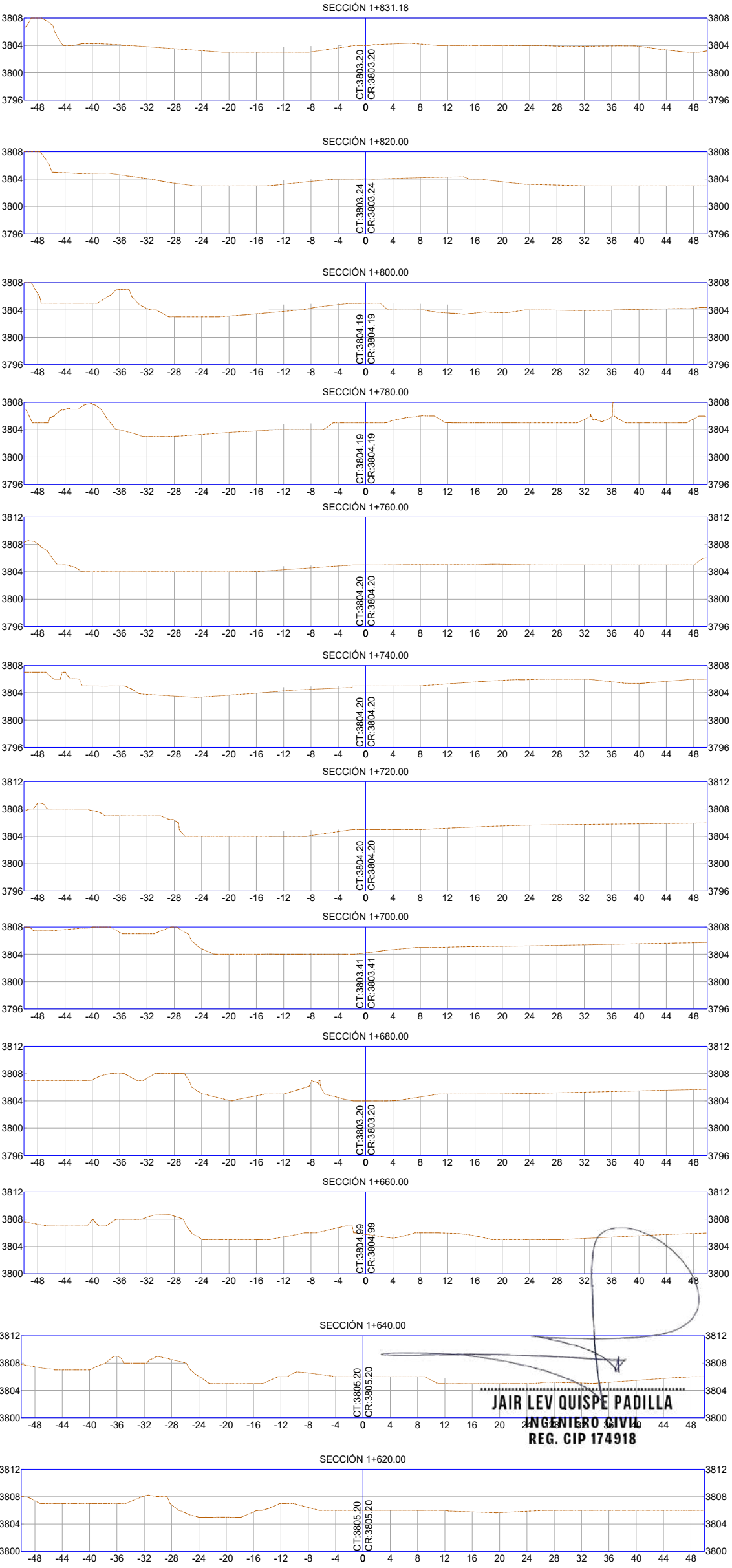
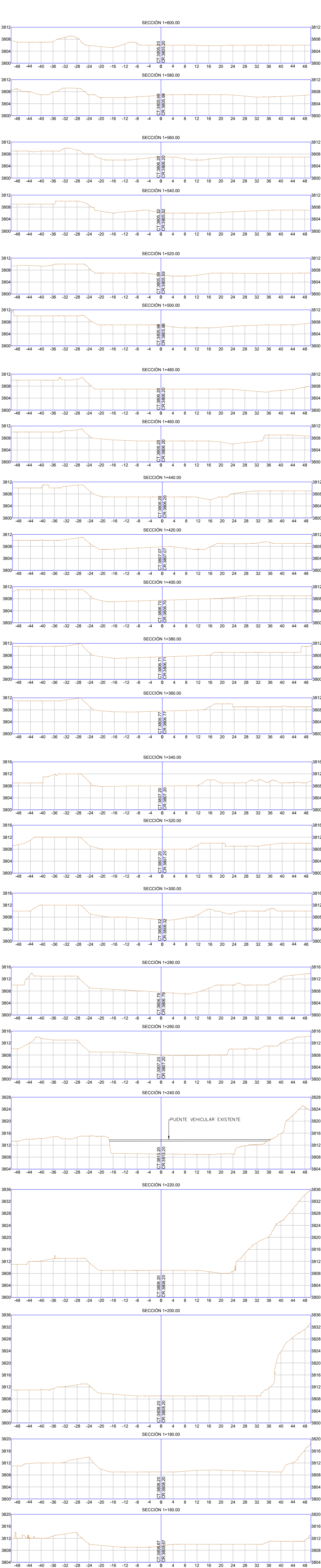
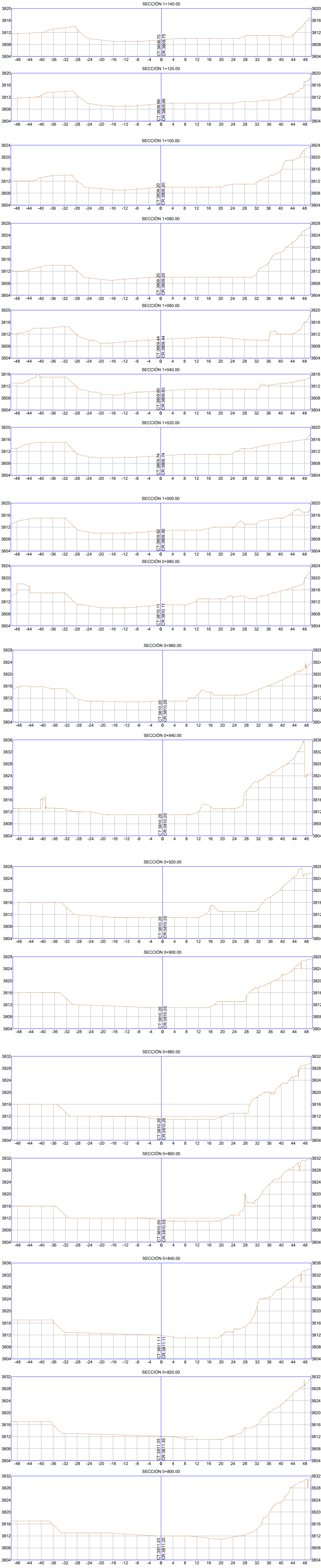
SELLO Y FIRMA DE PROYECTISTA:

