



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensas ribereñas  
en el río Virú, tramo Zaraque - Puente Virú”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**LÓPEZ CAMONES, ILICH YASIR**

**ASESOR:**

**ING. LUIS HORNA ARAUJO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**HIDRÁULICA**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

Ing. Gutiérrez Vargas, Leopoldo

Presidente

---

Ing. Meza Rivas, Jorge Luis

Secretario

---

Ing. Horna Araujo Luis Alberto

Vocal

## DEDICATORIA

A Dios porque gracias a Él, puedo decir, que comparto esta bonita experiencia que es la vida y además por darme todo su amor y comprensión siempre.

A mis hijos: Brighite, Gonzalo y Rodrigo por su amor, que ha sido mi fuente de motivación para día a día ser mejor, y para demostrarles que nada es imposible si eres perseverante.

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar esta etapa de mi vida quisiera expresar mi agradecimiento a muchas personas que con su apoyo incondicional lograron ser fuente de inspiración y fortaleza:

A Dios, por ser mi constante guía en cada momento de mi vida.

A mis padres, porque representan un apoyo y una entrega incondicional, los cual además son fuente de admiración y fortaleza.

Por otro lado, también demuestro mi particular deferencia a la “Junta de Usuarios de la Cuenca del Río Virú”, que me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación la cual será muy beneficiosa para el pueblo de Virú.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Ilich Yasir López Camones con DNI N° 31674398, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se plasma en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Febrero del 2018

---

**Ilich Yasir López Camones**

## PRESENTACIÓN

Distinguidos Miembros del Jurado:

En conformidad con el Reglamento de la Universidad César Vallejo, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil; presento el trabajo de investigación denominado: **“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ”**, elaborado con todo el conocimiento adquirido a través de la enseñanza obtenida en nuestra Universidad,

Debido a los fenómenos del niño que azota periódicamente a la zona costera de nuestro país y de manera particular a la cuenca del río Virú; esto ha venido ocasionando grandes pérdidas económicas, deterioro de estructuras de riego y destrucción de zonas agrícolas por máximas avenidas a lo largo de los años. Por ello, el presente trabajo constituye una necesidad prioritaria para la localidad de Virú, ya que el tramo de estudio es el más afectado por la crecida del río Virú afectando viviendas, medios de vida, infraestructura vial, infraestructura de riego y áreas agrícolas de la localidad de Virú , el Diseño consiste en plantear un adecuado ancho de cauce y dimensiones de las defensas ribereñas de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos por la Autoridad Nacional del Agua , Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el Ministerio de Economía y Finanzas en la Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas.

## Índice

<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	v
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	i
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Realidad Problemática</b> .....	1
<b>1.1.1. Aspectos generales</b> .....	6
<b>1.2. Trabajos Previos</b> .....	12
<b>1.3. Teorías relacionadas al tema</b> .....	14
<b>1.3.1. Cuencas Hidrográficas</b> .....	14
<b>1.3.1.1. Partes de una cuenca hidrográfica</b> .....	14
<b>1.3.1.2. Tipos de cuenca hidrográfica</b> .....	14
<b>1.3.1.3. Parámetros morfométricos de una cuenca</b> .....	15
<b>1.3.1.4. Cálculo de la precipitación promedio en una cuenca</b> .....	19
<b>1.3.2. Inundaciones</b> .....	19
<b>1.3.2.1. Causas de la Inundación</b> .....	19
<b>1.3.2.2. Tipos de Inundación</b> .....	19
<b>1.3.3. Defensas Ribereñas</b> .....	21
<b>1.3.3.1. Tipos de Defensas Ribereñas</b> .....	22
<b>1.3.4. Estudio Hidrológico</b> .....	22
<b>1.3.4.1. Tratamiento y Análisis de la Información Hidrometeorológica</b> .....	22
<b>1.3.4.2. Conversión de Caudal Máximo Promedio Diario a Caudal Máximo Instantáneo</b> .....	23
<b>1.3.4.3. Distribuciones Estadísticas o Probabilísticos</b> .....	24
<b>1.3.4.4. Análisis de Consistencia para Distribuciones de Probabilidad</b> .....	26
<b>1.3.4.5. Selección del Período de Retorno</b> .....	28
<b>1.3.4.6. Tiempo de Concentración</b> .....	30

1.3.5. Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad.....	31
1.3.5.1. Metodología.....	31
1.3.6. Identificación y Caracterización del Peligro ante Inundación Fluvial .....	34
1.3.6.1. Criterios recomendados para determinar el grado de peligrosidad.....	34
1.3.6.2. Criterios recomendados para determinar el nivel de la Intensidad o Magnitud de la Inundación. ....	35
1.3.6.3. Criterios recomendados para la evaluación de la Frecuencia, Recurrencia o Período de Retorno de la Inundación .....	36
1.3.6.4. Determinación del nivel de Peligrosidad.....	37
1.3.7. Análisis de la Vulnerabilidad ante Peligros por Inundaciones Fluviales	41
1.3.7.1. Identificación y Análisis de los Indicadores para la determinación del grado de Vulnerabilidad .....	41
1.3.8. Diseño Hidráulico y Estructural.....	58
1.3.8.1. Sección Estable del Rio .....	58
1.3.8.2. Modelamiento Hidráulico con HEC –RAS .....	61
1.3.8.3. Nivel de Cimentación del Enrocado .....	63
1.3.8.4. Dimensionamiento de Enrocado de Protección .....	68
1.3.8.5. Límites de gradación de las piedras del revestimiento .....	71
1.3.9. Mitigación de Daños por Inundación .....	71
1.3.9.1. Medidas estructurales.....	71
1.3.9.2. Medidas No estructurales .....	73
1.3.10. Impacto Ambiental.....	73
1.3.10.1. Metodología para la identificación del Impacto Ambiental.....	74
1.3.10.2. Métodos de Evaluación de Impactos Ambientales .....	76
1.4. Formulación del Problema.....	77
1.5. Justificación del Estudio.....	77
1.6. Hipótesis.....	77
1.7. Objetivos.....	78
1.7.1. General .....	78
1.7.2. Específicos .....	78
II. METODO .....	79
2.1 Diseño de Investigación.....	79
2.2 Variables, Operacionalización .....	79
2.2.1 Enunciado de Variables.....	79
2.2.2 Operacionalización de Variables.....	81
2.3 Población y Muestra.....	82



<b>2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	82
2.4.1 Técnicas: .....	82
2.4.2 Instrumentos: .....	82
2.4.3 Validez y Confiabilidad .....	83
2.5 Métodos de Análisis de datos .....	83
2.6 Aspectos Éticos .....	83
<b>III. RESULTADOS</b> .....	84
3.1 Estudios Topográficos.....	84
3.1.1 Generalidades.....	84
3.1.2 Ubicación .....	84
3.1.3 Reconocimiento de la zona.....	84
3.1.4 Metodología de trabajo.....	85
3.1.4.1 Personal .....	85
3.1.4.2 Equipos .....	85
3.1.4.3 Materiales .....	86
3.1.5 Procedimientos.....	86
3.1.5.1 Levantamiento Topográfico de la zona .....	86
3.1.5.2 Puntos de georreferenciación.....	87
3.1.5.3 Puntos de estación .....	88
3.1.6 Trabajo de gabinete.....	90
3.1.6.1 Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos.....	90
3.2 Estudio de mecánica de suelos .....	91
3.2.1 Generalidades.....	91
3.2.2 Objetivo.....	91
3.2.3 Plan de Trabajo .....	91
3.2.3.1 Trabajo de Campo .....	91
3.2.3.2 Trabajo de Laboratorio .....	91
3.2.3.3 Trabajo de Gabinete .....	92
3.2.4 Descripción de los trabajos.....	92
3.2.4.1 Determinación de Número de Calicatas.....	92
3.2.4.2 Ubicación de las calicatas .....	92
3.2.5 Ensayos y Pruebas de Laboratorios.....	93
3.2.6 Descripción de las Calicatas.....	94
3.2.7 Ensayos de Peso unitarios y Capacidad Admisible .....	99
3.2.8 Conclusiones.....	99

<b>3.3 Estudio hidrológico</b> .....	99
<b>3.3.1 Hidrología</b> .....	99
<b>3.3.1.1 Generalidades</b> .....	99
<b>3.3.1.2 Objetivos del estudio</b> .....	108
<b>3.3.2 Análisis y Tratamiento de la Información Hidrometeorológica e Hidrométrica</b> .....	108
<b>3.3.2.1 Red Meteorológica</b> .....	108
<b>3.3.2.2 Red Hidrométrica</b> .....	108
<b>3.3.2.3 Registro Hidrometeorológico</b> .....	109
<b>3.3.2.4 Tratamiento de la Información Hidrometeorológica</b> .....	112
<b>3.3.2.5 Análisis Máximas Avenidas con fines de diseño</b> .....	115
<b>3.3.2.6 Análisis estadísticos de datos Hidrológicos</b> .....	116
<b>3.3.2.7 Tiempo de Concentración</b> .....	120
<b>3.4 Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad</b> .....	120
<b>3.4.1 Generalidades</b> .....	120
<b>3.4.2 Metodología Seleccionada</b> .....	121
<b>3.4.2.1 Selección de la cuenca y del tramo de estudio</b> .....	121
<b>3.4.2.2 Levantamiento de Información de la cuenca del río Virú:</b> .....	123
<b>3.4.2.3 Estimación de Amenaza por Inundación</b> .....	127
<b>3.4.2.3.1 Tramo seleccionado.</b> .....	127
<b>3.4.2.3.2 Modelo Hidrológico</b> .....	128
<b>3.4.2.3.3 Modelo Hidráulico</b> .....	128
<b>3.4.3 Estimación del Riesgo</b> .....	138
<b>3.4.3.1 Identificación y caracterización del peligro ante la inundación fluvial</b> ..	138
<b>3.4.3.2 Determinación del Nivel de Intensidad o Magnitud de Inundación</b> .....	138
<b>3.4.3.3 Evaluación de la frecuencia, recurrencia o periodo de la inundación</b> ...	142
<b>3.4.3.4 Determinación del Nivel de Peligrosidad</b> .....	142
<b>3.4.3.5 Elaboración de mapas de peligrosidad.</b> .....	143
<b>3.4.4 Estimación de la Vulnerabilidad</b> .....	146
<b>3.4.4.1 Identificación de los elementos potencialmente vulnerables.</b> .....	146
<b>3.4.4.2 Identificación y Análisis de los indicadores para la determinación del grado de Vulnerabilidad.</b> .....	146
<b>3.4.4.2.1 Vulnerabilidad Física (VF):</b> .....	146
<b>3.4.4.2.3 Vulnerabilidad Económica (VE):</b> .....	150
<b>3.4.4.2.4 Vulnerabilidad Social (VS):</b> .....	151
<b>3.4.4.2.5 Vulnerabilidad Educativa (VEd):</b> .....	152

3.4.4.2.6	Vulnerabilidad Política e Institucional (VPI):.....	153
3.4.4.2.7	Vulnerabilidad Cultura e Ideológica (VCI): .....	154
3.4.4.2.8	Vulnerabilidad Científica y Tecnológica (VCT):.....	155
3.4.4.2.9	Ponderación y Estratificación de la Vulnerabilidad Total. ....	157
3.5	DISEÑO HIDRAULICO: .....	158
3.5.1	Consideraciones de Diseño .....	158
3.5.1.1	Trazo del Eje del Cauce del Río Virú: .....	158
3.5.1.2	Caudales de Diseño: .....	163
3.5.2	Dimensionamiento del Cauce del Río Virú: .....	163
3.5.2.1	Calculo del Ancho Estable. ....	163
3.5.2.2	Calculo de la Altura respecto al ancho estable del río Virú. ....	167
3.5.3	Calculo Hidráulico mediante el modelo HEC-RAS. ....	171
3.5.3.1	Datos de Entrada .....	171
3.5.3.1.1	Generación de la Geometría de Cauce.....	171
3.5.3.1.2	Coeficientes de Manning .....	174
3.5.3.1.3	Condiciones iniciales o de Borde .....	178
3.5.3.2	Resultados del Modelo Hidráulico. ....	179
3.5.3.2.1	Perfiles de Flujo .....	188
3.5.3.2.2	Secciones transversales .....	191
3.5.4	Calculo del Nivel de cresta de los diques de encauzamiento. ....	197
3.5.5	Calculo de la Socavación Potencial. ....	200
3.5.6	Análisis de Resultados. ....	205
3.5.7	Selección de Medidas Estructurales. ....	205
3.6	DISEÑO ESTRUCTURAL .....	205
3.6.1	Parámetros Hidráulicos requeridos.....	205
3.6.2	Taludes .....	206
3.6.3	Gravedad Especifica de la roca .....	207
3.6.4	Angulo de Reposo de la roca .....	207
3.6.5	Nivel de cresta del enrocado de protección .....	208
3.6.6	Dimensiones y nivel de profundidad de cimentación (Protección del Pie de Talud):.....	208
3.6.7	Diámetro medio del elemento enrocado. ....	213
3.6.8	Límite de gradación de las rocas del revestimiento: .....	214
3.6.9	Diseño del Filtro .....	214
3.6.10	Análisis de Estabilidad.....	218

3.6.11	Resultados de Estabilidad:	220
3.6.12	Dimensionamiento Final de Enrocados:	225
3.6.13	Consideraciones Finales	225
3.6.13.1	Prioridad en la ejecución de las obras de protección	225
3.6.13.2	Localización en planta de las Estructuras de Protección	226
3.6.13.3	Longitud de las Estructuras de protección	227
3.6.13.4	Descripción de las obras propuestas	227
3.7	Impacto Ambiental	232
3.7.1	Generalidades	232
3.7.2	Objetivos	232
3.7.2.1	Objetivo General	232
3.7.2.2	Objetivos Específicos	232
3.7.3	Metodología	232
3.7.3.1	Etapa Preliminar de Gabinete	233
3.7.3.2	Etapa de Campo	233
3.7.3.3	Etapa Final de Gabinete	233
3.7.4	Legislación y Normas que enmarca el Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	233
3.7.4.1	Marco Legal	233
3.7.4.2	Normas Nacionales	234
3.7.5	Características del Proyecto	235
3.7.6	Diagnóstico Ambiental	235
3.7.6.1	Área de Influencia del Proyecto	236
3.7.6.2	Situación actual del cauce del río Virú en el Tramos Zaraqúe – Puente Virú.	237
3.7.6.3	Línea Base Ambiental	241
3.7.6.4	Medio Físico:	242
3.7.6.4.1	Climatología	242
3.7.6.4.2	Geología General	242
3.7.6.4.3	Geomorfología	243
3.7.6.4.4	Capacidad de Uso Mayor de Suelos.	244
3.7.6.4.5	Medio Biológico	245
3.7.7	Identificación y Evaluación de Impacto Ambiental	253
3.7.7.1	Identificación de Impactos:	254
3.7.7.2	Metodología de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales	255

3.7.7.3	Aplicaciones metodológicas de Identificación de Impactos Ambientales:	
	257	
3.7.8	Descripción de los Impactos Ambientales Potenciales .....	267
3.7.8.1	Etapas de Planificación .....	267
3.7.8.2	Etapas de Construcción .....	267
3.7.8.3	Etapas de Operación .....	271
3.7.9	Plan de Manejo Ambiental .....	273
3.7.9.1	Generalidades .....	273
3.7.9.2	Objetivos .....	274
3.7.9.2.1	General .....	274
3.7.9.2.2	Específico .....	274
3.7.9.3	Programa de Medidas preventivas y/o correctivas .....	274
3.7.9.4	Consideraciones ambientales generales .....	276
3.7.9.5	Consideraciones ambientales específicas para evitar y/o mitigar los impactos ambientales identificados .....	281
3.7.9.6	Programa de Monitoreo Ambiental .....	286
3.7.9.6.1	Actividades del Programa de Monitoreo Ambiental. ....	287
3.7.9.7	Programa de Capacitación y Educación Ambiental .....	288
3.7.9.7.1	Actividades del Programa de Capacitación y Educación Ambiental. .	288
3.7.9.8	Programa de Contingencia .....	289
3.7.9.8.1	Implementación del Programa de Contingencias.....	290
3.7.9.8.2	Contingencias en la etapa de ejecución del proyecto. ....	290
3.7.9.8.3	Contingencias en la etapa de operación y mantenimiento.....	292
3.7.9.8.4	Contingencias y Riesgos Identificados .....	293
3.7.9.9	Programa de Residuos Sólidos .....	295
3.7.9.9.1	Calificación y Caracterización de Residuos Sólidos .....	296
3.7.9.9.2	Almacenamiento Temporal de residuos Sólidos .....	298
3.7.9.9.3	Disposición Final de los Residuos Sólidos Industriales .....	300
3.7.9.10	Programa de Cierre .....	301
3.7.9.10.1	Medidas de retiro y servicios de limpieza .....	301
3.7.9.11	Costos del Plan de Manejo Ambiental .....	302
3.7.9.12	Conclusiones y Recomendaciones .....	302
3.7.9.12.1	Conclusiones.....	302
3.7.9.12.2	Recomendaciones.....	304
3.8	Costos y Presupuestos .....	305
3.8.1	Resumen de Metrados.....	305