LAMINA:

ST-01

SECCIONES TRANSVERSALES DE Km. 0+500 a 1+0000.00

ESCALA 1:1500





GOBIERNO REGIONAL DE TACNA

UNIDAD FORMULADORA DE LA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROYECTO:

"Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Tecnológica Del IESTP Alianza Renovada Ichuña Bélgica Del Distrito De Ichuña, Provincia General Sánchez Cerro, Departamento Moquegua" Y "Mejoramiento Del Servicio De Educación Superior Pedagógica Del IESPP Alianza Ichuña Bélgica, En El Distrito De Ichuña Provincia De General Sánchez Cerro - Departamento De Moquegua"

ESPECIALIDAD:

TOPOGRAFIA

PLANO:

SECCIONES DEL 0+500 A 1+000 KM

ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2025

UBICACION

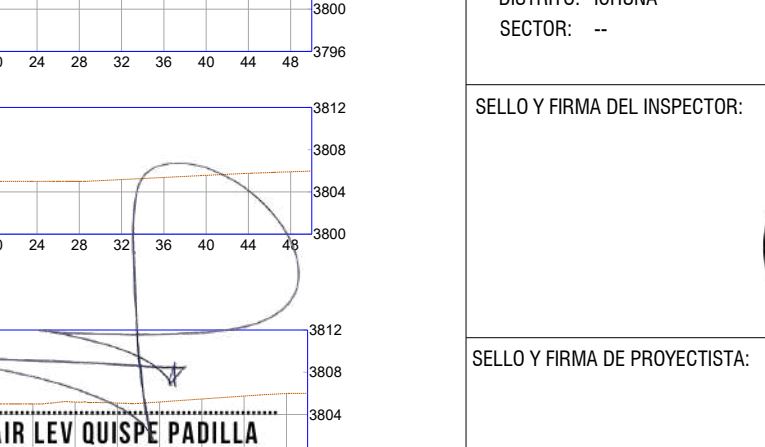
REGION: MOQUEGUA

PROVINCIA: GENERAL SANCHEZ CERRO

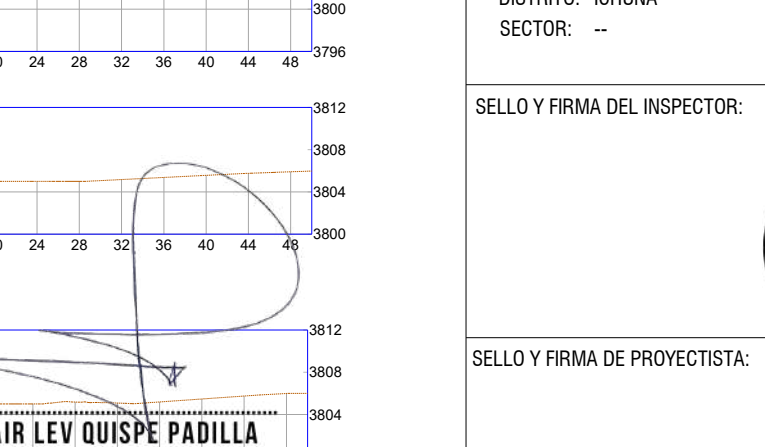
DISTRITO: ICHUÑA

SECTOR: --

SELLO Y FIRMA DEL INSPECTOR:



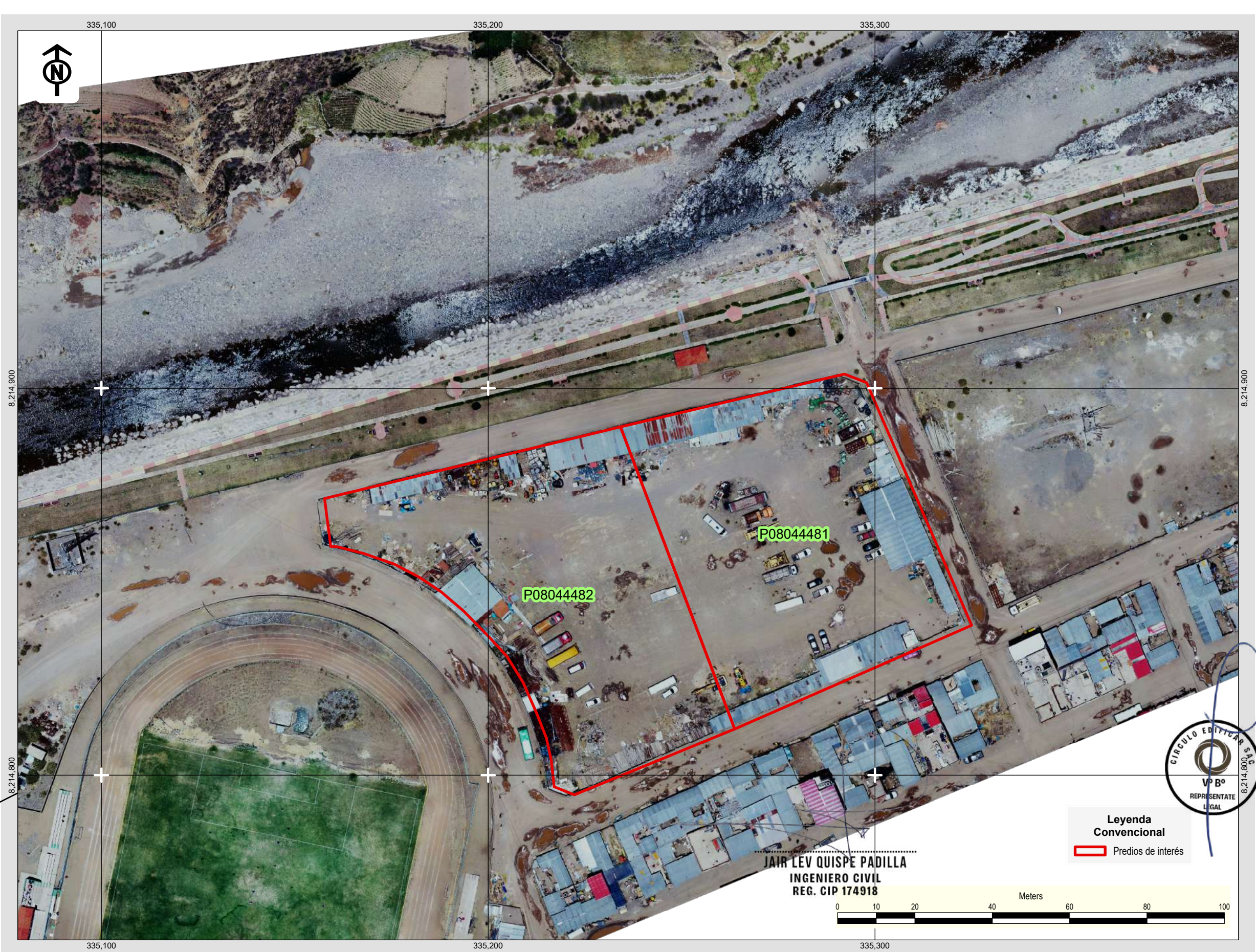
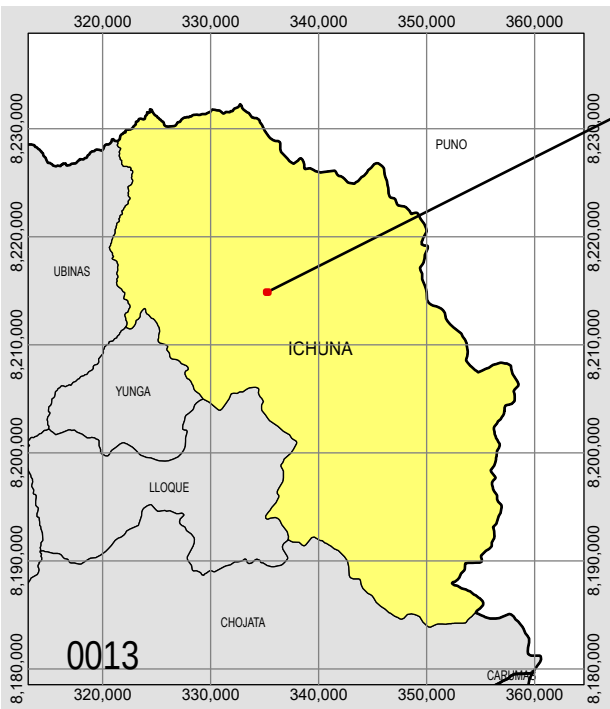
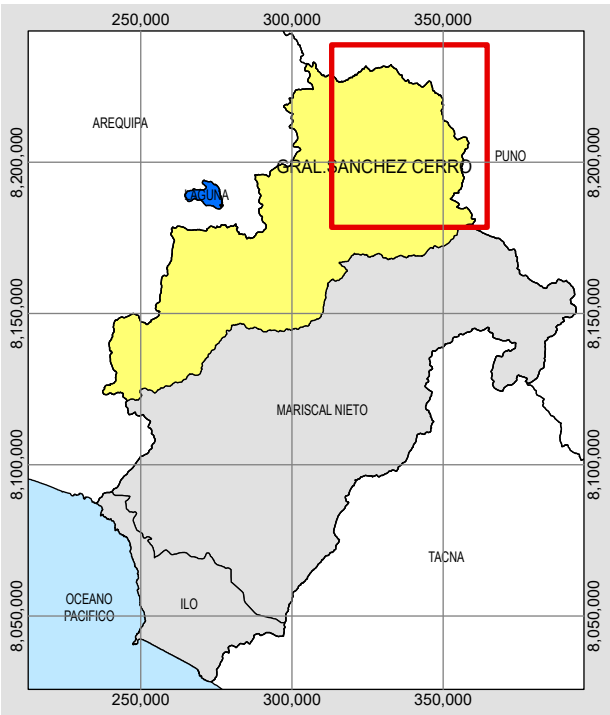
SELLO Y FIRMA DE PROYECTISTA:



LAMINA:

ST-02

4.3 MAPAS ESTUDIO HIDROLOGICO - HIDRAULICO



GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA
Sub Gerencia de Estudios y Proyectos
Unidad Ejecutora 880

ESPECIALIDAD :
EVALUACIÓN DE RIESGOS

PLANO DE :
UBICACIÓN POLÍTICA



PROYECTO :
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA
BÉLGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA,
PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO,
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA
DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BÉLGICA,
EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA
DE GENERAL SANCHEZ CERRRO
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROYECTISTA :
CÍRCULO EDIFICAR S.A.C.
Consultoría, Supervisión
y Construcción