<b>3.8.2</b>	<b>Presupuesto General</b> .....	307
<b>3.8.3</b>	<b>Presupuesto Desagregado</b> .....	309
<b>3.8.4</b>	<b>Desagregado de Gastos Generales</b> .....	310
<b>3.8.5</b>	<b>Análisis de costos Unitarios</b> .....	311
<b>3.8.5.1</b>	<b>Consideraciones Generales</b> .....	311
<b>3.8.5.2</b>	<b>Bases de Calculo</b> .....	314
<b>3.8.6</b>	<b>Relación de Insumos</b> .....	340
<b>3.8.7</b>	<b>Fórmula Polinómica</b> .....	342
<b>3.8.8</b>	<b>Programación de Obra</b> .....	342
<b>IV.</b>	<b>DISCUSION</b> .....	350
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	352
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	354
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	355
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	359
	<b>Anexo 1 : Estudio Mecánica de Suelos</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
	<b>Anexo 2 : Estudio Hidrológico</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
	<b>Anexo 3 : Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
	<b>Anexo 4 : Diseño Hidráulico y Estructural</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
	<b>Anexo 5 : Análisis de Costos y Presupuestos</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
	<b>Anexo 6 : Planos</b> .....	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 : Curvas Doble Masa acumuladas - Estaciones Seleccionadas ..</b>	<b>114</b>
<b>Gráfico 2 : Caudal Máximo Promedio Diario (m<sup>3</sup>/s).....</b>	<b>114</b>
<b>Gráfico 3 : Estudio Hidrológico y modelización hidráulica en el conjunto de la metodología .....</b>	<b>128</b>
<b>Gráfico 4 : Perfil de flujo del río Virú entre Las Bocatomas Santa Clara y San Idelfonso (Km 2+500 – Km 3+680) .....</b>	<b>189</b>
<b>Gráfico 5 : Perfil de Flujo del río Virú en el tramo del canal de descarga del PECH (Km 4+260 – Km 5+040) .....</b>	<b>190</b>
<b>Gráfico 6 : Perfil de flujo del río Virú en el Puente Alameda (Km 6+780 - ...</b>	<b>190</b>
<b>Gráfico 7 : Perfil de flujo del río Virú en el puente Virú (Km 10+200 - Km 10+620) .....</b>	<b>191</b>
<b>Gráfico 8 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 0+480 .....</b>	<b>192</b>
<b>Gráfico 9 : Resultado del modelo HEC RAS en las sección 1+840 .....</b>	<b>192</b>
<b>Gráfico 10 : Resultados del modelo HEC RAS en la sección 3+320 .....</b>	<b>193</b>
<b>Gráfico 11 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 4+260 .....</b>	<b>194</b>
<b>Gráfico 12 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 7+225 .....</b>	<b>194</b>
<b>Gráfico 13 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 10+740.50 .....</b>	<b>195</b>
<b>Gráfico 14 : Altura de estructura de protección Km 0+000 - Km 5+500 .....</b>	<b>198</b>
<b>Gráfico 15 : Altura de estructuras de protección Km 5+500 - Km 10+940... ..</b>	<b>199</b>
<b>Gráfico 16: Cálculo de la Socavación general en el río Virú Km 0+000 - Km 5+500 .....</b>	<b>203</b>
<b>Gráfico 17 : Cálculo de la socavación general en el río Virú Km 5+500 - km 10+940 .....</b>	<b>204</b>
<b>Gráfico 18 : Características geométricas del enrocado de protección .....</b>	<b>210</b>
<b>Gráfico 19 : Profundidad de cimentación en el río Virú Km 0+00 - Km 5+500 .....</b>	<b>211</b>
<b>Gráfico 20 : Profundidad de cimentación en el río Virú Km 5+500 - Km10+940 .....</b>	<b>212</b>
<b>Gráfico 21 : Curvas Granulométricas de calicatas .....</b>	<b>215</b>
<b>Gráfico 22 : Curva Granulométrica material base .....</b>	<b>216</b>

<b>Gráfico 23 : Curva Granulométrica material filtro y del material base con las condiciones de frontera.....</b>	<b>217</b>
<b>Gráfico 24 : Curva Granulométrica material filtro y del material base con las condiciones de frontera.....</b>	<b>218</b>
<b>Gráfico 25 : Geometría de la sección importada a SLIDE.....</b>	<b>219</b>
<b>Gráfico 26 : FS para la sección tipo I Método de FELLENIUS .....</b>	<b>221</b>
<b>Gráfico 27 : FS para la sección tipo I Método BISHOP .....</b>	<b>221</b>
<b>Gráfico 28 : FS para la sección tipo I Método de JANBU.....</b>	<b>221</b>
<b>Gráfico 29 : FS para la sección tipo II Método de FELLENIUS .....</b>	<b>222</b>
<b>Gráfico 30 : FS para la sección tipo II Método BISHOP .....</b>	<b>222</b>
<b>Gráfico 31 : FS para la sección tipo II Método JANBU.....</b>	<b>222</b>
<b>Gráfico 32 : FS para la sección tipo III Método de FELLENIUS .....</b>	<b>223</b>
<b>Gráfico 33 : FS para la sección tipo III Método BISHOP .....</b>	<b>223</b>
<b>Gráfico 34 : FS para la sección tipo III Método JANBU.....</b>	<b>223</b>
<b>Gráfico 35 : FS para la sección tipo IV Método FELLENIUS.....</b>	<b>224</b>
<b>Gráfico 36 : FS para la sección tipo IV Método BISHOP .....</b>	<b>224</b>
<b>Gráfico 37 : FS para la sección tipo IV Método JANBU .....</b>	<b>224</b>
<b>Gráfico 38 : Sección tipo Descolmatación de cauce y conformación de terraplén:.....</b>	<b>228</b>
<b>Gráfico 39 : Enrocado de Protección de Sección Tipo I:.....</b>	<b>229</b>
<b>Gráfico 40 : Enrocado de protección de Sección Tipo II: .....</b>	<b>229</b>
<b>Gráfico 41 : Enrocado de protección de Sección Tipo III .....</b>	<b>230</b>
<b>Gráfico 42 : Enrocado de protección de Sección Tipo IV .....</b>	<b>231</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Ubicación del Proyecto</b> .....	7
<b>Figura 2: Tipos de Cuencas</b> .....	14
<b>Figura 3: Cambio de forma de la curva hipsométrica con la edad del río</b> .....	18
<b>Figura 4 : Riesgo de por lo menos una excedencia del Evento de Diseño durante la vida útil</b> .....	29
<b>Figura 5 : Coeficiente de Manning Planteamiento Hidráulico</b> .....	62
<b>Figura 6 : Reglamentación del uso de suelos</b> .....	73
<b>Figura 7 : Modelo Digital de Elevación Cuenca del Río Virú</b> .....	126
<b>Figura 8 : Ubicación del área de estudio dentro de la cuenca del río Virú</b> .	126
<b>Figura 9 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 0+00 - Km 1+000</b> .....	176
<b>Figura 10 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 1+000 - Km 2+580</b> .....	176
<b>Figura 11 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 2+580 - Km 4+600</b> .....	176
<b>Figura 12 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 4+600 - Km 7+300</b> .....	177
<b>Figura 13 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 7+300 - Km 10+640</b> .....	177
<b>Figura 14 . Coeficientes de Manning ingresados a la geometría del cauce (Software HEC RAS)</b> .....	178
<b>Figura 15 . Ubicación del proyecto</b> .....	237
<b>Figura 16 . Diagrama Proceso Metodológico de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales</b> .....	255
<b>Figura 17 . Contingencias – Accidentes Laborales</b> .....	291
<b>Figura 18 . Flujo Grama de Contingencias ante Accidentes en la ejecución del proyecto</b> .....	292
<b>Figura 19 . Contingencias Accidentes Laborales – Trabajos de Mantenimiento</b> .....	293
<b>Figura 20 . Clasificación de los recipientes para residuos sólidos por colores</b> .....	300

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Clasificación de las Cuencas por Superficie.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 2: Formas de las Cuencas de acuerdo al Coeficiente de Compacidad</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 3: Valores interpretativos del factor de forma.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 4: Valores interpretativos de la densidad de drenaje .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 5: Valores críticos d para la Prueba Kolmogorov - Smirnov.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 6 : Valores de período de retorno t (años).....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 7: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 8: Fórmulas para el cálculo del Tiempo de Concentración.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 9: Rangos definidos para cada nivel de Intensidad para Inundaciones .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 10: Categorías de los Períodos de Retorno.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 11: Valores numéricos de intensidad para inundaciones estáticas ....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 12: Clasificación de Susceptibilidad a Inundación .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 13: Clases Texturales de suelo para Susceptibilidades a Inundaciones .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 14 : Matriz clasificación de textura de Suelo y Pendientes .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 15 : Localización de Viviendas .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 16 : Material de construcción utilizada en viviendas.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 17 : Características geológicas, calidad y tipo de suelo .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 18 : Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los Procesos Constructivos .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 19 : Valores establecidos para cada rango.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 20 : Valores establecidos para cada rango.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 21 : Explotación de los recursos naturales .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 22 : Fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 23 : Actividad Económica.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 24 : Nivel de Organización .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 25 : Grado y tipo de Relación e Integración entre las Instituciones y Organizaciones Locales .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 26 : Existencia de Capacitación en colegios en temas concernientes a Defensa Civil.....</b>	<b>50</b>

<b>Tabla 27 : Existencia de Capacitación de la población civil en temas concernientes a Defensa Civil.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 28 : Campañas de Difusión .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 29 : Organización y Capacidad Institucional .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 30 : Político y Legal.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 31 : Conocimiento colectivo sobre ocurrencia pasada de peligros ....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 32 : Percepción local del riesgo .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 33 : Actitud frente al riesgo.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 34 : Conocimiento y Cumplimiento de Recomendaciones .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 35 : Información y Soporte Técnico .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 36 : Coeficiente de Material de Cauce (K).....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 37 : Coeficiente de Tipo de río (M).....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 38 : Factor de Fondo de río (Fb) .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 39 : Factor de Orilla de río (Fs) .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 40 : Condiciones de Fondo de río (K<sub>1</sub>) .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 41 : Coeficiente de Contracción, <math>\mu</math> .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 42 : Coeficiente para Socavación, <math>\beta</math>.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 43 : Valores de X y 1/(X+1) para suelos cohesivos .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 44 : Valores de X y 1/(x+1) para suelos no cohesivos .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 45 : Valores del coeficiente (<math>\phi</math>) para diversos caudales .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 46 : Coeficiente de Corrección para la aplicación del Metodo de Maynard .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 47 : Factor de seguridad para métodos del U.S. Departente of Transportation .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 48 : Granulometría propuesta por El AASHTO .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 49 : Clasificación de las Obras de Protección contra Inundaciones más comunes, por tipo .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 50 : Clasificación de los Impactos Ambientales .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 51 : Taludes recomendados para enrocados .....</b>	<b>206</b>
<b>Tabla 52 : Gravedad específica de los tipos de roca típica utilizados en enrocados de protección.....</b>	<b>207</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1: Número de Viviendas promedio en la zona del Proyecto .....</b>	<b>10</b>
<b>Cuadro 2: Tipo de área de viviendas promedio en la zona del Proyecto .....</b>	<b>10</b>
<b>Cuadro 3: Número de viviendas con abastecimiento de agua.....</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro 4: Número de viviendas que cuentan con desagüe.....</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro 5 : Tipos de vulnerabilidades antes Inundaciones Fluviales .....</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 6 : Operacionalización de Variables.....</b>	<b>81</b>
<b>Cuadro 7 : Puntos Geodésicos de orden "C" – IGN.....</b>	<b>87</b>
<b>Cuadro 8 : Ubicación de BMs.....</b>	<b>88</b>
<b>Cuadro 9 : Ubicación de Estaciones .....</b>	<b>89</b>
<b>Cuadro 10 : Ubicación de Calicatas.....</b>	<b>93</b>
<b>Cuadro 11 : Ensayos y Pruebas realizadas.....</b>	<b>93</b>
<b>Cuadro 12 : Resultados de los Análisis de las Muestras.....</b>	<b>98</b>
<b>Cuadro 13 : Resultados de la Geomorfología.....</b>	<b>103</b>
<b>Cuadro 14 : Planilla Meteorológica de la Estación San José - Valle de Virú - Periodo 2001-2016.....</b>	<b>107</b>
<b>Cuadro 15 : Red Meteorológica de la zona de Estudio .....</b>	<b>108</b>
<b>Cuadro 16 : Descargas Medias Diarias del Río Virú (m<sup>3</sup>/s) .....</b>	<b>110</b>
<b>Cuadro 17: Descargas Máximas Diarias del Río Virú (m<sup>3</sup>/s) .....</b>	<b>111</b>
<b>Cuadro 18 : Análisis de doble masa - Estaciones seleccionada Caudal máximo promedio diario (m<sup>3</sup>/s) .....</b>	<b>113</b>
<b>Cuadro 19 : Caudal Máximo Instantáneo - Río Virú (m<sup>3</sup>/s).....</b>	<b>116</b>
<b>Cuadro 20 : Resultado análisis de distribución estadística - Estación Virú / Huacapongo / Cruce Caudal máximos instantáneos (m<sup>3</sup>/s).....</b>	<b>117</b>
<b>Cuadro 21 : Estación Virú/Huacapongo/Cruce Pruebas de Ajuste o Prueba de Bondad.....</b>	<b>119</b>
<b>Cuadro 22 : Resultado Análisis del Caudal Máximo Instantáneo (m<sup>3</sup>/s) .....</b>	<b>119</b>
<b>Cuadro 23 : Estación Virú/Huacapongo/Cruce Tiempo de Concentración .</b>	<b>120</b>
<b>Cuadro 24 : Características y ubicación del tramo seleccionado.....</b>	<b>122</b>
<b>Cuadro 25 : Información Hidrológica - Estación Virú.....</b>	<b>127</b>
<b>Cuadro 26 : Resultado Análisis del Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s) .....</b>	<b>128</b>
<b>Cuadro 27 : Nivel de intensidad .....</b>	<b>142</b>
<b>Cuadro 28 : Frecuencia de periodo de inundación .....</b>	<b>142</b>

<b>Cuadro 29 : Nivel de Peligrosidad .....</b>	<b>143</b>
<b>Cuadro 30 . Cálculo del ancho estable del río Virú Km 0+000 - Km 4+526..</b>	<b>165</b>
<b>Cuadro 31 : Cálculo del ancho estable del río Virú Km 4+256 - Km 10+636</b>	<b>166</b>
<b>Cuadro 32 : Ancho estable del río Virú.....</b>	<b>167</b>
<b>Cuadro 33 : Altura dique de encauzamiento del río Virú .....</b>	<b>168</b>
<b>Cuadro 34 : Cálculo Hidráulico altura muro de encauzamiento del río Virú Km 0+00 - Km 4+256 .....</b>	<b>169</b>
<b>Cuadro 35 : Cálculo hidráulico altura muro de encauzamiento del río Virú Km 4+256 - Km 10+636 .....</b>	<b>170</b>
<b>Cuadro 36 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del Río Virú Km 0+000 - Km 1+400 .....</b>	<b>180</b>
<b>Cuadro 37 : Resultado del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 1+420 - Km 2+800 .....</b>	<b>181</b>
<b>Cuadro 38: Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 2+820 - Km 4+220 .....</b>	<b>182</b>
<b>Cuadro 39 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 4+240 - Km 5+640 .....</b>	<b>183</b>
<b>Cuadro 40 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 5+660 - Km 7+060 .....</b>	<b>184</b>
<b>Cuadro 41 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 7+080 - Km 8+440 .....</b>	<b>185</b>
<b>Cuadro 42 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 8+460 - Km 9+860 .....</b>	<b>186</b>
<b>Cuadro 43 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 9+880 - Km 10+940 .....</b>	<b>187</b>
<b>Cuadro 44 : Resumen del resultado del cálculo de la altura de muros de encauzamiento .....</b>	<b>197</b>
<b>Cuadro 45 : Resultados de la Estimación de las profundidades de socavación. ....</b>	<b>202</b>
<b>Cuadro 46 : Parámetros Hidráulicos requeridos .....</b>	<b>206</b>
<b>Cuadro 47 : Parámetros considerados.....</b>	<b>208</b>
<b>Cuadro 48 : Resultado de altura de enrocado .....</b>	<b>208</b>
<b>Cuadro 49 : Resultado de profundidad de cimentación (uña) enrocado.....</b>	<b>209</b>