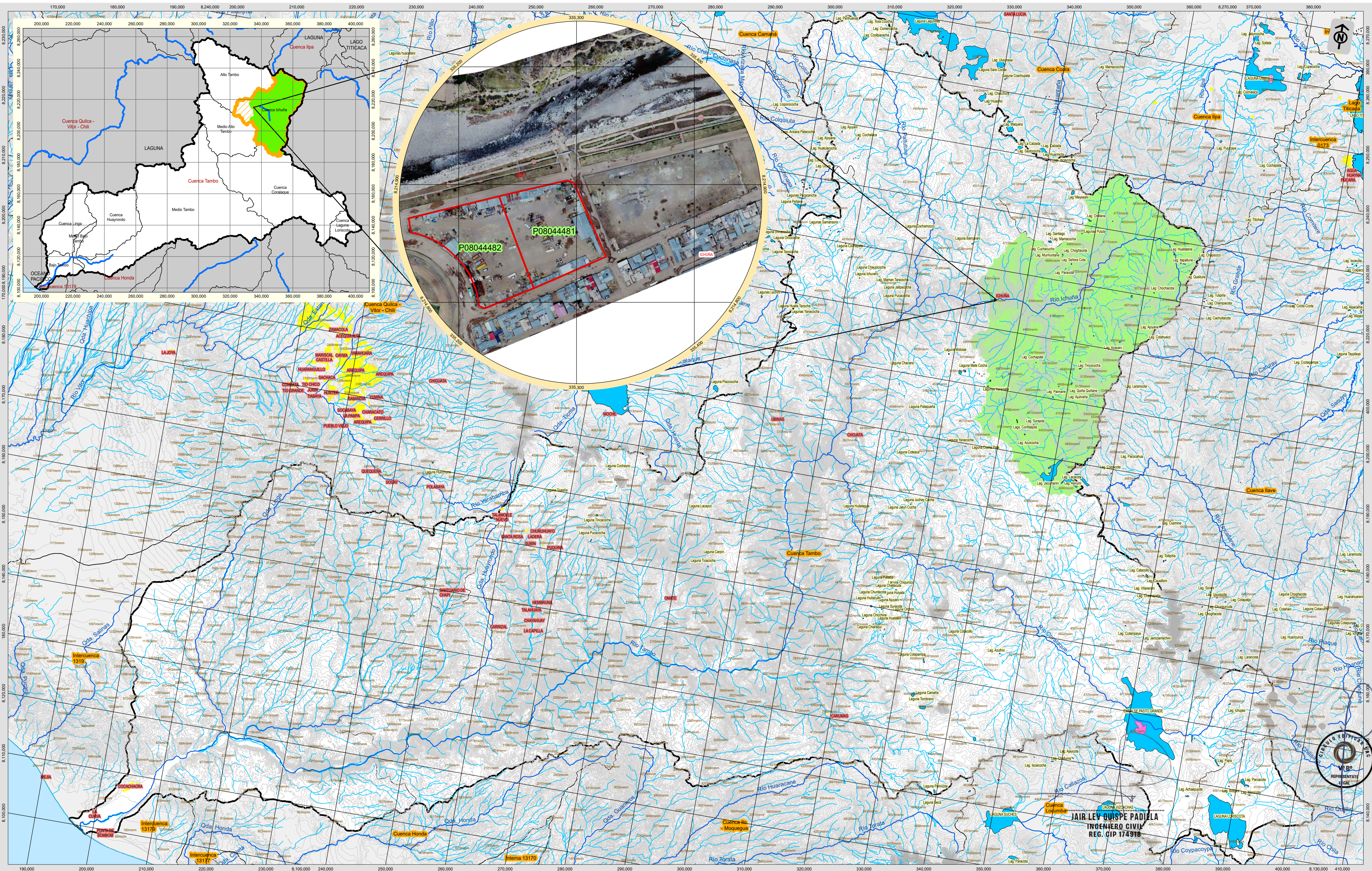
CLIENTE :
GOBIERNO REGIONAL
DE MOQUEGUA

FECHA:
DICIEMBRE 2025

LÁMINA N°
01

ESCALA Y DATUM:
Escala=1:1,000
WGS 1984 UTM Zone 19S





GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA
Sub Gerencia de Estudios y Proyectos
Unidad Ejecutora 880

ESPECIALIDAD :
EVALUACIÓN DE RIESGOS
PLANO DE :
UBICACIÓN HIDROGRÁFICA



PROYECTO :
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUNA
BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUNA
PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO,
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROYECTISTA :
CÍRCULO EDIFICAR S.A.C.
Consultoría, Supervisión
y Construcción

CLIENTE :
GOBIERNO REGIONAL
DE MOQUEGUA

FECHA:
DICIEMBRE 2025

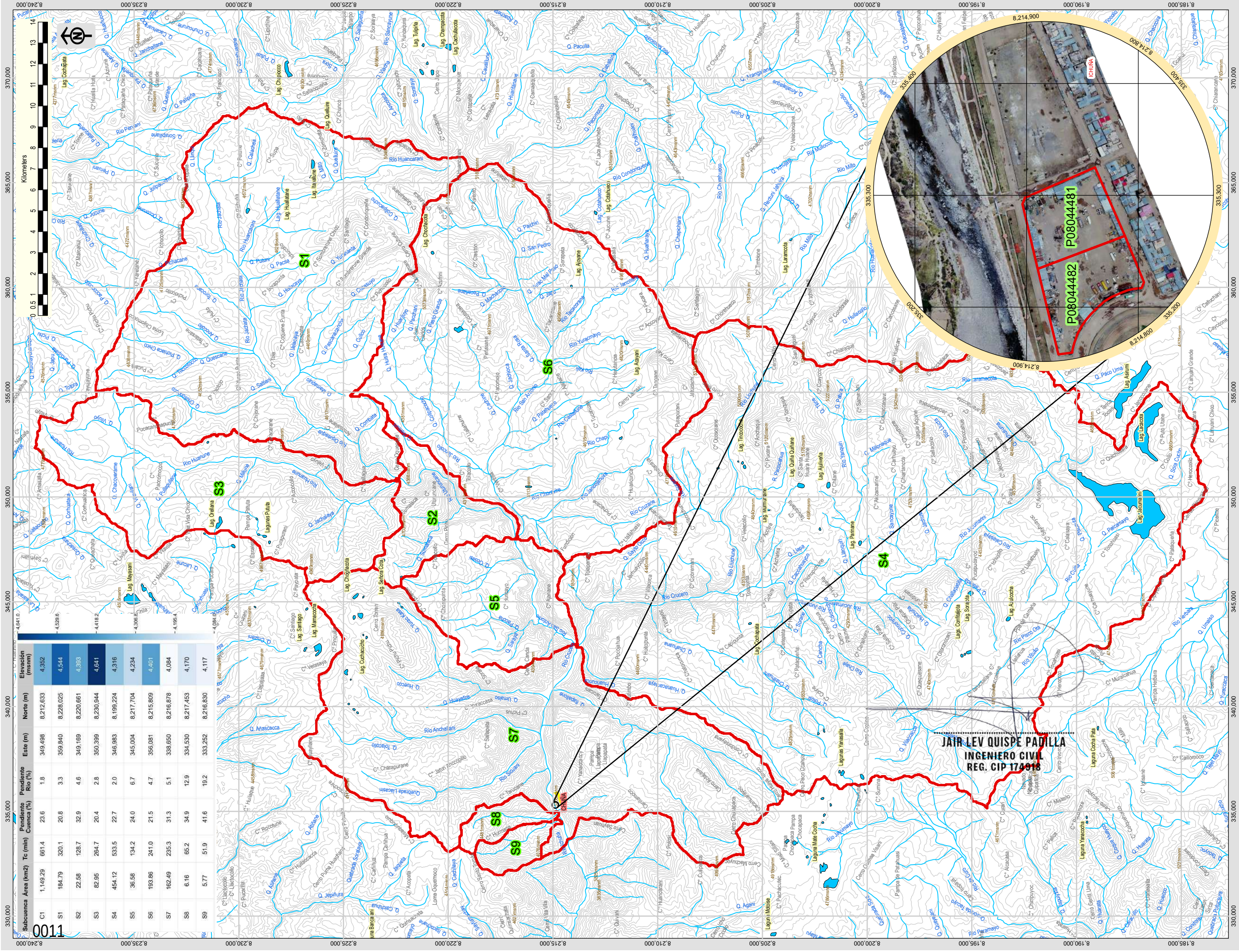
LÁMINA N°
02

ESCALA Y DATUM:
Escala=1:2.000
WGS 1984 UTM Zone 19S

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA
DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUNA
EN EL DISTRITO DE ICHUNA PROVINCIA
DE GENERAL SANCHEZ CERRO
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918

CÍRCULO EDIFICAR





GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA
GOBIERNO REGIONAL



CÍRCULO EDIFICAR S.C.
REPRESENTANTE LEGAL

GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA
Sub Gerencia de Estudios y Proyectos
Unidad Ejecutora 880

PROYECTO :
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESP ALIANZA RENOVADA ICHUNA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUNA, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROYECTISTA :
CÍRCULO EDIFICAR S.A.C.
Consultoría, Supervisión y Construcción