<b>Cuadro 50 : Resultado del dimensionamiento de la uña .....</b>	<b>210</b>
<b>Cuadro 51: Resultados del diámetro medio del Enrocado .....</b>	<b>213</b>
<b>Cuadro 52 : Resultados de los límites de gradación .....</b>	<b>214</b>
<b>Cuadro 53 : Parámetros Geotécnicos .....</b>	<b>219</b>
<b>Cuadro 54 : Resultados de los factores de seguridad mínimos secciones de Tipo I, II y III.....</b>	<b>220</b>
<b>Cuadro 55 : Resultados de las dimensiones finales en los enrocados de protección.....</b>	<b>225</b>
<b>Cuadro 56 : Longitudes total de los enrocados de protección proyectadas .....</b>	<b>227</b>
<b>Cuadro 57 : Flora del Monte Ribereño.....</b>	<b>250</b>
<b>Cuadro 58 : Lista de Especies de Vertebrados Principales y Algunos Invertebrados del Desierto Costero Reportados para la Zona de estudio ..</b>	<b>252</b>
<b>Cuadro 59 : Matriz de Identificación y Valoración de Impactos - Fase de construcción.....</b>	<b>265</b>
<b>Cuadro 60 : Matriz de Identificación y Valoración de Impactos - Fase de Operación y Mantenimiento .....</b>	<b>266</b>
<b>Cuadro 61 : Contingencia en la Etapa de Ejecución .....</b>	<b>291</b>
<b>Cuadro 62 : Contingencia en la Etapa de Operación .....</b>	<b>293</b>
<b>Cuadro 63 : residuos Sólidos Municipales .....</b>	<b>297</b>
<b>Cuadro 64 : residuos Sólidos No Municipales.....</b>	<b>297</b>
<b>Cuadro 65 : Residuos Sólidos Industriales Peligroso .....</b>	<b>298</b>
<b>Cuadro 66 : Almacenamiento temporal de Residuos Sólidos.....</b>	<b>298</b>

## ÍNDICE DE IMAGENES

<b>Imagen 1 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Zaraque – Centro Poblado San Juan.</b> .....	2
<b>Imagen 2 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Centro Poblado San Juan – Bocatoma San Idelfonso.</b> .....	2
<b>Imagen 3 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Bocatoma San Idelfonso – Cruce Sifón Virú.</b> .....	3
<b>Imagen 4 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Cruce Sifón Virú – Puente Alameda.</b> .....	4
<b>Imagen 5 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Puente Alameda.</b> .....	4
<b>Imagen 6 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Puente Alameda – Puente Virú.</b> .....	5
<b>Imagen 7 : Otra Fotografía aérea capturada con Dron tramo Puente Alameda – Puente Virú.</b> .....	5
<b>Imagen 8 : Ubicación de Calicatas</b> .....	92
<b>Imagen 9 : Ubicación del Proyecto</b> .....	100
<b>Imagen 10 : Delimitación de la Cuenca y Sub Cuencas Hidrográficas del Río Virú</b> .....	101
<b>Imagen 11 : Modelo digital de Elevación (DEM)</b> .....	130
<b>Imagen 12 : Coeficientes de Manning "n"</b> .....	131
<b>Imagen 13 . Tirante generado PR: 25 años</b> .....	133
<b>Imagen 14 : Tirante generado PR: 50 años</b> .....	133
<b>Imagen 15 : Tirante generado PR: 100 años</b> .....	134
<b>Imagen 16 : Tirante generado PR: 200 años</b> .....	134
<b>Imagen 17 : Velocidades generadas (m/s) PR: 25 años</b> .....	135
<b>Imagen 18 : Velocidades generadas (m/s) PR: 50 años</b> .....	135
<b>Imagen 19 : Velocidades generadas (m/s) PR: 100 años</b> .....	136
<b>Imagen 20 : Velocidades generadas (m/s) PR: 200 años</b> .....	136
<b>Imagen 21 : Mapa de inundación PR. 25, 50,100 y 200 años</b> .....	137
<b>Imagen 22 : Calculo del parámetro tirante x velocidad (m<sup>2</sup>/s) Periodo de retorno 25, 50, 100 y 200 años</b> .....	139
<b>Imagen 23 : Nivel de Intensidad Periodo de retorno de 25 años</b> .....	139

<b>Imagen 24 : Nivel de Intensidad Periodo de retorno de 50 años.....</b>	<b>140</b>
<b>Imagen 25 : Nivel de Intensidad Periodo de retorno de 100 años.....</b>	<b>140</b>
<b>Imagen 26 : Nivel de intensidad Periodo de retorno de 200 años.....</b>	<b>141</b>
<b>Imagen 27 : Mapa de peligro periodo de retorno de 25 años .....</b>	<b>144</b>
<b>Imagen 28 : Mapa de peligro periodo de retorno de 50 años .....</b>	<b>144</b>
<b>Imagen 29 : Mapa de peligro periodo de retorno de 100 años .....</b>	<b>145</b>
<b>Imagen 30 : Mapa de peligro periodo de retorno de 200 años .....</b>	<b>145</b>
<b>Imagen 31 : Localización de la población del sector Alameda .....</b>	<b>147</b>
<b>Imagen 32 : Localización de la población del sector Puente Virú .....</b>	<b>147</b>
<b>Imagen 33 : Infraestructura vial existente en el tramo de estudio .....</b>	<b>158</b>
<b>Imagen 34 : Rectificación del cauce del río Virú Km 0+000 - 5+500 .....</b>	<b>159</b>
<b>Imagen 35 : Rectificación del cauce del río Virú Km 5+500 - 10+940 .....</b>	<b>159</b>
<b>Imagen 36 : Estructura de protección existente en el río Virú Km 0+000 - 5+500 .....</b>	<b>160</b>
<b>Imagen 37 : Estructuras de protección existente en el río Virú Km 5+500 - 10+940 .....</b>	<b>160</b>
<b>Imagen 38 : Infraestructura de riego existente en el río Virú Km 0+000 - 5+500 .....</b>	<b>161</b>
<b>Imagen 39 : Predios Agrícolas que colindan con el río Virú Km 0+000 - 5+500 .....</b>	<b>162</b>
<b>Imagen 40 : Predios agrícolas que colindan con el río Virú Km 5+500 - 10+940 .....</b>	<b>162</b>
<b>Imagen 41 . Centros poblados que colindan con el río Virú Km 0+000 - 5+500 .....</b>	<b>163</b>
<b>Imagen 42 : Centros poblados que colindan con el río Virú Km 5+500 - 10+636 .....</b>	<b>163</b>
<b>Imagen 43 : Creación del corredor de la condición propuesta .....</b>	<b>171</b>
<b>Imagen 44 : Pre - procesamiento de la geometría del río Virú en la condición propuesta.....</b>	<b>172</b>
<b>Imagen 45 : Planteamiento Hidráulico del río Virú en la condición propuesta .....</b>	<b>173</b>
<b>Imagen 46 : Geometría del cauce del río Virú en la condición propuesta importada al HEC RAS.....</b>	<b>174</b>



<b>Imagen 47 : Planicie de inundación planteamiento hidráulico del río Viru tramo Zaraque - Puente Virú <math>Q= 393.53 \text{ m}^3/\text{s}</math> para <math>PR =140</math> años .....</b>	<b>196</b>
<b>Imagen 48 : Sección transversal del cauce.....</b>	<b>200</b>
<b>Imagen 49 : Mapa Climático Cuenca del Río Virú.....</b>	<b>242</b>
<b>Imagen 50 : Mapa Geológico Cuenca del Río Virú .....</b>	<b>243</b>
<b>Imagen 51 : Mapa Geomorfológico de la Cuenca del Río Virú.....</b>	<b>243</b>
<b>Imagen 52 : Mapa de Capacidad de Uso de Suelos de la Cuenca del Río Virú .....</b>	<b>244</b>
<b>Imagen 53 : Mapa de Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Virú.....</b>	<b>245</b>

## **ÍNDICE DE FOTOGRAFIA**

<b>Fotografía 1 : Nivel de inundación del río Virú en la confluencia de los ríos Carabamba y Huacapongo .....</b>	<b>124</b>
<b>Fotografía 2 : Nivel de inundación del río Virú en el tramo aguas abajo del cruce del Badén - Virú .....</b>	<b>124</b>
<b>Fotografía 3 : Nivel de inundación a la altura del puente La Alameda .....</b>	<b>125</b>
<b>Fotografía 4 : Tipo de material de construcción de viviendas afectadas en el sector Alameda.....</b>	<b>148</b>
<b>Fotografía 5 : Estado actual del rio Virú Km 0+000 – 2+520 .....</b>	<b>238</b>
<b>Fotografía 6 : Estado actual del rio Virú Km 2+520 – 3+650 .....</b>	<b>238</b>
<b>Fotografía 7 : Estado actual del rio Virú Km 3+650 – 4+580 .....</b>	<b>239</b>
<b>Fotografía 8 : Estado actual del rio Virú Km 4+580-7+220 .....</b>	<b>239</b>
<b>Fotografía 9 : Estado actual del rio Virú Km 7+220-8+900.....</b>	<b>240</b>
<b>Fotografía 10 : Estado actual del rio Virú Km 8+900 – 10+940 .....</b>	<b>240</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en Rio Virú en el tramo Zaraqúe – Puente Virú , en el cual las inundaciones son un problema recurrente año tras año, es así que debido a la ocurrencia en el mes de marzo del 2017 del Fenómeno denominado “Niño Costero” que generó un evento de máxima avenida que ocasiono problemas de inundación, erosión y acumulación de arrastre de sedimentos , que llegaron a destruir áreas de cultivo, colapsaron las infraestructuras de riego, vías de comunicación, viviendas , etc., afectando principalmente la actividad agropecuaria, en todos los sectores del valle, lo que significó el incremento de la crisis económica de sus pobladores. Es por ello que la presente tesis denominada “Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensas ribereñas en el río Virú, tramo Zaraqúe - Puente Virú”, constituye una necesidad prioritaria para la localidad de Virú, ya que el tramo de estudio es el más afectado por la crecida del río Virú, el diseño consiste en plantear un adecuado ancho de cauce y dimensiones de las defensas ribereñas de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos por la Autoridad Nacional del Agua y el Ministerio de Economía y Finanzas en la Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas.

Para lograr el objetivo, se realizó la recopilación de la información existente de la zona de estudio, tanto topografía, información hidrométrica, clima, características locales, etc., así como el levantamiento topográfico del cauce del río en una longitud de 11 Km.

El Estudio de mecánica de suelos de 11 muestras nos permitió conocer en general el tipo de suelo en el tramo de estudio de acuerdo a la clasificación SUCS corresponden a GP y GW, es decir Gravas mal graduadas con arena y bien graduadas con arena y gravas bien graduadas con arena, con un peso específico seco de  $1.861 \text{ g/cm}^3$  y capacidad admisible de  $3.13 \text{ kg/cm}^2$ .

Estudio Hidrológico realizado se ha calculado los caudales de máximas avenidas de 10, 25, 50, 100, 140 y 200 años que son de 158.87, 231.09, 291.95, 358.78, 393.53 y  $432.10 \text{ m}^3/\text{s}$ , estimados a partir de caudales máximas diarias de la cuenca del río Virú registrados en la estación Huacapongo / Virú.

Se ha realizado el Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad del área de influencia del proyecto se determina que es de ALTO GRADO.

El diseño hidráulico se ha realizado para un caudal máxima avenida de 393.53 m<sup>3</sup>/s correspondiente a un periodo de retorno de 140 años, con el cual se ha dimensionando el ancho optimo del río, optando con anchos de 50, 75 y 90 m., con cuyos resultados se realizó el planteamiento y modelamiento hidráulico en la condición propuesta determinando que se requiere que las estructuras de defensa ribereña tengan una altura de 3.50, 3.00 y 2.80 m., la máxima profundidad de socavación en el tramo de estudio es de 2.01 m., seguidamente se realizó el diseño estructural determinando que las profundidades de cimentación será entre 2.00m a 3.00m , el diámetro medio de roca de 0.80 a 1.00 m y espesor de filtro de grava 0.20 m; de acuerdo al análisis de estabilidad de las secciones analizadas estas son estables , de los resultados del cálculo hidráulico y estructural se plantea la construcción de 04 tipos de secciones de enrocados. Los impactos ambientales generados por el proyecto, serán de magnitud baja reversibles, no se identifican impactos negativos de relevancia que pudiera generar el proyecto sobre los diversos componentes ambientales en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Finalmente, el costo referencial de proyecto asciende a Treinta y Un Millones Seiscientos trece mil seiscientos sesentaiocho y 53/100 Soles (S/. 31'613,668.53) que incluye el costo directo, gastos generales, utilidad y IGV.

**Palabras Claves:** *diseño, estructura, modelamiento*

## ABSTRACT

The present investigation work it has been made in Viru River in the section Zaraq - Puente Virú, in which floods are a recurring problem year after year, it is so due to the occurrence in the month of March of 2017 of the Fenómeno denominado "Coastal Child" that generated a maximum avenue event that caused problems of flooding, erosion and accumulation of sediment trawling, that came to destroy cultivation areas, collapsed irrigation infrastructures, communication roads, housing, etc., affecting mainly the agricultural activity, in all the sectors of the valley, which meant the increase of the economic crisis of its inhabitants. That is why the present thesis entitled "Hydraulic and Structural Design of the channeling and riverside defenses in the Virú River, Zaraq - Virú Bridge", constitutes a priority need for the town of Virú, since the study section is the most affected by the flood of the Virú River, the design consists in considering an adequate canal width and dimensions of the riparian defenses according to the design parameters established by the National Water Authority and the Ministry of Economy and Finance in the Methodological Guide for Projects of Protection and / or Control of Floods in Agricultural or Urban Areas.

In order to achieve the objective, the compilation of the existing information of the study area, topography, hydrometric information, climate, local characteristics, etc, as well as the topographic survey of the river bed in a length of 11 km.

The soil mechanics study of 11 samples allowed us to know in general the type of soil in the study section according to the SUCS classification, corresponding to GP and GW, that is, gravels poorly graded with sand and well graded. with sand and gravels well graded with sand, with a specific dry weight of  $1,861 \text{ g / cm}^3$  and admissible capacity of  $3.13 \text{ kg / cm}^2$ .

Hydrological study performed has calculated the maximum flood flows of 10, 25, 50, 100, 140 and 200 years that are 158.87, 231.09, 291.95, 358.78, 393.53 and  $432.10 \text{ m}^3 / \text{s}$ , estimated from daily maximum flow rates of the Viru river basin recorded at the Huacapongo / Virú station.

The Risk and Vulnerability Analysis of the area of influence of the project was determined to be HIGH GRADE.

The hydraulic design has been made for a maximum flood flow of  $393.53 \text{ m}^3 / \text{s}$  corresponding to a return period of 140 years, with which the optimum width of the river has been determined, opting for widths of 50, 75 and 90 m., with whose results the hydraulic approach and modeling was carried out in the proposed condition, determining that it is required that the riparian defense structures have a height of 3.50, 3.00 and 2.80 m., the maximum depth of scour in the study section is 2.01 m., then the structural design was made determining that the foundation depths will be between 2.00m to 3.00m, the average diameter of rock from 0.80 to 1.00m and thickness of gravel filter 0.20 m; According to the analysis of stability of the analyzed sections, they are stable. From the results of the hydraulic and structural calculation, the construction of 04 types of castings sections is considered. The environmental impacts generated by the project will be of low magnitude reversible, no negative impacts of relevance that the project could generate on the various environmental components in the area of direct and indirect influence of the project are identified.

Finally, the referential Project cost amounts to Thirty-one Million Six hundred thirteen thousand six hundred and sixty-eight and 53/100 Soles (S / . 31, 613,668.53) which includes the direct cost, general expenses, utility and IGV.

**Keywords:** *design, structural, modeling*

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

Debido a la presencia del Fenómeno denominado “Niño Costero” y a los ocurridos años anteriores, el valle de Virú se vio afectado, reflejando sus efectos negativos en inundaciones, que en algunos casos llegaron a destruir áreas de cultivo, colapsaron las infraestructuras de riego, vías de comunicación, etc., afectando principalmente la actividad agropecuaria, en todos los sectores del valle, lo que significó el incremento de la crisis económica de sus pobladores.

El río Virú tiene un recorrido total de 89 km y una pendiente promedio de 5 %, aunque en las partes altas se encuentran pendientes de hasta 12 %, con una extensión total de cuenca de aprox. 2,052 km<sup>2</sup>, conformada principalmente por los ríos Carabamba y Huacapongo. A lo largo de su recorrido el tramo comprendido entre el sector Zaraque – Puente Virú es potencialmente vulnerable antes las crecidas del río Virú, es así que en el mes de marzo del 2017 ante la presencia del fenómeno denominado “Niño Costero” que ocasiono precipitaciones extraordinarias, origino el incremento del caudal del río Virú, superior a los 300 m<sup>3</sup>/s, ocasionando que el lecho del río resultara insuficiente para contener la demanda del flujo produciéndose inundaciones a todo lo largo del tramo comprendido entre Zaraque – Puente Virú, lo cual afecto viviendas, medio de vida de pueblo de Virú, infraestructura vial, infraestructura de riego y terrenos agrícolas según siguiente detalle:

Entre el sector Zaraque – Centro Poblado San Juan (Ver Imagen N°01), tramo donde se unen los ríos Carabamba y Huacapongo formando el río Virú, en el cual sobre la margen derecha ha destruido parte del Red Vial Departamental Ruta LI 119 (Carretera Asfalta) en una longitud de 3.00 Km, dejando aislado a los pobladores de las Localidades de Tomabal hasta Carabamba, así mismo sobre la margen izquierda se han inundado terrenos agrícolas, destrucción de infraestructura de riego (canales) y defensas ribereñas que existían en este sector.

**Imagen 1 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Zaraque – Centro Poblado San Juan.**



*Fuente: Elaboración propia.*

Entre el Centro Poblado San Juan - Bocatoma San Idelfonso (Ver Imagen N°02), sobre ambas márgenes se ha desbordado el río Virú, ocasionado la inundación de áreas agrícolas, destrucción de infraestructura de riego (Bocatoma y canal de conducción San Idelfonso) y defensas ribereñas que existían en este sector.

**Imagen 2 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Centro Poblado San Juan – Bocatoma San Idelfonso.**



*Fuente: Elaboración propia.*



Entre la Bocatoma San Idelfonso - Cruce Sifón Virú (PE CHAVIMOCHIC) (Imagen N°03), se ha ocasionado el desborde del río Virú sobre ambas márgenes, originando la destrucción de terrenos agrícolas , infraestructura de riego como es la Bocatoma Santa Clara y Defensas Ribereñas existentes en este tramo, en las que se encontraba los diques enrocado de protección de Sifón Virú del Proyecto especial CHAVIMOCHIC, así como el Baden que une la localidad de Virú con los centros poblados de Tomabal y Huacapongo.

**Imagen 3 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Bocatoma San Idelfonso – Cruce Sifón Virú.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Sector Cruce Sifón Virú – Puente la Alameda (Imagen N°04), en el cual se ha ocasionado el desborde sobre la margen derecha del río Virú, originando la destrucción de infraestructura de riego de gran importancia como es el Canal Integrador Margen Derecha, destrucción de terrenos agrícolas y defensas ribereñas existentes. Así mismo en este tramo se ha originado la inundación del Pueblo de Virú (Ver Imagen N°05), generando pérdidas económicas de la población, así como de viviendas y medios de vida de los pobladores de la zona.

**Imagen 4 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Cruce Sifón Virú –  
Puente Alameda.**



Fuente: Elaboración propia.

**Imagen 5 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Puente Alameda.**



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, entre el Puente la Alameda – Puente Virú (Imágenes N°06 y 07), se ha originado el desborde sobre la margen derecha, inundando áreas agrícolas, destrucción defensas ribereñas existentes e interrupción del tránsito vehicular por la afectación de los pilares de los puentes La Alameda y Virú colapsando este último.

**Imagen 6 : Fotografía aérea capturada con Dron tramo Puente Alameda – Puente Virú.**



Fuente: Elaboración propia.

**Imagen 7 : Otra Fotografía aérea capturada con Dron tramo Puente Alameda – Puente Virú.**



Fuente: Elaboración propia.

Por lo antes descrito el “Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensas ribereñas en el río Virú, tramo Zaraque - Puente Virú”, constituye una necesidad prioritaria para la localidad de Virú, ya que el tramo de estudio es el más perjudicado por la crecida del río Virú afectando viviendas, medios de vida, infraestructura vial, infraestructura de riego y áreas agrícolas de la localidad de Virú, el Diseño consiste en plantear un adecuado ancho de

cauce y dimensiones de las defensas ribereñas según las Normas y reglamentos vigentes para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones

### 1.1.1. Aspectos generales

#### ✓ Ubicación Política

La zona de ejecución de la tesis se encuentra políticamente en

Región : La Libertad

Provincia : Virú

Distrito : Virú

Localidad : Virú.

#### ✓ Ubicación Geográfica

El Valle Virú está ubicado entre el Km. 505 y 514 de la Panamericana Norte, el ámbito de la obra se encuentra ubicado sobre el cauce del río Virú entre las coordenadas UTM:

Norte: 9'074,662.65 y 9'068,175.07

Este: 751,463.61 y 743,937.15

Datum: Zona 17S (WGS84)

#### ✓ Limites

La provincia de Virú limita por:

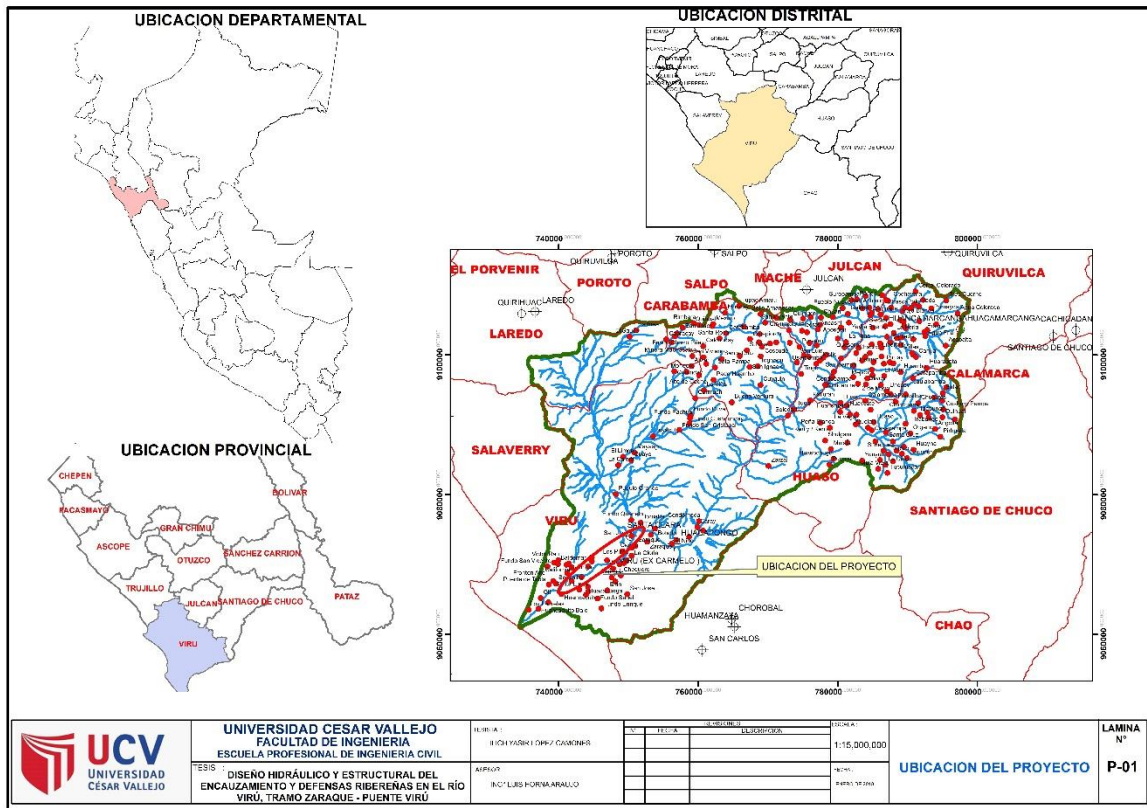
Norte: Provincia de Trujillo

Sur: Departamento de Ancash

Este: Provincia de Julcán y la Provincia de Santiago de Chuco

Oeste: Océano Pacífico.

**Figura 1: Ubicación del Proyecto**



Fuente: Elaboración propia

✓ **Clima**

**a) Precipitación Pluvial**

La precipitación pluvial de la cuenca del río Virú, en la zona de la costa árida y desértica es de uno cuantos milímetros hasta 1200 mm de promedio anual siendo al parecer Quiruvilca muy cercana a la divisoria de aguas de la cuenca, una de las zonas de mayor precipitación con 1,388.9 mm.

El área menos lluviosa está comprendida entre el litoral y la cota que oscila entre los 1600 y 1800 msnm. Dentro de este rango el promedio anual de precipitación se estima en 40 mm., notándose que es mayor en cuanto va en aumento significativo con el nivel altitudinal, habiendo en el litoral un promedio de 7 mm., mientras que en la estación Samne (distrito de Salpo) ubicada a 1,450 msnm. Se registra un promedio de 162.4 mm.

El siguiente sector altitudinal que llega hasta los 2800 msnm., muestra un apreciable incremento en la precipitación con 350 mm anuales.

El siguiente piso continua hasta los 3,700 msnm las lluvias son más abundantes, alcanzando un promedio de 80 mm. Este Volumen de precipitación permite llevar cultivos de secano en grandes áreas.

Por encima del nivel descrito y que se extiende hasta la divisoria continental 4,200 msnm, la precipitación debe bordear los 1,200 msnm. como promedio anual. Según esta distribución de lluvia, la región puede ser dividida, en dos sectores desde el punto de vista hidrológico. El más bajo sería denominado como " cuenca seca " entre el nivel del océano pacífico y los 1,700 msnm., teniendo 250 mm de promedio de precipitación anual, considerando que en esta área no se cuenta con escorrentía superficial, por lo que no habrá aporte efectivo al caudal del río. Respecto a la "cuenca húmeda ", la cual la precipitación promedio varía entre los 250 mm y 1,200 mm constituyendo el área del aporte efectivo de agua al caudal de los ríos.

### ***b) Temperatura***

La temperatura es el elemento meteorológico cuyas variaciones están más ligadas al factor altitudinal. Dicho elemento presenta variaciones desde el tipo semiárido (20°C) de la Costa hasta el tipo frío de montaña alta (6°C). En la cuenca del río moche existen varias estaciones meteorológicas ubicadas en los diferentes pisos altitudinales, así tenemos Islas Guañape Norte, Fundo El Carmelo y Estación Virú en la Costa, Samme en ceja de sierra, Otuzco en la Sierra Baja y Quiruvilca en el sector Jalca.

En las estaciones próximas al mar se reporta 19.5 °C, como promedio anual, los promedios mensuales oscilan de manera marcada durante el año, siendo el más alto de 22.7°C en el mes de marzo 17°C el más bajo reportado en Julio.

### ***c) Humedad Relativa***

En términos generales la Humedad Relativa media varía de 61.0 % a 81.2 %, con promedio de 71.4 %.

### ***d) Velocidad del Viento***

La velocidad del viento varía entre 21.6 Km/d (0.25 m/s) a 45.0 Km/d (0.52 m/s), los valores que representan vientos calmados que permiten operar cualquier tipo de sistema de riego. Teniendo como conclusión que el clima del Virú son favorables para el desarrollo para una amplia variedad de cultivos.

## ✓ **Aspectos Demográficos, Sociales y Económicos**

### **a) Población**

La población beneficiada en forma directa corresponde a la del Distrito de Virú, la cual cuenta con una población de 47,652.00 habitantes al año 2007, cuya situación social de la población es heterogénea sobre todo entre las áreas urbana y rural.

### **b) Educación**

Con lo que respecta a Educación, el nivel de atención tiene marcada diferencia de equidad entre las áreas urbano y rural. Teniendo escaso apoyo en el aprendizaje de los niños por parte de los padres. En la zona de estudio existe una población escolar 11,437 alumnos, también podemos mencionar que en la Región La Libertad presenta a la fecha una tasa de analfabetismo del 7.4 % y se incrementa para el Distrito de Virú al 10.4% (Ministerio de Educación), y se concentra básicamente en el área rural. Así mismo, las estadísticas de educación determinan que para el Distrito de Virú solo el 59.50% de los alumnos que inician la educación primaria la culminan y el 39.90% concluyen con la educación secundaria, concluyendo oportunamente los estudios secundarios solo el 32.80% (INEI, 2007).

### c) Vivienda

Para el distrito de Virú, alcanzan un número de 11,305.00 unidades, construidas de diferentes materiales de construcción, predominando el material noble (cemento y ladrillo) y en menor proporción con rustico (adobe o tapia). Ver Cuadros N°01 y N°02

**Cuadro 1: Número de Viviendas promedio en la zona del Proyecto**

Categorías	Distrito de Virú	%	Acumulado %
Casa Independiente	10,568.00	93.48	93.48
Departamento en edificio	76.00	0.67	994.15
Vivienda en quinta	268.00	2.37	96.52
Casa en casa de vecindad	224.00	1.98	98.51
Choza o cabaña	109.00	0.96	99.47
Vivienda improvisada	17.00	0.15	99.62
Local no destinado para hab. Humana	12.00	0.11	99.73
Otro tipo particular	21.00	0.19	99.91
Hotel, hostel, hospedaje	1.00	0.01	99.92
Casa pensión	1.00	0.01	99.93
Hospital clínica	0.00	0.00	99.93
Cárcel, centro de readapt. Social	0.00	0.00	99.93
Aldea infantil, Orfelinato	0.00	0.00	99.93
Otro tipo colectiva	7.00	0.06	99.99
En la calle (persona sin vivienda)	1.00	0.01	100.00
<b>Total</b>	<b>11,305.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: (INEI, 2007)

**Cuadro 2: Tipo de área de viviendas promedio en la zona del Proyecto**

Categorías	Distrito de Virú	%	Acumulado %
Urbano	8,078.00	71.76	71.46
Rural	3,227.00	28.54	100.00
<b>Total</b>	<b>11,305.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: (INEI, 2007)

### d) Economía

La actividad predominante en la zona de estudio es la agricultura con un 90% complementado con la ganadería en un 10%, las mismas que constituyen la fuente principal de sus ingresos; siendo sus principales cultivos: el Maíz amarillo duro, caña de azúcar, y cultivos de pan llevar (frijol, etc.). La producción agrícola es destinada para la comercializa-



ción hacia los mercados de Trujillo y otros distritos aledaños. Las condiciones laborales que existen son de obrero agrícola para empresas agroindustriales existentes en la zona, recibiendo como pago de su trabajo diario un aproximado de S. /35.00 nuevos soles.

#### e) Accesos

La zona de ejecución de la tesis se accede a través de la Ruta Nacional 001N: Carretera Panamericana Norte a 45 Km de la ciudad de Trujillo se llega a la localidad de Puente Virú, de aquí vía una carretera asfaltada a 3.80 Km se llega a la ciudad de Virú, de este punto a través de una carretera afirmada hacia la localidad de Zaraque a 2.50Km en un desvío hacia la izquierda a 0.50 Km se llega al río Virú (Km 2+220) zona de ejecución de las Obras de Proyecto.

#### f) Servicio de agua potable

Respecto a los servicios básicos podemos mencionar de las viviendas del área de influencia solo el 45.75% de las viviendas cuenta con los servicios de agua potable

**Cuadro 3: Número de viviendas con abastecimiento de agua**

Categorías	Distrito de Virú	%	Acumulado %
Red pública dentro de la viv.(agua potable)	4,769.00	45.75	45.75
Red pública fuera de la vivienda	1,005.00	9.64	55.40
Pilón de uso público	131.00	1.26	56.65
Camión-cisterna u otro similar	225.00	2.16	58.81
Pozo	3,584.00	34.39	93.20
Río, acequia, manantial o similar	232.00	2.23	95.42
Vecino	383.00	3.67	99.10
Otro	94.00	0.90	100.00
<b>Total</b>	<b>10,423.00</b>	<b>100.00</b>	

NSA: 882.00

Fuente: (INEI, 2007)

#### g) Servicio de alcantarillado

En cuanto a la cobertura de los servicios de alcantarillado el 20.33% cuenta con este servicio básico dentro de la vivienda.

**Cuadro 4: Número de viviendas que cuentan con desagüe**

Categorías	Distrito de Virú	%	Acumulado %
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	2,119.00	20.33	20.33
Red pública de desagüe fuera de la vivienda	282.00	2.71	23.04
Pozo séptico	889.00	8.53	31.56
Pozo ciego o negro / letrina	6,510.00	62.46	94.02
Río, acequia o canal	89.00	0.85	94.88
No tiene	534.00	5.12	100.00
<b>Total</b>	<b>10,423.00</b>	<b>100.00</b>	

NSA: 882.00

Fuente: (INEI, 2007)

#### **h) Servicio de energía eléctrica**

El 74.74% de la población cuenta con energía eléctrica.

#### **i) Otros servicios**

En lo referente al Sector Salud, podemos comentar que las enfermedades más comunes que se presentan en la zona de Estudio son infecciones agudas de las vías respiratorias, enfermedades diarreicas agudas, y Parasitosis, principalmente debido a la falta de una infraestructura de saneamiento básico adecuado, a los niveles de cobertura de los servicios básicos y a una deficiente alimentación. El índice de desnutrición crónica es de 17.4% y la zona en estudio está clasificado como en situación de pobreza.

### **1.2. Trabajos Previos**

Para guiar esta investigación se recurrió a antecedentes como la de La Autoridad Nacional del Agua, titulado “**TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL SANTA, EN AL AÑO 2011**”, el presente trabajo constituye un documento técnico de gestión del recurso hídrico en avenidas ordinarias y extraordinarias, en el cual se describe la metodología adecuada para el cálculo del ancho estable del río Santa que facilite el drenaje del caudal en avenidas ordinarias, determinación de la llanura de inundación para un periodo de retorno de 10, 25 y 50 años, proponiendo las medidas estructurales y no estructurales para el Plan de Tratamiento del Río Santa. (Autoridad Nacional del Agua, 2011)

De la misma manera Espinoza Ruiz, Luis Fernando y Torres Sandoval, Juan Carlos, en el año 2015, en su investigación **“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DIQUES PARA EL ENCAUZAMIENTO DEL RIO VIRÚ ENTRE ZARAQUE Y TOMABAL, PROVINCIA DE VIRÚ – DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”**, presentado por la Universidad Privada Antenor Orrego como requisito para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la ciudad de Trujillo, la cual tuvo como objetivo realizar los cálculos hidrológicos, para la determinación de los caudales de diseño para lo cual se ha realizado los estudios topográficos en el tramo de estudio identificando los puntos críticos, análisis hidrológico determinando que los caudales se ajustaban a la distribución Log Pearson Tipo III, obteniéndose un caudal de diseño de 382.95 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 50 años, con un riego de 33% y vida útil de 20 años, estudios de suelos que permitió conocer que el material conformante era en su generalidad grava mal graduada, con presencia de arena con pocos finos o sin finos, con cuyos datos se realizó el planteamiento del diseño de las estructuras de protección como son los diques enrocados en una longitud de 1112.53 m en el tramo de estudios. (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015)

Así mismo Kerimbey Álvaro Aguilar, Luther Marcelo y Henríquez Fasanando Luis Anselmo, en el año 2014, en su investigación **“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA, TRAMO PUNTA MORENO PAMPAS DE JAGUEY APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”** presentado por la Universidad Privada Antenor Orrego como requisito para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la ciudad de Trujillo, la cual tuvo como objetivo de dar seguridad y protección a las áreas de cultivo emplazadas a lo largo de la margen izquierda del río Chicama, así como para proteger la carretera que discurre por la margen izquierda, frente a las cada vez más frecuentes avenidas del río.