CLIENTE :
GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

FECHA:
DICIEMBRE 2025

ESCALA Y DATUM:
Escala=1:2.000.000
WGS 1984 UTM Zone 19S

LÁMINA N°
03



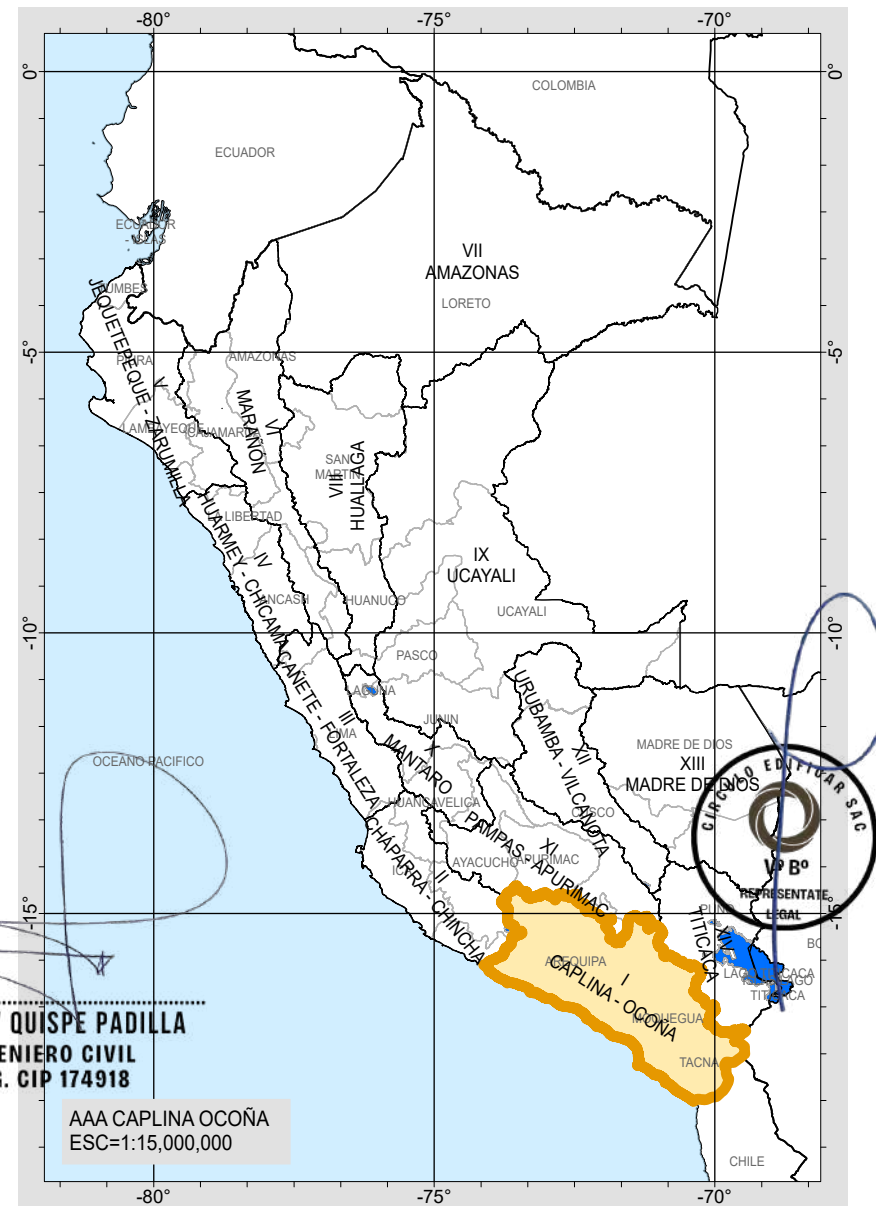
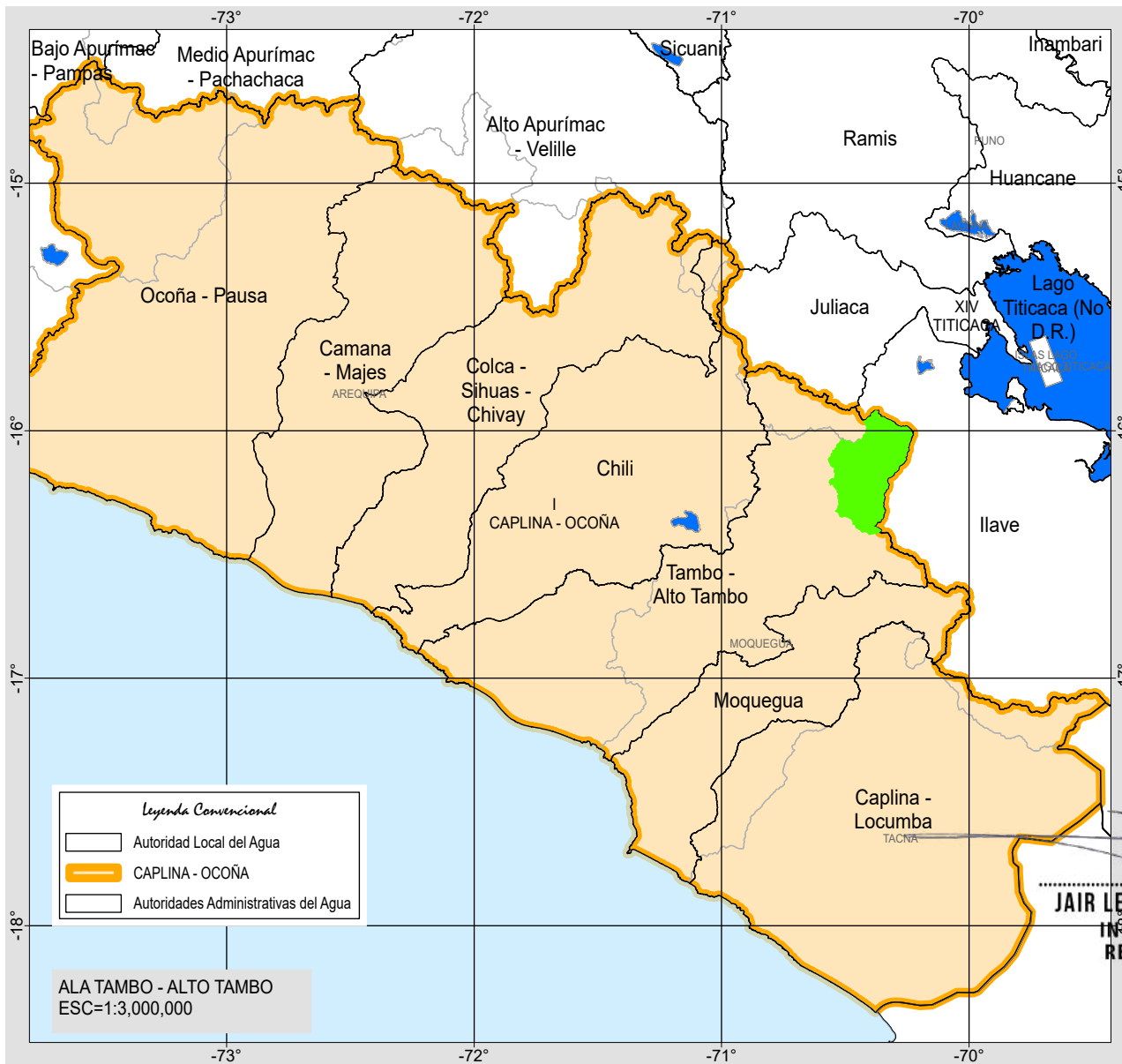
AREQUIPA PUNO TACNA OCEANO PACÍFICO

MOQUEGUA

PARAMETROS MORFOMÉTRICOS

ESPECIALIDAD :
EVALUACIÓN DE RIESGOS

PLANO DE:
PARAMETROS MORFOMÉTRICOS



0010

GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA

Sub Gerencia de Estudios y Proyectos
Unidad Ejecutora 880

ESPECIALIDAD :
EVALUACIÓN DE RIESGOS

PLANO DE :
JURISDICCIÓN AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



PROYECTO :
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA
BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA,
PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO,
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA
DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BELGICA,
EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA
DE GENERAL SANCHEZ CERRO
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROYECTISTA :
CIRCULO EDIFICAR S.A.C.
Consultoría, Supervisión
y Construcción

CLIENTE :
GOBIERNO REGIONAL
DE MOQUEGUA

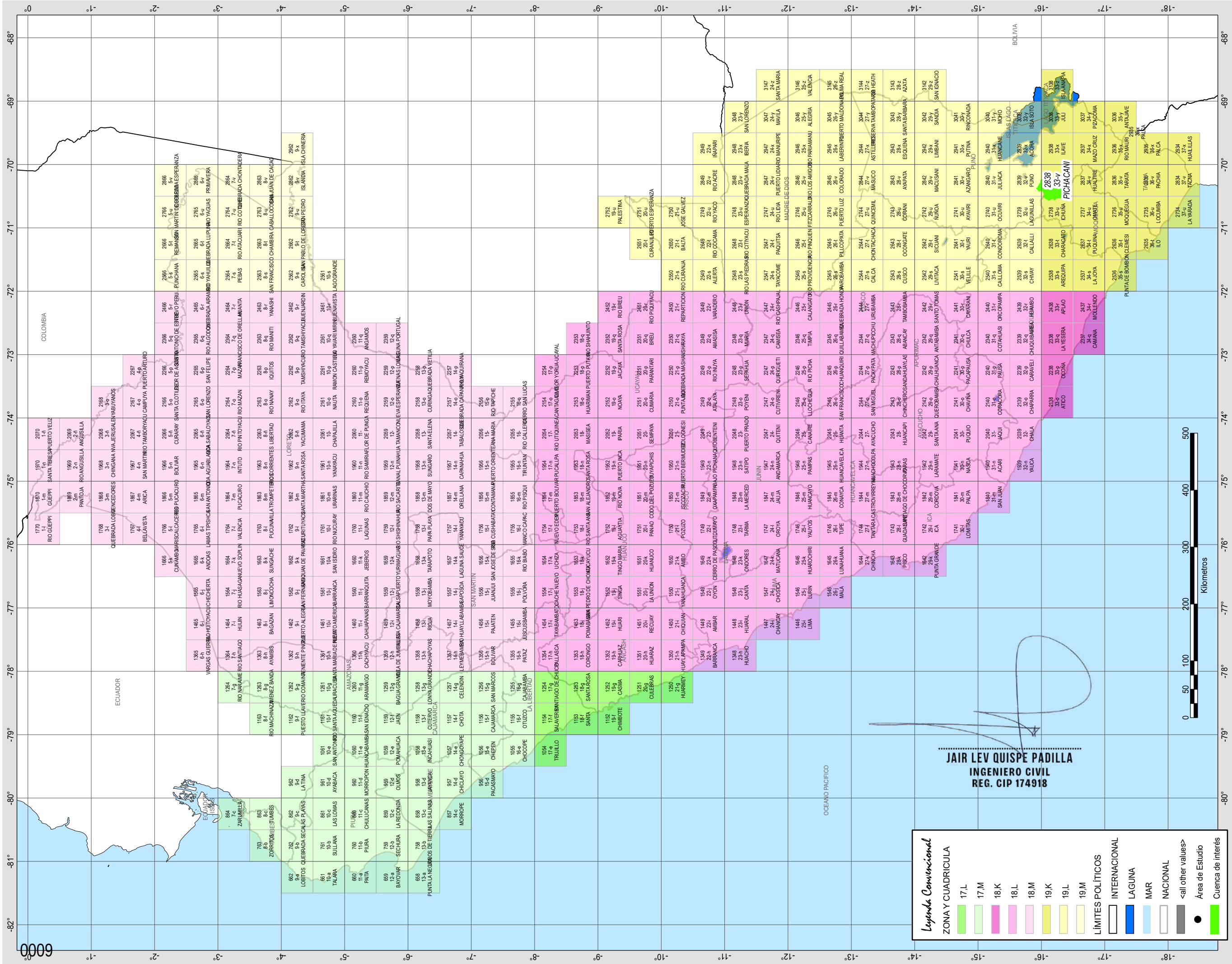
FECHA:
DICIEMBRE 2025

LÁMINA N°

04

ESCALA Y DATUM:
Escala=1:3,000,000
GCS WGS 1984





GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA

Sub Gerencia de Estudios y Proyectos
Unidad Ejecutora 880



ESPECIALIDAD :

EVALUACIÓN DE RIESGOS

PLANTEO :

CARTAS NACIONALES



PROYECTO :
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESP ALIANZA RENOVADA CHINA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHU, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROYECTISTA :
CIRCULO EDIFICAR S.A.C.
Consultoría, Supervisión y Construcción