La infraestructura vial, tiene un recorrido paralelo al cauce del Río Chicama, la misma que se encuentra expuesta ante los efectos erosivos, por el incremento del caudal del Río Chicama, debido a ello la infraestructura colapsaría trayendo como consecuencia la interrupción del tráfico vehicular, tanto de

pasajeros como de carga con el consecuente aislamiento de la población por lo que ocasionaría cuantiosas pérdidas en la actividad económica, la propiedad y grandes riesgos de pérdidas de vidas humanas. Por tal motivo se pretende dar una propuesta con el diseño de defensa ribereña del río Chicama en el tramo punta moreno, pampas de jagüey de acuerdo a los estudios básicos de ingeniería que se deben realizar y las metodologías existentes para estos diseños aplicando el programa RIVER en base a los conocimientos adquiridos en la universidad. (Alvaro Aguilar & Henriquez Fasanando, 2014).

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1. Cuencas Hidrográficas

“Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados” (monografias.com, 2017).

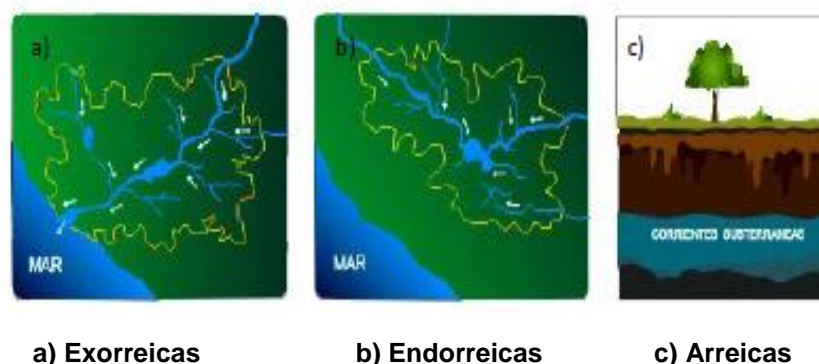
##### 1.3.1.1. Partes de una cuenca hidrográfica

(Lopez, 2011), define las partes de una cuenca como Alta, Media y Baja.

##### 1.3.1.2. Tipos de cuenca hidrográfica

(monografias.com, 2017) Se define los siguientes tipos de cuencas:

**Figura 2: Tipos de Cuencas**



*Fuente:* (Ordoñez Galvez, 2011)

### 1.3.1.3. Parámetros morfométricos de una cuenca

#### a) Parámetros de forma

##### ➤ Tamaño de la Cuenca

“El tamaño de una cuenca se determina según el área que esta abarca, propiedad más importante, pues permite determinar el potencial de escorrentía que se pueda generar en una superficie expuesta a la precipitación, debido al efecto de flujo superficial que pudiera generar” (Viramontes O., y otros, 2007).

**Tabla 1: Clasificación de las Cuencas por Superficie**

Tamaño de la cuenca (km <sup>2</sup> )	Descripción
Menos de 25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia pequeña
500 a 2500	Intermedia grande
2500 a 5000	Grande
5000 a más	Muy grande

*Fuente: (Viramontes O., y otros, 2007)*

- Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (1914) (Campos, 1992), señala que “Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el de una circunferencia”; clasificándolos en la *Tabla N°02*, del cual se puede decir que mientras el índice más cerca a la unidad, esta será más circular (más compacta), y según aumenta la cuenca será de una forma más oval.

La fórmula está dada por:

$$C_c = 0.282 \frac{P}{A^{1/2}} \quad (1)$$

Donde:

$C_c$  es el coeficiente de compacidad

$P$  el perímetro de la cuenca (km).

$A$  el Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

**Tabla 2: Formas de las Cuencas de acuerdo al Coeficiente de Compacidad**

Clase de Forma	Coeficiente de compacidad	Forma de la cuenca
Clase I	1.0 – 1.25	Casi redonda a oval redonda
Clase II	1.26 – 1.50	Oval – redonda a oval – oblonga
Clase III	1.51 a más de 2	Oval – oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: (Viramontes O., y otros, 2007)

➤ Razón de elongación

“Es la relación entre el diámetro de un círculo con igual área que la de la cuenca y la longitud máxima de la misma” (Coloma Laimito, 2015)

La fórmula es la propuesta por Shumm (1956):

$$R_e = 1.128 \frac{A^{1/2}}{L_c} \quad (2)$$

Donde

$R_e$ : relación de elongación.

$L_c$ : longitud del cauce principal de la cuenca en km.

$A$ : Área de la cuenca en km<sup>2</sup>.

➤ Factor de Forma

“La forma de la cuenca, factor de forma, fue propuesta por Horton (1945) donde relaciona el área de la cuenca y la longitud de la misma. En este sentido, valores cercanos a cero indican cuencas alargadas y aquellos cercanos a uno, indican cuencas redondeadas” (Coloma Laimito, 2015).

Con la formula siguiente se puede realizar la descripción cuantitativa de la forma de la cuenca:

$$F_f = \frac{A}{L_c^2} \quad (3)$$

Donde

$F_f$  : Factor de forma.

$A$  : Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

$L_c$  : Longitud del cauce principal en km.

En la tabla N°03 se presentan la interpretación de los valores de la relación de forma de Horton.

**Tabla 3: Valores interpretativos del factor de forma**

Valores aproximados	Forma de la cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22 – 0.30	Alargada
0.30 – 0.37	Ligeramente alargada
0.37 – 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 – 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 – 0.80	Ensanchada
0.80 – 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

*Fuente:* (Delgadillo Santander & Moreno Barrios, 2011)

## b) Parámetros de relieve

### ➤ Pendiente media de la cuenca

“Se calcula como media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales de la cuenca en las que la línea de máxima pendiente se mantiene constante; es un índice de la velocidad media de la escorrentía y, por lo tanto, de su poder de arrastre o poder erosivo” (Ibañez, 2011). La pendiente media se calcula con la formula siguiente:

$$J = \sum L_i E / A \quad (4)$$

Donde

$J$  : Pendiente media de la cuenca.

$L_j$  : Longitud de cada una de las curvas de nivel en km.

$E$  : Equidistancia de las curvas de nivel en km

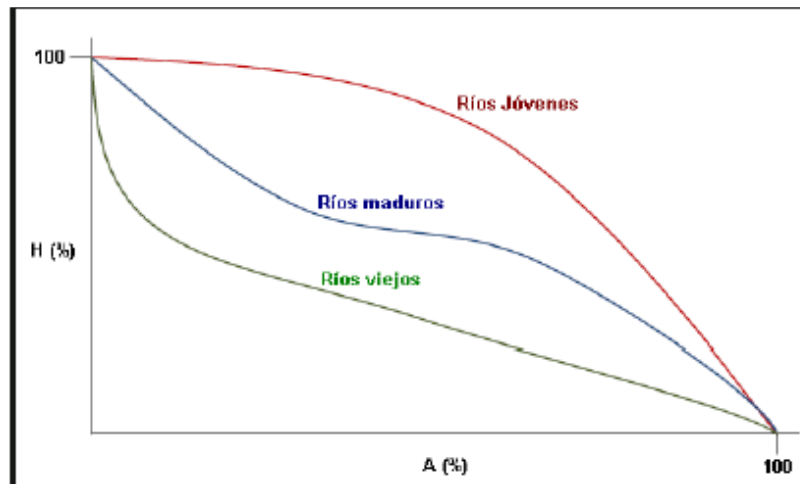
$A$  : Área de la cuenca en km<sup>2</sup>.

### ➤ Curva hipsométrica

“La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. Se construye llevando al eje de las abscisas los valores de la superficie drenada proyectada en km<sup>2</sup> o en porcentaje, obtenida hasta un determinado nivel,

el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros” (Coloma Laimito, 2015).

**Figura 3: Cambio de forma de la curva hipsométrica con la edad del río**



Fuente: (Ibañez, 2011)

### c) Red de Drenaje

#### ➤ Densidad de drenaje

“Definida para una cuenca como la longitud media de curso por unidad de superficie” (Coloma Laimito, 2015), el cual se calcula con la siguiente formula:

$$D = \sum L/A \quad (5)$$

Donde

$D$  : Densidad de drenaje en  $\text{km}^{-1}$

$L$  : Suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca en km.

$A$  : Área de la cuenca en  $\text{km}^2$ .

**Tabla 4: Valores interpretativos de la densidad de drenaje**

Densidad de drenaje ( $\text{km}/\text{km}^2$ )	Categoría
<1	Baja
1 – 2	Moderada
2 – 3	Alta
>3	Muy alta

Fuente: (Delgadillo Santander & Moreno Barrios, 2011)



#### **1.3.1.4. Cálculo de la precipitación promedio en una cuenca**

“Para calcular la precipitación promedio en una cuenca, es necesario analizar las series de datos de precipitación disponibles, al menos por 30 años, de las estaciones meteorológicas existentes dentro de la cuenca y su periferia. A partir de dicha información se puede ponderar la aportación espacial de cada sitio a través de los siguiente métodos: aritmético, Thiessen o de las curvas isoyetas” (Secretaría de Agricultura, ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación - SAGARPA, 2012).

### **1.3.2. Inundaciones**

“Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce” (WMO - UNESCO, 1974).

#### **1.3.2.1. Causas de la Inundación**

(Alvaro Aguilar & Henríquez Fasanando, 2014), define las causas de inundación en Causas naturales, causas no naturales y causas mixtas.

#### **1.3.2.2. Tipos de Inundación**

##### **a) De acuerdo con su origen:**

##### **➤ Inundaciones Pluviales:**

“Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo, de la parte alta de la cuenca) (Salas Salinas & Jiménez Espinosa, Inundaciones. 1° Edición, 2014).

##### **➤ Inundaciones fluviales:**

“Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se des-

borda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada” (Salas Salinas & Jiménez Espinosa, Inundaciones. 1° Edición, 2014).

➤ **Inundaciones costeras:**

“Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. La marea de tormenta es generada por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros. Por su parte, el oleaje en el océano puede ser provocado por diferentes factores; sin embargo, su causa más común es el viento” (Salas Salinas & Jiménez Espinosa, Inundaciones. 1° Edición, 2014).

➤ **Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica:**

“Existe una causa que puede generar una inundación, aún más grave que las antes mencionadas: si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras” (Salas Salinas & Jiménez Espinosa, Inundaciones. 1° Edición, 2014).

**b) Por el tiempo de duración**

➤ **Inundaciones lentas:**

“Al ocurrir una precipitación capaz de saturar el terreno, esto es, cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno. Conforme el escurrimiento avanza hacia la salida de la cuenca, se incrementa proporcionalmente con el área drenada, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de éste, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes y

el agua desalojada puede permanecer horas o días sobre el terreno inundado” (Salas Salinas & Jiménez Espinosa, Inundaciones. 1° Edición, 2014).

➤ **Inundaciones súbitas:**

“Las inundaciones súbitas son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen, en cuestión de minutos, en violentos torrentes capaces de causar grandes daños. Las zonas urbanas son usualmente sitios donde se presenta este tipo de avenidas, como consecuencia de la “cubierta impermeable” formada artificialmente por los edificios y calles, así como por la deforestación. Debido a ello, el agua no puede infiltrarse y prácticamente todo el volumen precipitado se convierte en escurrimiento”<sup>4</sup> (Salas Salinas & Jiménez Espinosa, Inundaciones. 1° Edición, 2014).

### **1.3.3. Defensas Ribereñas**

“Son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de invierno, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la plataforma de la carretera. Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras” (Alvaro Aguilar & Henríquez Fasanando, 2014).

### **1.3.3.1. Tipos de Defensas Ribereñas**

Según (Alvaro Aguilar & Henriquez Fasanando, 2014) indican que los tipos de defensa ribereña son: Espigones, ya sean del tipo convergente, perpendicular o divergente, Gaviones del tipo caja, colchón o tipo saco y Diques que son terraplenes naturales o artificiales que puede ser de concreto armado, enrocados y mampostería.

### **1.3.4. Estudio Hidrológico**

#### **1.3.4.1. Tratamiento y Análisis de la Información Hidrometeorológica**

##### **➤ Análisis de Consistencia**

La inconsistencia de las series hidrológicas constituye uno de los aspectos más importantes del estudio en la hidrología, puesto que, si éstos no son identificados y eliminados, un error significativo puede introducirse en todos los análisis futuros obteniendo resultados.

“Los errores aleatorios se presentan a causa de la inexactitud en las mediciones y observaciones. Las causas que dan lugar a este tipo de errores pueden ser diversas, teniendo entre las más comunes: lecturas poco conscientes, aparato ligeramente estropeado y mal colocado, errores de transcripción de cálculo, copia, impresión e interpretación. Los errores sistemáticos son los de mayor importancia, ya que los datos pueden ser incrementados ó reducidos sistemáticamente” (Instituto Nacional de Recursos Naturales. Dirección General de Aguas y Suelos - INRENA, 2004).

“Los errores sistemáticos pueden ser a la vez naturales, artificiales u ocasionados por la intervención de la mano del hombre, los mismos que ocurren como saltos y como tendencias” (Instituto Nacional de Recursos Naturales. Dirección General de Aguas y Suelos - INRENA, 2004).

##### **a) Análisis Gráfico:**

“En coordenadas cartesianas se plotea la información hidrológica histórica, ubicándose en las ordenadas los valores de la serie y en las abscisas el tiempo (años, meses, días). (Universidad Nacional de Cajamarca, 2017).

### **b) Análisis Doble masa:**

Esta herramienta se utiliza para la localización de inconsistencias en las series de datos hidrológicos, así como de los errores que se hubieran producido en la obtención de estos, esta herramienta no es utilizada para la creación de errores.

### **c) Análisis Estadístico:**

Luego de la obtención de los gráficos elaborados para el análisis visual y de los de doble masa, los periodos de posible corrección, y los periodos en los cuales los datos conservan sus valores originales, se procede a ejecutar el análisis estadístico de saltos, tanto en la media como en la desviación estándar.

#### **1.3.4.2. Conversión de Caudal Máximo Promedio Diario a Caudal Máximo Instantáneo**

“El análisis de caudales máximos permitirá determinar los caudales máximos instantáneos producidos en diferentes escenarios de eventos “ENOS” (El Fenómeno El Niño / Oscilación Sur). La información utilizada son caudales máximos diarios y máximos instantáneos de la información disponible. En estaciones que no cuentan con información, se aplicaran extrapolaciones y relaciones empíricas como las desarrolladas por Tucci (1991)” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

Las formulas planteadas para el cálculo son:

Cuencas menores a 3500 km<sup>2</sup>:

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{md}(1 + 2.66A^{-0.30}) \quad (6)$$

Cuencas mayores a 3500 km<sup>2</sup>:

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{md}(1 + 1.20A^{-0.036}) \quad (7)$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$  : Caudal máximo instantáneo (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario (m<sup>3</sup>/s)

A : Área en Km<sup>2</sup> de la cuenca de recepción en el punto de control hidrométrico.

### 1.3.4.3. Distribuciones Estadísticas o Probabilísticas

Las distribuciones de probabilidad teórica a utilizar son las recomendadas por (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008):

#### A. Distribución normal o gaussiana

Se define con la siguiente relación:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \quad (8)$$

Para  $-\infty < x < \infty$

Donde:

$f(x)$ : Función densidad normal de la variable  $x$

$x$ : Variable independiente

$\mu$ : Parámetro de localización, igual a la media aritmética de  $x$ .

$S$ : Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de  $x$ .

$E$ : Función exponencial con base  $e$ , de los logaritmos neperianos.

#### B. Distribución Log-Normal De Dos Parámetros

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\} \quad (9)$$

Para  $0 < x < \infty$ , se tiene que  $x \sim \log N(\mu_y, \sigma_y^2)$

Donde:

$\mu_y, \sigma_y$ : Son la media y desviación estándar de los logaritmos naturales de  $x$ , es decir de  $\ln(x)$ , y representan respectivamente, el parámetro de escala y el parámetro de forma de la distribución.

### C. Distribución Log-Normal De Tres Parámetros

#### a) Función Densidad

La función de densidad, de la distribución log-normal de 3 parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{\ln(x - x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\} \quad (10)$$

Para  $x_0 \leq x < \infty$

Donde:

$X_0$ : Parámetro de posición en el dominio x

$U_y$ : Parámetro de escala en el dominio x

$\sigma_y$ : Parámetro de forma en el dominio x.

### D. Distribución Gamma De Tres Parámetros o Pearson Tipo III

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \quad (11)$$

Para:

$$x_0 \leq x < \infty \quad -\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty \quad 0 < \gamma < \infty$$

### E. Distribución Gumbel

La fórmula de la función de densidad de dicha distribución es, en lenguaje Meta Stock, la siguiente:

$$IG = \exp ( -\exp ( - ( 1/0.7797 * \text{std}(X,p) ) * ( X - \text{mov}(X,q,m) + 0.4499 * \text{std}(X,p) ) ) ) \quad (12)$$

Donde:

X: es la variable a estudiar: cierres, máximos, mínimos.

P: es el número de datos que consideramos para el cálculo de la desviación, por ejemplo 5 días.

Q: es el número de datos que consideramos para el cálculo de la media móvil, por ejemplo 10 días.

M: es el modo de cálculo de la media móvil.

Exp =es la función exponencial.

Std =es la desviación estándar.

#### 1.3.4.4. Análisis de Consistencia para Distribuciones de Probabilidad.

##### A. Pruebas 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. En la teoría estadística, las pruebas de bondad de ajuste más conocidas son la  $X^2$  y la Kolmogorov – Smirnov, las cuales se describen a continuación” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)

##### a) Prueba $X^2$

“Esta prueba fue propuesta por Karl Pearson en 1900, se aplica para verificar bondad de las distribuciones normales y log normales” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)

“Para aplicar la prueba, el primer paso es dividir los datos en un número k de intervalos de clase. Luego se calcula el parámetro estadístico” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

$$D = \sum_{i=1}^K (\theta_i - \varepsilon_i)^2 / \varepsilon_i \quad (13)$$

Donde:

$\theta_i$ : es el número observado de eventos en el intervalo i y  $\varepsilon_i$  es el número esperado de eventos en el mismo intervalo.

$\varepsilon_i$ : se calcula como:



$$\epsilon_i = n[F(S_i) - F(I_i)] \quad i = 1, 2, \dots, k$$

“Asimismo;  $F(S_i)$  es la función de distribución de probabilidad en el límite superior del intervalo  $i$ ,  $F(I_i)$  es la misma función en el límite inferior y  $n$  es el número de eventos.

Una vez calculado el parámetro  $D$  para cada función de distribución considerada, se determina el valor de una variable aleatoria con distribución  $\chi^2$  para  $v = k-1-m$  grados de libertad y un nivel de significancia  $\alpha$ , donde  $m$  es el número de parámetros estimados a partir de los datos” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

Para aceptar una función de distribución dada, se debe cumplir:

$$D \leq X_{1-\gamma, k-1-m}^2$$

El valor de  $X_{1-\gamma, k-1-m}^2$  se obtiene de tablas de la función de distribución  $\chi^2$ .

#### **b) Prueba Kolmogorov – Smirnov**

“Método 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  $F_o(x_m)$  y la estimada  $F(x_m)$ ” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

$$D = \text{máx} / F_o(x_m) - F(x_m) / \quad (14)$$

“Con un valor crítico  $d$  que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (Tabla N° 05). Si  $D < d$ , se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de  $\chi^2$  de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como” (Aparicio, 1996):

$$F_o(x_m) = 1 - m / (n+1)$$

“Donde  $m$  es el número de orden de dato  $x_m$  en una lista de mayor a menor y  $n$  es el número total de datos” (Aparicio, 1996).

**Tabla 5: Valores críticos  $d$  para la Prueba 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, 1996)

#### 1.3.4.5. Selección del Período de Retorno

“El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “ $T$ ” años, se le denomina Período de Retorno “ $T$ ”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de  $n$  años. Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros. El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

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

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad (15)$$

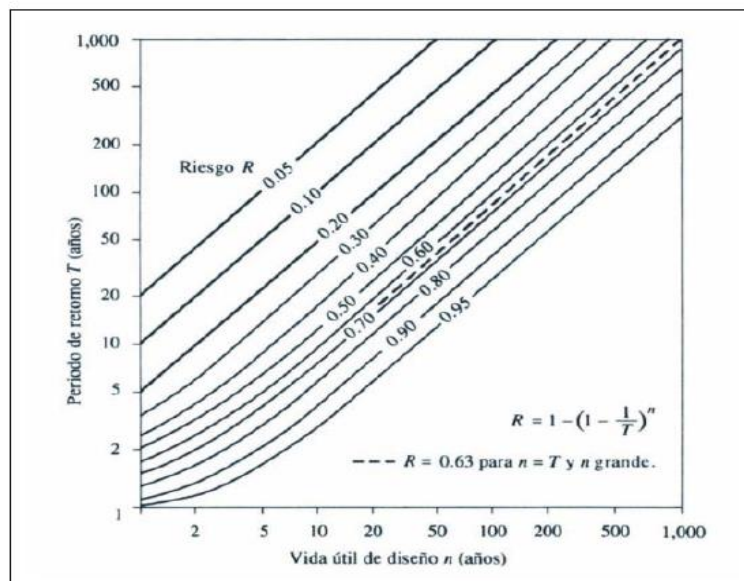
Siendo:

R = Riesgo de falla admisible

T = Período de Retorno

n = Vida útil de la estructura

**Figura 4 : Riesgo de por lo menos una excedencia del Evento de Diseño durante la vida útil**



Fuente: (Chow, 1994)

**Tabla 6 : Valores de período de retorno t (años)**

Riesgo Admisible	Vida Útil de las Obras (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	496	995	1990	2488	4975	9950	19900
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 Saénz, 1995)

“Los valores presentados en la Tabla N° 07 se recomienda utilizar como máximo, los siguientes valores de riesgo admisible de obras de drenaje” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008):

**Tabla 7 : Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje**

Tipo de obra	Riesgo Admisible (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma ( a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(\*) – Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias

- Se recomienda un periodo de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación

(\*\*) – Vida Útil considerando (n)

Puentes y Defensa Ribereñas n =40 años.

Alcantarillas de quebrada importantes n=25 años.

Alcantarillas de quebrada menores n=15 años.

Drenaje de plataforma y Sub-drenes n=15 años.

Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.

El propietario de una obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

*Fuente: (Monsalve Saénz, 1995)*

#### 1.3.4.6. Tiempo de Concentración

Existe una variedad de fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración, la siguiente tabla muestra las principales:

**Tabla 8: Fórmulas para el cálculo del Tiempo de Concentración**

METODO Y FECHA	FORMULA PARA $t_c$ (minutos)	OBSERVACIONES
<b>Kirpich (1940)</b>	$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$ <p>L= Longitud del canal desde aguas arribas hasta la salida, m. S= Pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%), para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar $T_c$ por 0.4, para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2, no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
<b>California Culverts Practice (1942)</b>	$t_c = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$ <p>L= Longitud del curso de agua más largo, m. H= Diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich, desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California

Fuente: (U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service, 1985)

### 1.3.5. Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad

#### 1.3.5.1. Metodología

“En la estimación del riesgo por inundaciones se han tenido en cuenta tres componentes principales a estudiar: la amenaza (en este caso el fenómeno de la inundación, y la probabilidad con la que se produce dicho fenómeno), la vulnerabilidad de los elementos y la exposición a través de personas expuestas al fenómeno. El estudio hidrológico proporciona para cada tramo seleccionado una serie foronómica donde se relacionan los caudales máximos con la probabilidad de ocurrencia del evento de amenaza. Estos caudales se propagan por el cauce y llanuras de inundación del tramo seleccionado mediante la modelización hidráulica proporcionando unos resultados (superficie inundada, calado y velocidad) que caracterizarán la intensidad de la inundación. Por otra parte, es necesario conocer la vulnerabilidad de los elementos y personas

presentes en la zona susceptible de ser inundada, es decir, en el cauce y llanuras de inundación. En este sentido, la vulnerabilidad tiene dos componentes: la exposición y la susceptibilidad. La exposición viene caracterizada por la ubicación geográfica de los elementos presentes en la zona inundable y da cuenta del número de elementos y personas potencialmente afectadas por la inundación. La metodología a aplicar es la desarrollada en el Perfil de Riesgos por Inundaciones en Perú”, (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015).

#### **A. Selección de cuencas priorizadas**

La selección de las cuencas obedece al cumplimiento de unos requisitos por parte de dichas cuencas, que son por una parte la representatividad geográfica y del fenómeno de las inundaciones; y por otra, la existencia de información de diferente tipo (general, sobre eventos históricos, hidrometeorológica, topográfica, cartográfica, datos sobre distintos tipos de daños, usos del suelo, etc.) para poder abordar el estudio.

**a) Representación geográfica y del fenómeno de las inundaciones:** Uno de los principales requisitos tenidos en cuenta en la elección de las cuencas, ha sido la representatividad de la cuenca a seleccionar con respecto a la zona a la que representa, así como del fenómeno de las inundaciones que se está estudiando.

**b) Existencia de información:** Se ha tenido en cuenta la existencia de información de diferente naturaleza, cuya consecución se ha llevado a cabo a través de las principales instituciones del país.

- Información general: Datos de carácter general de las diferentes cuencas, tales como área, perímetro, altura media, densidad de la red de drenaje, pendiente media del río principal, etc., con el objetivo de identificar el tipo de cuenca y sus dimensiones.

- Información sobre eventos históricos de inundación: Datos sobre inundaciones ocurridas en el pasado a nivel nacional de al menos los últimos 30 años.
- Datos topográficos: En cuanto a la información topográfica necesaria para llevar a cabo el estudio, destaca el Modelo Digital del Terreno (MDT), así mismo, han sido necesarias también ortofotografías, mapas topográficos y secciones transversales de los cauces a modelar.
- Información cartográfica: Esta información recogida en diferentes formatos (papel, imágenes y siempre que ha sido posible, en capas (shapes) de SIG (Sistemas de Información Geográfica)), comprende límites político-administrativos, red hidrográfica, delimitación de cuencas y subcuencas, delimitación de zonas urbanas, localización de infraestructuras hidráulicas, ubicación de estaciones de aforo y pluviométricas, vías de comunicación, ubicación de edificios, patrimonio histórico y cultural, mapa geológico, geomorfológico, litológico, topográfico, usos de suelo, zonas protegidas etc.
- Registros y datos hidrometeorológicos: Con respecto a este tipo de información, entre los requisitos que se ha buscado que cumpliesen las cuencas para ser seleccionadas están los siguientes: existencia de estaciones con series de aforo y precipitación diarias de al menos 30 años; existencia de al menos 3 estaciones de aforo en cada cuenca; información meteorológica de carácter general.
- Datos sobre daños producidos por inundaciones: Los daños producidos por una catástrofe natural (en este caso una inundación) pueden dividirse en dos grandes grupos: a) daños tangibles (valorables económicamente de un modo más o menos sencillo) y b) daños intangibles (dificilmente valorables económicamente). Dentro de los daños tangibles pueden distinguirse los daños directos, producidos por el contacto directo del agua y los daños indirectos debidos a la interrupción de los

flujos económicos y a otras consecuencias a medio y largo plazo. Los daños intangibles son de difícil evaluación económica y entre ellos se pueden citar los daños psicológicos de la población afectada.

**B. Selección de tramos críticos:** Para su elección se ha seleccionado la red de drenaje de la cuenca y delimitado mediante herramientas SIG los usos de suelo susceptibles de ser afectados por inundaciones teniendo en cuenta las características de la cuenca y el desarrollo de las llanuras de inundación, de cara a identificar la tipología y porcentaje de cada uso de suelo en el conjunto de la superficie considerada y procurando que la superficie de los de los mismos dentro de los tramos sea ponderada respecto al total de la superficie afectada por las inundaciones, no siendo por tanto una muestra sesgada.

### **1.3.6. Identificación y Caracterización del Peligro ante Inundación Fluvial**

#### **1.3.6.1. Criterios recomendados para determinar el grado de peligrosidad**

“El peligro está en función de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y de su intensidad. La intensidad a su vez se puede definir en función de la profundidad y la velocidad del agua, así como de la duración de las inundaciones” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

$$\textit{Peligro por inundación} = f (\textit{Intensidad} \times \textit{Probabilidad de ocurrencia})$$

Donde:

**Intensidad** =  $f$  (profundidad de agua, duración, velocidad)

Probabilidad =  $f$  (precipitaciones, eventos desencadenantes (tormentas), cambios climáticos).



### **1.3.6.2. Criterios recomendados para determinar el nivel de la Intensidad o Magnitud de la Inundación.**

“La intensidad y los efectos potenciales de las inundaciones dependen de varios aspectos, no sólo de aspectos meteorológicos, sino también de las características propias del terreno, como son los tipos y usos del suelo, el tipo y la distribución de la vegetación, la litología, las características de la red de drenaje, magnitud de las pendientes de la cuenca, obras realizadas en los cauces, entre otros. Otros aspectos importantes a considerar son los meandros y las zonas en los que los ríos se estrechan o pierden profundidad por falta de dragado (limpieza de los sedimentos en cursos de agua), especialmente en las desembocaduras donde se acumula el limo y la tierra arrastrada por la corriente.

Los criterios recomendados para evaluar la intensidad de las inundaciones son diferentes en dependencia del tipo de inundación” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

“Para inundaciones estáticas se considera la profundidad o altura del flujo, mientras que para inundaciones dinámicas se recomienda utilizar el producto de la velocidad por la profundidad del flujo. (Siempre y cuando esta fórmula arroje valores más altos, en términos de intensidad que la anterior). Los umbrales entre los niveles de intensidad muy alta, alta, media y baja, han sido definidos considerando la peligrosidad que una determinada columna de agua puede significar para la infraestructura o las viviendas y la vida de los pobladores” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

A continuación, se muestran los rangos establecidos para cada nivel de intensidad:

**Tabla 9: Rangos definidos para cada nivel de Intensidad para Inundaciones**

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H)(m) (inundaciones estáticas)	Profundidad x velocidad del flujo (m <sup>2</sup> /s) (inundaciones dinámicas)
Muy alta	$H > 1.5\text{m}$	$H^*V > 1.5\text{ m}$
Alta	$0.5\text{ m} < H < 1.5\text{ m}$	$0.5\text{ m} < H^*V < 1.5\text{ m}$
Media	$0.25\text{ m} < H < 0.5\text{ m}$	$0.25\text{ m} < H^*V < 0.5\text{ m}$
Baja	$< 0.25\text{ m}$	$H^*V < 0.25\text{ m}$

Nivel de intensidad		Rangos
Muy alta		$0.75 < NI < 1$
Alta		$0.50 < NI < 0.75$
Media		$0.25 < NI < 0.50$
Baja		$0 < NI < 0.25$

NI = Nivel de Intensidad

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

### 1.3.6.3. Criterios recomendados para la evaluación de la Frecuencia, Recurrencia o Período de Retorno de la Inundación

“La frecuencia o recurrencia de inundaciones o cada cuanto se inunda una determinada zona dependerá esencialmente de la frecuencia de precipitaciones excepcionalmente fuertes” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

Los períodos de retorno se establecieron en cuatro categorías que son:

**Tabla 10: Categorías de los Períodos de Retorno**

Niveles de intensidad	Periodo de retorno en años (Tr)
Muy alta	$1 < T < 5\text{ años}$
Alta	$5 < T < 15\text{ años}$
Media	$15 < T < 50\text{ años}$
Baja	$50 < T < 200\text{ años o más}$

Nivel de intensidad		Rangos
Muy alta		$0.75 < F < 1$
Alta		$0.50 < F < 0.75$
Media		$0.25 < F < 0.50$
Baja		$0 < F < 0.25$

F = Frecuencia

Fuente: (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

#### 1.3.6.4. Determinación del nivel de Peligrosidad

“Los niveles de peligro por inundación de un área dada, resultan de la relación entre frecuencia de las inundaciones y su intensidad (es decir su profundidad, o el producto de la profundidad por la velocidad). Representándose gráficamente en la siguiente matriz: (Los valores numéricos de intensidad son para Inundaciones estáticas)” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

**Tabla 11: Valores numéricos de intensidad para inundaciones estáticas**

Intensidad	Muy alta	Peligro Medio 0.25	Peligro Alto 0.5	Peligro Muy Alto 0.75	Peligro Muy Alto 1
	Alta	Peligro Bajo 0.19	Peligro Medio 0.38	Peligro Alto 0.56	Peligro Muy Alto 0.75
	Media	Peligro Bajo 0.13	Peligro Medio 0.25	Peligro Medio 0.38	Peligro Alto 0.5
	Baja	Peligro Bajo 0.06	Peligro Bajo 0.13	Peligro Bajo 0.19	Peligro Medio 0.25
		Baja	Medio	Alta	Muy alto
		Frecuencia (años)			

Nivel de Peligrosidad		Rangos
Peligroso Muy alto		$0.75 < NP < 1$
Peligro Alto		$0.50 < NP < 0.75$
Peligro Medio		$0.25 < NP < 0.50$
Peligro Bajo		$0 < NP < 0.25$

NP = Nivel de Peligrosidad

Fuente: (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**a) Elaboración de Mapas de Peligro por Inundaciones Fluviales**

“Considerando que los mapas de peligros son mapas temáticos, pero que se basan en la base cartográfica existente a nivel nacional, se debe considerar que, en lo referente a hidrografía, proyección, curvas de nivel, asentamientos humanos, red vial, etc., éstos deben ser elaborados tomando en consideración los lineamientos del Instituto Geográfico Nacional (IGN). El sistema de coordenadas y los datos a utilizar en la digitalización y presentación de los documentos cartográficos deben ser UTM” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