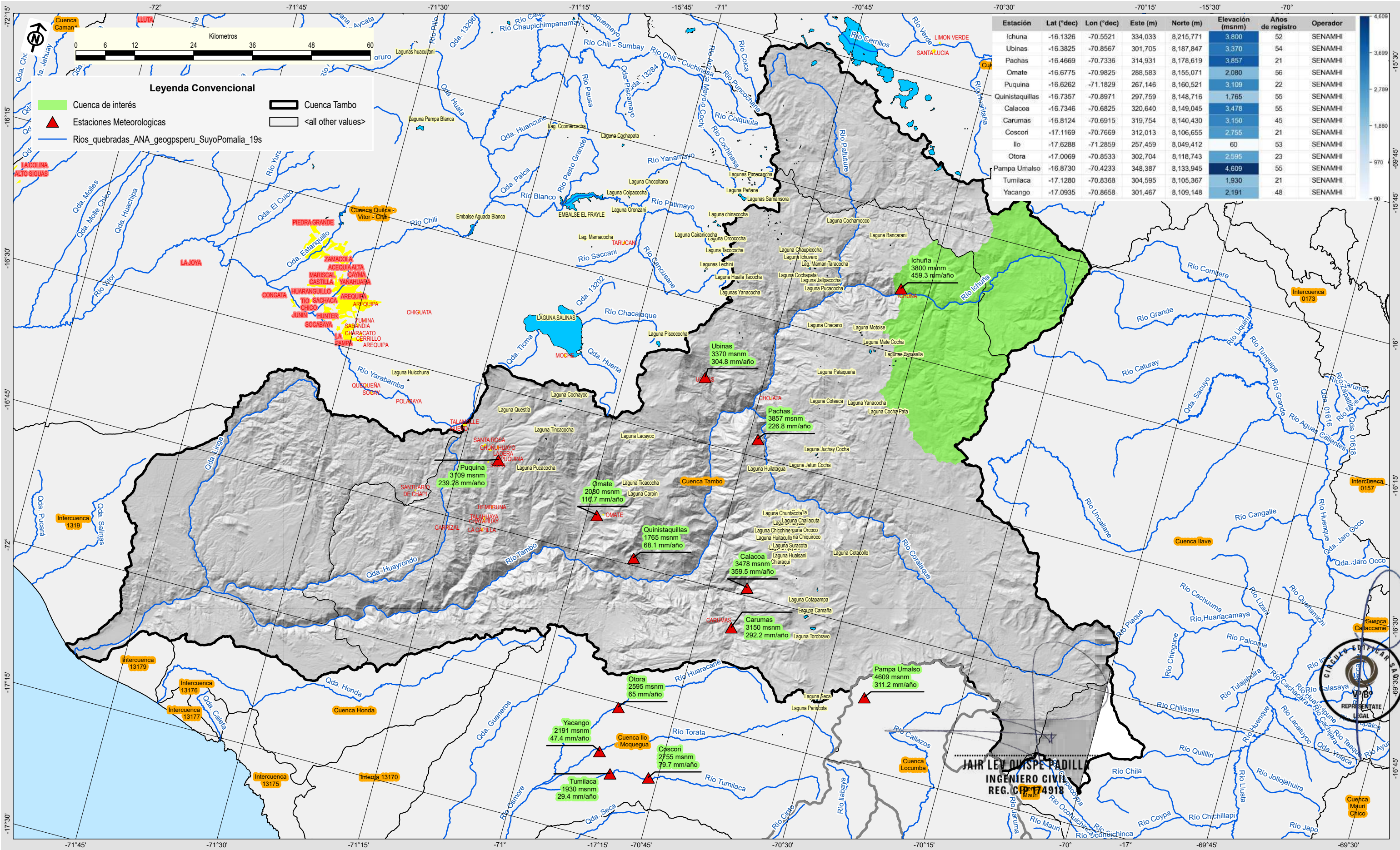
CLIENTE :
GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

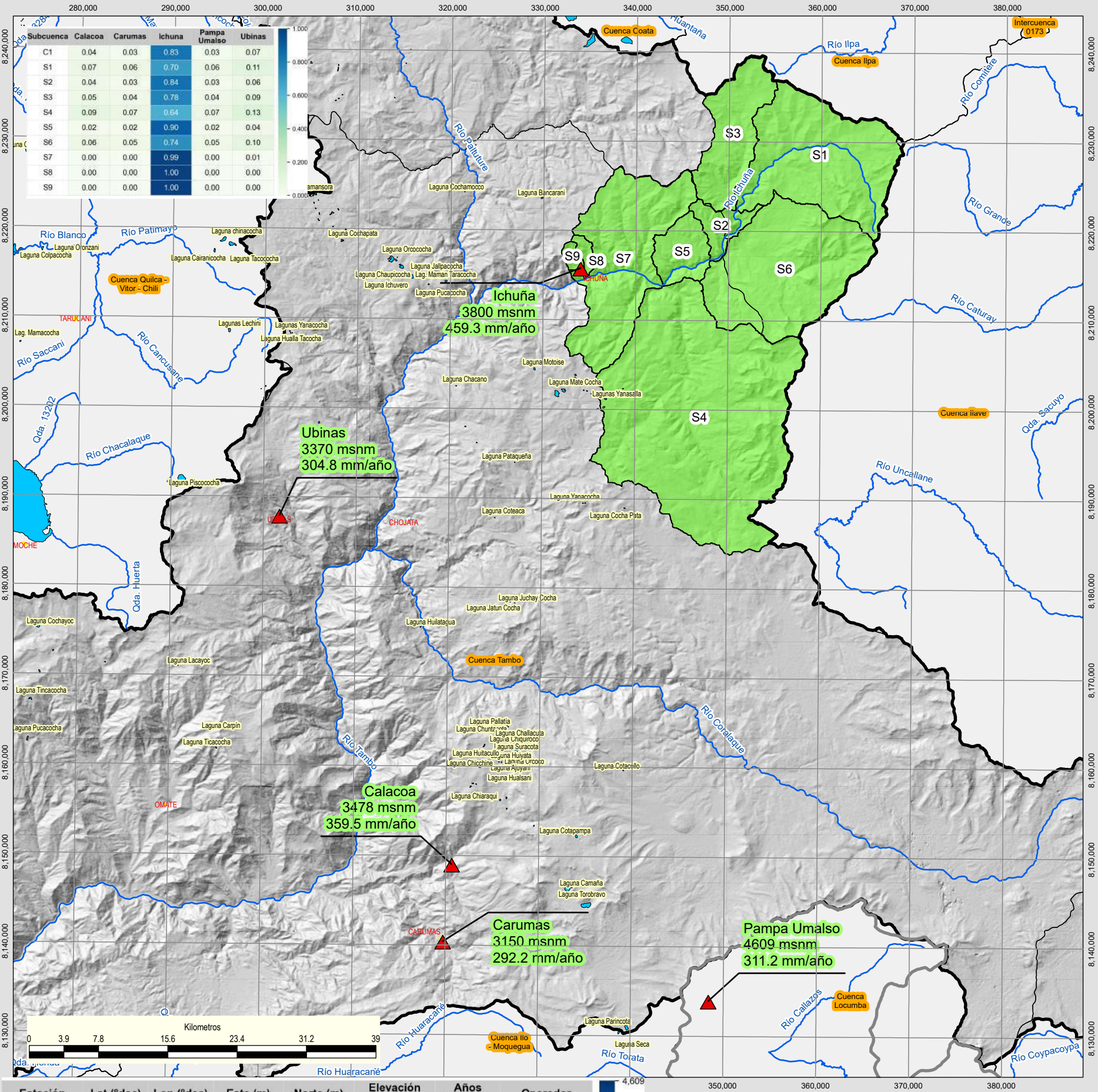
FECHA:
DICIEMBRE 2025

LÁMINA N°
05

ESCALA Y DATUM:
Escala=1:6,000,000
GCS WGS 1984

CIRCULO EDIFICAR
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN





Estación	Lat (°dec)	Lon (°dec)	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)	Años de registro	Operador
Ichuna	-16.1326	-70.5521	334,033	8,215,771	3,800	52	SENAMHI
Ubinas	-16.3825	-70.8567	301,705	8,187,847	3,370	54	SENAMHI
Calacoa	-16.7346	-70.6825	320,640	8,149,045	3,478	55	SENAMHI
Carumas	-16.8124	-70.6915	319,754	8,140,430	3,150	45	SENAMHI
Pampa Umalso	-16.8730	-70.4233	348,387	8,133,945	4,609	55	SENAMHI



GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA
Sub Gerencia de Estudios y Proyectos
Unidad Ejecutora 880

ESPECIALIDAD :
EVALUACIÓN DE RIESGOS

PLANO DE :
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS SELECCIONADAS



PROYECTO :
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUNA BELGICA DEL DISTRITO DE ICHUNA, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUNA BELGICA EN EL DISTRITO DE ICHUNA PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROYECTISTA :
CIRCULO EDIFICAR S.A.C.
Consultoría, Supervisión y Construcción

CLIENTE :
GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

FECHA:
DICIEMBRE 2025

LÁMINA N°
07

ESCALA Y DATUM:
Escala=1:500,000
GCS WGS 1984



Subcuenca	Área (km2)	Tc (min)	Pendiente Cuenca (%)	Pendiente Río (%)	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
C1	1,149.29	661.4	23.6	1.8	349,498	8,212,633	4,352
S1	184.79	320.1	20.8	3.3	359,840	8,228,025	4,544
S2	22.58	128.7	32.9	4.6	349,169	8,220,661	4,393
S3	82.95	264.7	20.4	2.8	350,399	8,230,944	4,641
S4	454.12	533.5	22.7	2.0	346,983	8,199,224	4,316
S5	36.58	134.2	24.0	6.7	345,004	8,217,704	4,234
S6	193.86	241.0	21.5	4.7	356,081	8,215,809	4,401
S7	162.49	235.3	31.3	5.1	338,650	8,216,878	4,084
S8	6.16	65.2	34.9	12.9	334,530	8,217,453	4,170
S9	5.77	51.9	41.6	19.2	333,252	8,216,830	4,117

Tr (años)	Calacoa	Carumas	Ichuna	Pampa Umalso	Ubinas
2	25.2	26.6	32.2	16.6	24.2
5	37.1	36.5	39.5	24.0	30.0
10	45.1	43.1	43.9	28.9	33.3
25	54.9	51.4	49.2	35.1	37.1
35	58.4	54.4	51.0	37.4	38.4
50	62.1	57.6	52.9	39.7	39.8
70	65.5	60.6	54.6	42.0	41.0
100	69.1	63.7	56.5	44.3	42.2
140	72.4	66.7	58.2	46.5	43.4
200	75.9	69.8	60.0	48.9	44.5
500	84.8	77.9	64.5	54.9	47.5
1,000	91.5	84.0	67.9	59.4	49.6

Tr (años)	C1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
2	30.7	29.6	30.8	30.3	29.0	31.3	29.9	32.1	32.2	32.2
5	38.2	37.2	38.3	37.8	36.8	38.7	37.5	39.4	39.5	39.5
10	42.7	41.9	42.8	42.4	41.5	43.2	42.1	43.8	43.9	43.9
25	48.2	47.6	48.3	47.9	47.3	48.6	47.7	49.1	49.2	49.2
35	50.1	49.5	50.2	49.8	49.3	50.4	49.7	50.9	51.0	51.0
50	52.1	51.6	52.2	51.8	51.4	52.4	51.7	52.8	52.9	52.9
70	53.9	53.5	54.0	53.7	53.4	54.1	53.6	54.5	54.6	54.6
100	55.9	55.5	56.0	55.6	55.4	56.1	55.6	56.4	56.5	56.5
140	57.6	57.4	57.8	57.4	57.3	57.8	57.4	58.1	58.2	58.2
200	59.5	59.3	59.7	59.3	59.3	59.7	59.3	59.8	60.0	60.0
500	64.2	64.3	64.4	64.1	64.4	64.3	64.2	64.3	64.5	64.5
1,000	67.8	68.0	68.0	67.7	68.2	67.8	67.9	67.7	67.9	67.9

JAIR LEV QUISPE PADILLA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 174918



4.4 PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA DEL IESTP ALIANZA RENOVADA ICHUÑA BÉLGICA DEL DISTRITO DE ICHUÑA, PROVINCIA GENERAL SÁNCHEZ CERRO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA" Y "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA DEL IESPP ALIANZA ICHUÑA BÉLGICA, EN EL DISTRITO DE ICHUÑA PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"

FOTOGRAFIA	DESCRIPCION
	Imagen 1 descripción Equipo Topográficos." DRON" PHANTOM 4 PRO V2.0 / 4 PRO V2.0 PLUS
	Imagen 2 descripción Equipo Topográficos. Trípode y gps diferencial





Imagen 3 descripción

Rio de Tambo del distrito de ICHUÑA.

Se nos muestra alrededores del rio que se muestra el malecón y también al otro lado del rio el terreno natural con piedras pequeñas



Imagen 4 descripción

Se nos muestra una carretera de trocha que se esta haciendo el levantamiento de los datos de los limites de la trocha



Imagen 5 descripción

Se nos muestra una carretera de trocha que se está haciendo el levantamiento de los datos de los límites de la trocha





Imagen 6 descripción
Levantamiento de
información en campo



Imagen 7 descripción
Levantamiento de
información en campo



Imagen 8 descripción
Levantamiento de
información de la
carretera de trocha





Imagen 9 descripción

Se nos muestra el Malecón riveroña existente y puente para llegar al otro malecón, vereda, sardinel de malecón y barandas



Imagen 10 descripción

Se nos muestra el Malecón riveroño existente y los estados de la vereda y sardinel y barandas y el desnivel de la vereda y el terreno natural.



Imagen 11 descripción

Se nos muestra el Malecón riveroño existente y los estados de la vereda y sardinel y barandas y el desnivel de la vereda y el terreno natural y el río de tambo.



Imagen 12 descripción

Se nos muestra el levantamiento de información





Imagen 12 descripción
Punto de control



Imagen 13 descripción
Punto de control



Imagen 14 descripción
Se muestra el levantamiento información "del sardinel del malecón, las barandas, veredas y el terreno natural"





Imagen 15 descripción

Se el terreno natural y el desnivel con la vereda

Y el estado de la vereda y el sardinel



Imagen 16 descripción

Se muestra el levantamiento topográfico del malecón y sus alrededores