**b) Susceptibilidad a Inundaciones:**

“La susceptibilidad a inundaciones es la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno de inundación en una zona determinada. Para un análisis de susceptibilidad, lo que se pretende determinar es cómo funcionaría una zona si existiese un fenómeno de precipitación excepcional, por lo cual lo que se debe conocer las posibles áreas propensas a inundación, evidentemente se debe conocer las dinámicas naturales de estas zonas, que permita a planificadores e instituciones de manejo de desastres, de instrumento de análisis, con la finalidad de poder evitar sucesos naturales que se conviertan en peligros que atenten contra el desarrollo humano. El análisis de susceptibilidad a inundación ha determinado la siguiente clasificación que constará en la capa” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

**Tabla 12: Clasificación de Susceptibilidad a Inundación**

Clase	Descripción	Indicador
5	Sin susceptibilidad a inundación	Sin
4	Susceptibilidad baja a inundación	Baja
3	Susceptibilidad media a inundación	Media
2	Susceptibilidad alta a inundación	Alta
1	Susceptibilidad muy alta a inundación	Muy Alta

Fuente: (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

✓ **Zonas con Susceptibilidad Muy Alta.**

“Son aquellas que pueden inundarse en periodo prolongado y con alta frecuencia durante el año, por lo general correspondientes a bacines y depresiones, valles indiferenciados, la pendiente fluctúa de 0 a 5 % y la textura de los depósitos dominantes es arcillosa. La acumulación de las aguas puede ser producto de las precipitaciones y por la crecida de los ríos en verano” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

✓ **Zonas con Susceptibilidad Alta.**

“Son aquellas que pueden inundarse en periodos cortos durante el año, por lo general correspondientes a bacines y depresiones, valles indiferenciados, la pendiente fluctúa de 0 a 5 % y la textura de los depósitos dominantes es arcillosa. La acumulación de las aguas puede ser producto de las precipitaciones y por la crecida de los ríos en verano” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

✓ **Zonas con Susceptibilidad Media.**

“Son zonas en que pueden inundarse en cortos periodos pudiendo ser en los inicios de la época de verano (lluvias), las pendientes oscilan entre 0 - 5 % y 5 – 12 %. La acumulación de las aguas puede ser objeto de las precipitaciones y por la crecida de los ríos, que fluyen hacia las zonas internas bajas” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

✓ **Zonas con Susceptibilidad Baja.**

“Son zonas susceptibles a inundaciones, únicamente al producirse precipitaciones excepcionales anormales, como el fenómeno de El Niño, como aquellos presentados en los años 1982-1983 y 1997-1998 que produjo grandes destrozos con pérdidas económicas y humanas. Las aguas inundan hasta

las partes altas de las terrazas medias y/o indiferenciadas. Para el caso de los mapas que servirán de base para el Ordenamiento Territorial es conveniente indicar las zonas que no son susceptibles” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

✓ **Sin susceptibilidad.**

“Zona sin Susceptibilidad, son áreas sin peligro de inundación. Se localizan en las partes altas de los relieves, o sea en pendientes que sobrepasan el 25%, lo que hace que no existe ninguna acumulación de agua en ningún momento dado” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

**Tabla 13: Clases Texturales de suelo para Susceptibilidades a Inundaciones**

TEXTURA	
Arenoso ( fina, media, gruesa)	Gruesa
Arenoso Franco	Gruesa
Franco arenoso ( fino o grueso)	Moderadamente grueso
Franco Limoso	Moderadamente gruesa
Franco	Media
Limoso	Media
Franco arcillosos (<35% de arcilla)	Media
Franco arcillo arenoso	Media
Franco arcillo limoso	Media
Franco arcillosos (>35%)	Fina
Arcilloso	Fina
Arcillo arenoso	Fina
Arcillo limoso	Fina
Arcillo (>60%)	Muy Fina

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

A continuación, se presenta la matriz de clasificación de suelos y pendientes:

**Tabla 14 : Matriz clasificación de textura de Suelo y Pendientes**

CLASIFICACIÓN TEXTURAL	PENDIENTES (%)					
	0 - 5	5 - 12	12 - 25	25 - 50	50 - 70	> 70
Gruesa	1	0	0	0	0	0
M. Gruesa	1	0	0	0	0	0
Media	2	1	0	0	0	0
Fina	3	2	1	0	0	0
Muy Fina	3	2	1	0	0	0

*Fuente:* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

“Se obtiene una capa de geometría poligonal, la cual, mediante el análisis en la base de datos correspondiente, se obtiene una jerarquización de las zonas susceptibles a inundación” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

- 0 → Sin Susceptibilidad a Inundación
- 1 → Susceptibilidad Baja a Inundación
- 2 → Susceptibilidad Media a Inundación
- 3 → Susceptibilidad Alta a Inundación

### **1.3.7. Análisis de la Vulnerabilidad ante Peligros por Inundaciones Fluviales**

#### **1.3.7.1. Identificación y Análisis de los Indicadores para la determinación del grado de Vulnerabilidad**

“Una vez identificados los elementos expuestos al peligro, se realiza el análisis de los diferentes tipos de vulnerabilidad, que de forma directa e indirecta se encuentran asociados ante la posible ocurrencia de una inundación, se procederá a identificar, evaluar y analizar los diversos indicadores que reflejarán el nivel de susceptibilidad, fragilidad y capacidades que caracterizan una determinada condición espacio - temporal de la vulnerabilidad territorial del área en estudio. Este análisis, por tanto, permitirá obtener una visión holística de las causas, estado, y capacidades poblacionales

frente al peligro en un territorio determinado” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

**Cuadro 5 : Tipos de vulnerabilidades antes Inundaciones Fluviales**

<b>Tipos de vulnerabilidades</b>	<b>Variables</b>
<b>Vulnerabilidad Física</b>	Localización de viviendas (*).
	Material de construcción utilizada en viviendas.
	Características geológicas, calidad y tipo de suelo.
	Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos
<b>Vulnerabilidad Ambiental Ecológica</b>	Explotación de los recursos naturales
	Fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos
<b>Vulnerabilidad Económica</b>	Actividad Económica
	Grado de escasez (ingresos, servicios y competitividad).
<b>Vulnerabilidad Social</b>	Nivel de Organización
	Grado y tipo de Relación e Integración entre las Instituciones y Organizaciones Locales
<b>Vulnerabilidad Educativa</b>	Existencia de Capacitación en colegios en temas concernientes a Defensa Civil
	Existencia de Capacitación de la población civil en temas concernientes a Defensa Civil
	Campañas de difusión (TV, radio y prensa)
<b>Vulnerabilidad Política e Institucional</b>	Político y legal
	Organización y Capacidad Institucional
<b>Vulnerabilidad Cultural e Ideológicas</b>	Conocimiento colectivo sobre ocurrencia pasada de peligro
	Percepción local del riesgo
	Actitud frente al riesgo
<b>Vulnerabilidad Tecnológica</b>	Información y soporte técnico
	Conocimiento y cumplimiento de recomendaciones

*Fuente:* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)



a) Vulnerabilidad Física:

**Tabla 15 : Localización de Viviendas**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
Muy cercana 0.2 - 0 km.	$0.75 < V \leq 1$	Muy alta
Cercana 0.2 - 1 km.	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
Medianamente cercana 1 - 5 km	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
Muy alejada > 5 km.	$0 < V \leq 0.25$	Baja

(\*) Es necesario especificar la distancia, que existe de los elementos expuestos al peligro

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 16 : Material de construcción utilizada en viviendas**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	$0.75 < V \leq 1$	Muy alta
Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva ( de concreto o acero)	$0 < V \leq 0.25$	Baja

(\*) Es necesario especificar la distancia, que existe de los elementos expuestos al peligro

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 17 : Características geológicas, calidad y tipo de suelo**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.)	$0.75 < V \leq 1$	Muy alta
Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	$0 < V \leq 0.25$	Baja

(\*) Es necesario especificar la distancia, que existe de los elementos expuestos al peligro

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 18 : Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los Procesos Constructivos**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	$0.75 < V \leq 1$	Muy alta
Con normativa vigente sin cumplimiento	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
Con normativa vigente medianamente cumplidas	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
Con normativa vigente estrictamente cumplidas	$0 < V \leq 0.25$	Baja

(\*) Es necesario especificar la distancia, que existe de los elementos expuestos al peligro

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

### Determinación del Grado de Vulnerabilidad Física

#### ✓ Primera Etapa

“Considerando las (4) variables descritas, deberán establecer indicadores, los cuales tienen rangos de medición y grados de vulnerabilidad. Los valores que se establecen para cada rango se darán entre 0 a 1” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), donde:

**Tabla 19 : Valores establecidos para cada rango**

$0.75 < V < 1$
$0.5 < V < 0.75$
$0.25 < V < 0.5$
$0 < V < 0.25$

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

#### ✓ Segunda Etapa

“Se procede a determinar el grado de vulnerabilidad física. Para ello, se calcula el promedio de las cuatro variables a través de la siguiente fórmula (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011):

$$VF = \frac{Lv + Cv + Cg + Cn}{4} \quad (16)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde:

Vf : Vulnerabilidad Física

Lv: Localización de Viviendas

Cv: Construcción Utilizada en Viviendas

Cg : Características geológicas, calidad y tipo de suelo

Cn: Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos

✓ Tercera Etapa

“Una vez obtenido los resultados a partir de la aplicación de la fórmula mostrada, se considerará la siguiente estratificación” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

**Tabla 20 : Valores establecidos para cada rango**

Rango de la vulnerabilidad física	Grado
$0.75 < V \leq 1$	Muy alta
$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
$0.25 < V \leq 0.5$	Media
$0 < V \leq 0.25$	Baja

*Fuente:* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**b) Vulnerabilidad Ambiental – Ecológica**

“Se realizará en 03 etapas, la primera asignación de rangos de cada variable de acuerdo de la Tabla N°19 y luego se calcula el promedio de las cuatro variables a través de la siguiente fórmula” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

$$VAE = \frac{Er + Fe}{2} \quad (17)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde:

VAE = Vulnerabilidad Ambiental - Ecológica

Er = Explotación de recursos naturales

Fe = Fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos

A partir de la aplicación de la fórmula, con los valores de la tabla N°20, se realizara la estratificación.

Se evaluarán las siguientes variables:

**Tabla 21 : Explotación de los recursos naturales**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar en estudio)	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación de cause y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales)	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelos y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	$0 < V \leq 0.25$	Baja

**Fuente** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 22 : Fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
El área de estudio presenta equipamientos o establecimientos que emiten sustancias o materiales contaminantes y/o tóxicos, afectando a más del 50% de la población	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
El área de estudio presenta equipamientos o establecimientos que emiten sustancias o materiales contaminantes y/o tóxicos, afectando a más de la quinta de la población (entre el 20% y 50% de la población)	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
El área de estudio presenta equipamientos o establecimientos que emiten sustancias o materiales contaminantes y/o tóxicas, afectando a sectores focalizados de la población (< 20%).	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
El área de estudio no presenta equipamientos o establecimientos que emiten sustancias o materiales contaminantes y/o tóxicos, por lo que la población no se ve afectada	$0 < V \leq 0.25$	Baja

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

### c) Vulnerabilidad Económica

Para la determinación de esta vulnerabilidad se seguirá el mismo proceso de lo descrito. Para lo cual se necesita calcular el promedio de las variables mediante la fórmula siguiente:

$$VE = \frac{De + Ge}{2} \quad (18)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde:

VE: Vulnerabilidad Económica

De: Actividad Económica

Ge: Grado de escasez (servicios, ingresos y competitividad)

Se evaluara las siguientes variables:

**Tabla 23 : Actividad Económica**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
El sistema de producción se basa en una actividad primaria extractiva, sin tecnificación, sin ningún criterio de sostenibilidad. El sistema de producción, bajo las condiciones en que se encuentran, no tiene oportunidades de insertarse a un mercado competitivo. Las actividades económicas realizadas por la población son poco rentables. No existen importantes inversiones. Se presenta un gran nivel de informalidad en las actividades económicas. El área en estudio se encuentra a una distancia que hace que la fluidez entre las áreas de producción y los mercados de intercambio y consumo sea muy pesado (locales y nacionales)	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
El sistema de producción, bajo las condiciones en que se encuentran, tiene muy poca posibilidad de insertarse a un mercado competitivo. Las actividades económicas realizadas por la población son poco rentables en su mayoría. Existen aisladas inversiones de rango medio, que tienen poco arrastre en la dinamización económica del lugar. Se presenta un importante nivel de informalidad en las actividades económicas El área en estudio se encuentra a una distancia que dificulta la fluidez entre las áreas de producción y los mercados de intercambio y consumo (locales y nacionales).	$0,5 < V \leq 0,75$	Alta
El sistema de producción cuenta con algunos puntos que presentan competitividad. Algunas actividades económicas realizadas por la población presentan cierto nivel de rentabilidad. Existen algunas inversiones que empiezan a dinamizar el área en estudio. Se presenta un importante nivel de informalidad en las actividades económicas. El área en estudio se encuentra a una distancia que proporciona cierta fluidez (diaria) en las áreas de producción y los mercados de intercambio y consumo (locales, nacionales y/o internacionales).	$0,25 < V \leq 0,5$	Media
El sistema de producción del área en estudio se encuentra o presenta un proceso importante de inserción a la competitividad. Las actividades económicas presentan un proceso de crecimiento y dinamismo presentando interesantes niveles de rentabilidad. Existen importantes inversiones productivas y económicas que dinamizan o empiezan a dinamizar el área en estudio. Se presenta un importante nivel de informalidad en las actividades económicas El área en estudio una dinámica fluida con sus mercados de intercambio y consumo. (Mercados locales, nacionales y/o internacionales)	$0 < V \leq 0,25$	Baja

Fuente: (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

## d) Vulnerabilidad Social

Las variables consideradas son:

**Tabla 24 : Nivel de Organización**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
<p>La organización política o social de la población es nula o presenta altos niveles de corrupción en su clase dirigencia y desprestigio popular. Existen disputas internas.</p> <p>La participación de la población, en la generación de estrategias de desarrollo o gestión del territorio, es nula o muy aislada. Existe un nulo o efímero interés de la población por participar en algún tipo de organización social.</p> <p>No existen comités vecinales de organización social (de defensa civil, seguridad ciudadana, vaso de leche, entre otros). No existen gremios organizados.</p>	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
<p>La organización política o social de la población es efímera o nunca funcionan. Existen disputas internas entre estas organizaciones. Presentan algunos casos de corrupción en su clase dirigencial y desprestigio popular.</p> <p>Existe un bajo interés de la población por participar en algún tipo de organización social. La participación de la población, en la generación de estrategias de desarrollo o gestión del territorio, debido a su nivel de desorganización tiene poca fuerza en la toma de decisiones. Existen comités vecinales de organización social (de defensa civil, seguridad ciudadana, vaso de leche, entre otros), pero son muy deficientes en su gestión. No existen gremios organizados.</p>	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
<p>Existe organización política o social de la población. No existen disputas internas entre estas organizaciones con normalidad. Presentan casos aislados de corrupción en su clase dirigencial. Las organizaciones tienen funcionamiento todo el año pero en condiciones de "sobrevivencia". La participación de la población, en la generación de estrategias de desarrollo o gestión del territorio, tienen cierta presencia. Sus propuestas son tomadas en cuenta. Existe un cierto interés de la población por participar en algún tipo de organización social.</p> <p>Existen comités vecinales de organización social, que cuentan con deficiencias, en proceso de formación, pero con un capital humano interesante de gestión.</p>	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
<p>Existe organización activa política o social de la población. Existen clases dirigenciales comprometidas con la prevención de riesgos, el desarrollo y la gestión eficiente de su territorio.</p> <p>Las organizaciones tienen funcionamiento todo el año pero en condiciones de básicas o mejores. La participación de la población, en la generación de estrategias de desarrollo o gestión del territorio, tiene importante presencia. Sus propuestas son tomadas en cuenta. Existe interés de la población por participar en algún tipo de organización social.</p> <p>Existen comités vecinales de organización social (de defensa civil, seguridad ciudadana, vaso de leche, entre otros), en proceso de consolidación o con amplia trayectoria y gestión eficiente. Existen gremios organizados.</p>	$0 < V \leq 0.25$	Baja

**Fuente: (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)**

**Tabla 25 : Grado y tipo de Relación e Integración entre las Instituciones y Organizaciones Locales**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
No existe relación e integración entre las Instituciones y Organizaciones locales	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
Débil relación e integración entre las Instituciones y Organizaciones locales	$0,5 < V \leq 0,75$	Alta
Existe una parcial relación e integración entre las Instituciones y Organizaciones locales	$0,25 < V \leq 0,5$	Media
Fuerte relación e integración entre las Instituciones y organizaciones locales	$0 < V \leq 0,25$	Baja

*Fuente:* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

### **Determinación del Grado de Vulnerabilidad Social**

Se procede igual procedimiento descrito. Para el cálculo se utilizara la siguiente fórmula:

$$VS = \frac{Os + Gr}{2} \quad (19)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde:

VS: Vulnerabilidad Social

Os: Organización social

Gr: Grado y tipo de Relación e Integración entre las Instituciones y Organizaciones Locales

### **e) Vulnerabilidad Educativa**

“Para determinar el Grado de Vulnerabilidad Educativa, se seguirá en mismo proceso anterior calculando el promedio de las cuatro variables a través de la siguiente fórmula” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

$$VEd = \frac{Ec + Ecp + Cd}{3} \quad (20)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde:

VEd: Vulnerabilidad Educativa

Ec: Existencia de Capacitación en colegios en temas concernientes a Defensa Civil

Ecp: Existencia de Capacitación de la población civil

Cd: Campañas de Difusión.

Las principales variables a evaluar, son:

**Tabla 26 : Existencia de Capacitación en colegios en temas concernientes a Defensa Civil**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
No cuentan ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Defensa Civil	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
Desarrollan insuficientes programas de capacitación en temas concernientes a Defensa Civil, siendo su difusión y cobertura escasa.	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
Desarrollan con regular frecuencia programas de capacitación en temas concernientes a Defensa Civil, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
Desarrollan constantemente programas de capacitación en temas concernientes a Defensa Civil, siendo su difusión y cobertura total	$0 < V \leq 0.25$	Baja

*Fuente:* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 27 : Existencia de Capacitación de la población civil en temas concernientes a Defensa Civil**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Defensa Civil	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Defensa Civil, siendo su difusión y cobertura escasa	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Defensa Civil, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
La población se capacita constantemente en temas concernientes a Defensa Civil, siendo su difusión y cobertura total.	$0 < V \leq 0.25$	Baja

*Fuente:* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)



**Tabla 28 : Campañas de Difusión**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de defensa civil para la población local.	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de defensa civil, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de defensa civil, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de defensa civil, existiendo el conocimiento total de la población.	$0 < V \leq 0.25$	Baja

*Fuente* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

#### f) Vulnerabilidad Política e Institucional

El cálculo se realizara a través de la siguiente fórmula:

$$VPI = \frac{PL + Oc}{2} \quad (21)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde:

VPI: Vulnerabilidad Política e Institucional

PL: Político y legal

Oc: Organización y capacidad institucional

Las variables principales a evaluar son:

**Tabla 29 : Organización y Capacidad Institucional**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
<p>Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular (puede existir el caso en el que la gestión sea poco eficiente pero con un apoyo popular basado en el asistencialismo o populismo).</p> <p>Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado.</p> <p>No existe madurez política. Las instituciones privadas, generan: conflictos, muestran poco interés con la realidad local, muchas de ellas coadyuvan con la informalidad, o, forman enclaves en el territorio en el que se encuentran. No existe apoyo e identificación institucional e interinstitucional.</p>	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
<p>Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular.</p> <p>Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia pero en casos aislados, Existe cierta coordinación intersectorial.</p> <p>No existe madurez política. Las instituciones privadas, generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.</p>	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
<p>Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel estándar de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad.</p> <p>Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia. Existe cierta coordinación intersectorial. La madurez política es embrionaria. Las instituciones privadas, normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, existe una minoría que coadyuva con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un relativo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.</p>	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
<p>Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad.</p> <p>Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia, Existe una progresiva coordinación intersectorial.</p> <p>Existe un proceso de madurez política. Las instituciones privadas, normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, se encuentran integradas y comprometidas al territorio en el que se encuentran. Existe un interesante apoyo e identificación institucional e interinstitucional.</p>	$0 < V \leq 0.25$	Baja

**Fuente** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 30 : Político y Legal**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
<p>El soporte legal que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo.</p> <p>No existen políticas el desarrollo planificado del territorio. Existe un desorden en la configuración territorial del área en estudio.</p> <p>No existen instrumentos legales locales que apoyen la reducción del riesgo (ejemplo: Ordenanzas municipales).</p>	0,75 < V ≤ 1	Muy alta
<p>El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio, no se hacen cumplir. Existe poco interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en casi todo el territorio donde se encuentra el área en estudio.</p>	0.5 < V ≤ 0.75	Alta
<p>El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementaron.</p>	0.25 < V ≤ 0.5	Media
<p>El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir con regularidad.</p> <p>El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Acciones de prevención y/o mitigación de desastres están consideradas dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se viene implementando).</p>	0 < V ≤ 0.25	Baja

*Fuente* (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

### g) Vulnerabilidad Cultural e Ideológica

El cálculo se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$VCI = \frac{Cc + Pl + Ar}{3} \quad (22)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde

VCI: Vulnerabilidad Cultural e Ideológica

Cc: Conocimiento colectivo sobre ocurrencia pasada de peligros

Pl: Percepción local del riesgo

Ar: Actitud frente al riesgo

Las variables a evaluar son:

**Tabla 31 : Conocimiento colectivo sobre ocurrencia pasada de peligros**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	$0,5 < V \leq 0,75$	Alta
La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	$0,25 < V \leq 0,5$	Media
Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	$0 < V \leq 0,25$	Baja

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 32 : Percepción local del riesgo**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
La mayoría de la población tiene una percepción irreal, místico – religioso sobre la ocurrencia y consecuencia de desastres.	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico – religiosa sobre la ocurrencia y consecuencia de desastres	$0,5 < V \leq 0,75$	Alta
La mayoría de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia y consecuencia de desastres	$0,25 < V \leq 0,5$	Media
La población total tiene una percepción real sobre la ocurrencia y consecuencia de desastres.	$0 < V \leq 0,25$	Baja

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 33 : Actitud frente al riesgo**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población.	$0,5 < V \leq 0,75$	Alta
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo y afrontarlo para prevenirlo.	$0,25 < V \leq 0,5$	Media
Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	$0 < V \leq 0,25$	Baja

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

## h) Vulnerabilidad Científica y Tecnológica

El cálculo será a través de la siguiente fórmula:

$$VCT = \frac{Is + Cc}{2} \quad (23)$$

(Se considera el mismo peso para cada variable)

Donde:

VCT: Vulnerabilidad Científica - Tecnológica

Is: Información y soporte técnico

Cc: Conocimiento y cumplimiento de recomendaciones.

**Tabla 34 : Conocimiento y Cumplimiento de Recomendaciones**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
La población desconoce estudios realizados en el centro urbano o rural de los peligros más recurrentes.	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
La población posee un conocimiento básico sobre los estudios realizados en el centro urbano o rural de los peligros más recurrentes, no cumpliendo las recomendaciones dadas.	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
La mayoría de la población posee un conocimiento sobre los estudios realizados en el centro urbano o rural de los peligros más recurrentes, cumpliendo algunas recomendaciones.	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
La totalidad de la población posee un conocimiento sobre los estudios realizados en el centro urbano o rural de los peligros más recurrentes, cumpliendo las recomendaciones dadas.	$0 < V \leq 0.25$	Baja

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

**Tabla 35 : Información y Soporte Técnico**

Indicadores	Rango	Grado de vulnerabilidad
<p>No existen estudios sobre ningún peligro de mayor recurrencia en el área de estudio. Los centros de investigación y/o organismos del estado cuentan con información muy general o inexistente sobre el lugar.</p> <p>El área no cuenta con equipos tecnológicos que puedan monitorear y analizar el peligro. Tampoco mitigarlo.</p> <p>No existen técnicos calificados que puedan asesorar en la gestión del riesgo de desastre (prevención y mitigación).</p>	$0,75 < V \leq 1$	Muy alta
<p>Existen estudios sobre el lugar, que pueden servir tangencialmente a la estimación del Riesgo del Lugar en estudio. Los centros de investigación y/o organismos del estado cuentan con información algún tipo de información aislado del lugar.</p> <p>El área no cuenta con equipos tecnológicos que puedan monitorear y analizar el peligro. Tampoco Mitigarlo.</p> <p>No existen técnicos calificados que puedan asesorar en la gestión del riesgo de desastre (prevención y mitigación).</p>	$0.5 < V \leq 0.75$	Alta
<p>Existen un o algunos estudios sobre el lugar, que son de gran utilidad para la estimación del Riesgo del Lugar en estudio.</p> <p>El área recibe el apoyo externo de equipos tecnológicos que puedan monitorear y/o analizar el peligro. También Mitigarlo.</p> <p>El área recibe ocasionalmente técnicos calificados que pueden asesorar en la gestión del riesgo de desastre (prevención y mitigación).</p>	$0.25 < V \leq 0.5$	Media
<p>Existe información importante sobre el lugar, que son de gran utilidad para la estimación del Riesgo del Lugar en estudio.</p> <p>El área recibe el apoyo externo de equipos tecnológicos que puedan monitorear y/o analizar el peligro. También Mitigarlo.</p> <p>El área tiene o empieza a adquirir equipos tecnológicos que puedan monitorear y/o analizar el peligro. También Mitigarlo.</p> <p>El área en estudio cuenta permanentemente con técnicos calificados que pueden asesorar en la gestión del riesgo de desastre (prevención y mitigación).</p>	$0 < V \leq 0.25$	Baja

**Fuente:** (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011)

### **i) Ponderación y Estratificación de la Vulnerabilidad Total**

“Una vez culminado el proceso de identificación, evaluación y análisis de los diversos indicadores considerados para cada tipo de vulnerabilidad asociada ante la posible ocurrencia de peligro por Inundación, se procederá a ponderar los resultados obtenidos por cada uno de ellos para luego ponderar y estratificar la vulnerabilidad total. Para ello, consideramos las siguientes etapas” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

✓ Primera Etapa

“Se han considerado los valores obtenidos por los ocho (08) tipos de vulnerabilidades: Física, Ambiental y Ecológica, Económica, Social, Educativa, Cultural e Ideológica, Política e Institucional, Científica y Tecnológica. Los valores que se establecen para cada rango se darán entre 0 a 1” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011) (Ver tabla N°19).

✓ Segunda Etapa

“Una vez establecidos los valores a cada indicador para cada tipo de vulnerabilidad, se procederá a determinar el grado de vulnerabilidad total ante el peligro por inundación” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

La Vulnerabilidad Total, se calculará en base al promedio obtenido por cada tipo de vulnerabilidad, a través de la siguiente fórmula:

$$VT = \frac{VF + VAe + VE + VS + VEd + VPI + VCI + VCT}{8} \quad (24)$$

Donde:

VT: Vulnerabilidad Total

VF: Vulnerabilidad Física

VAe: Vulnerabilidad Ambiental - Ecológica

VE: Vulnerabilidad Económica

VS: Vulnerabilidad Social

VEd: Vulnerabilidad Educativa

VPI: Vulnerabilidad Política - Institucional

VCI: Vulnerabilidad Cultural - Ideológica

VCT: Vulnerabilidad Científica – Tecnológica

✓ Tercera Etapa

“De los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la fórmula mostrada, se realiza la estratificación” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011) con los mismos valores de la tabla N°20.

### 1.3.8. Diseño Hidráulico y Estructural

#### 1.3.8.1. Sección Estable del Río

El ancho estable del cauce es aquel en el cual se encuentra en equilibrio dinámico, no presentando tendencias a la erosión ni a la sedimentación en el mediano y largo plazo.

“Existen diversos métodos que nos permiten calcular la sección estable del río, dependiendo de las características granulométricas del lecho del río y de la resistencia de las orillas” (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015).

**a) Método de Altunin Manning:** Este método es recomendable para ríos que presentan en su cauce, material granular. No es aplicable cuando hay presencia de material cohesivo. Está basado en datos y observaciones hechas en la Unión Soviética, aplicable a ríos de gravas y material aún más grueso.

$$B = A * \frac{\sqrt{Q}}{S^{0.2}} \quad (25)$$

$$A = (n * K_3^5)^{\frac{3}{3+5*m}} \quad (26)$$

Donde:

B: Ancho de la superficie libre de agua (m)

A: Coeficiente

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

S: Pendiente

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

K: Coeficiente que depende de las resistencias de las orillas (Ver Tabla N° 36)

m: Coeficiente de tipo de río (Ver Tabla N° 37)



**Tabla 36 : Coeficiente de Material de Cauce (K)**

Coeficiente de Material de Cauce	K
Material de cauce muy resistente	De, 3 a 4
Material fácilmente erosionable	16 a 20
Material aluvial	8 a 12
En los problemas de Ingeniería ( Valor Práctico )	10

*Fuente:* (Terán A., 1998)

**Tabla 37 : Coeficiente de Tipo de rio (M)**

Coeficiente de Tipo de Rio	m
Para ríos de montaña	0.5
Para cauces arenosos	0.7
Para cauces aluviales	1

*Fuente:* (Terán A., 1998)

**b) Método de Blench:** Este método considera el factor de fondo y orilla, para la obtención de la sección estable de río. Se recomienda, para cauces con material cohesivo o formado en arena fina, con diámetro de granos  $D_{50} \leq 1 \text{ mm}$  (Partículas para el cual el 50 % en masa del material es menor a este tamaño).

$$B = 1.81 * \sqrt{\frac{Q * F_b}{F_S}} \quad (27)$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

F<sub>b</sub>: Factor de fondo (Ver Tabla N° 38)

F<sub>S</sub>: Factor de orilla (Ver Tabla N° 39)

**Tabla 38 : Factor de Fondo de río (Fb)**

Factor de Fondo	F <sub>b</sub>
Para material fino	0.8
Para material grueso	1.2

*Fuente:* (Terán A., 1998)

**Tabla 39 : Factor de Orilla de río (F<sub>s</sub>)**

Factor de Orilla	F <sub>s</sub>
Para materiales sueltos	0.1
Para materiales ligeramente cohesivos	0.2
Para materiales cohesivos	0.3

*Fuente:* (Terán A., 1998)

**c) Método de Simons y Henderson:** Este método tiene en cuenta las características granulométricas del material de fondo y de orilla.

$$B = K_1 * Q^{\frac{1}{2}} \quad (28)$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

K<sub>1</sub>: Condiciones de fondo de río

**Tabla 40 : Condiciones de Fondo de río (K<sub>1</sub>)**

Condiciones de Fondo de Río	K <sub>1</sub>
Fondo arena y orillas de material cohesivo	4.2
Fondo y orillas de material cohesivo	3.6
Fondo y orillas de grava	2.9
Fondo arena y orillas material no cohesivo	2.8

*Fuente:* (Terán A., 1998)

**d) Método de Pettis**

$$B = 4.44 * \sqrt{Q} \quad (29)$$

Donde:

B: Ancho medio de la sección

Q: Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

### **1.3.8.2. Modelamiento Hidráulico con HEC –RAS**

“El HEC - RAS (River Analysis System) es un programa cuya principal función es la delineación de planicies de inundación, es decir de calcular el nivel del agua en cada sección transversal en el tramo de un río o canal artificial. Además de calcular los niveles en cada sección, el HEC-RAS tiene la capacidad de calcular la socavación en los elementos de apoyo de un puente para el diseño de la cimentación de los mismos. El ingreso de datos es sencillo porque las ventanas en entorno Windows permiten introducir los datos de manera ordenada. Permite considerar en los cálculos los efectos de diversos tipos de obstrucción y mejoras en las zonas de inundación tales como diques, puentes, cunetas y alcantarillas, presas y otras estructuras, es aplicable a la gestión de llanuras de inundación y estudios de seguridad ante avenidas, en cuanto permite evaluar las intromisiones en las zonas inundables” (Coloma Laimito, 2015).

“El modelo HEC-RAS 4.1, ha sido desarrollado por el centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers) y tiene como predecesor al programa HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interface gráfica de usuario que facilita las labores de pre-proceso. El modelo número incluido en el programa permite realizar el análisis del flujo permanente y no permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre” (Maldonado Reymundo, 2016).

La aplicación del modelo HEC-RAS 4.1 es la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales.

“Las bases del procedimiento de cálculo corresponden a la solución de la ecuación de energía. Las pérdidas de carga por energía entre secciones transversales son evaluadas como pérdidas por fricción y pérdidas por contracción y expansión” (Maldonado Reymundo, 2016).

El programa consiste en la solución de la ecuación energética de Bernoulli:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (30)$$

Donde:

$Y_1, Y_2$  : Calado en las secciones

$Z_1, Z_2$  : Cota de la solera del canal

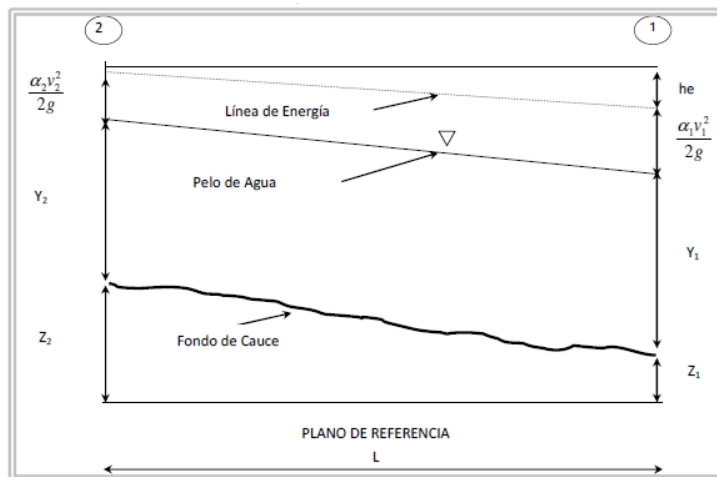
$V_1, V_2$  : Velocidad media (Caudal/área)

$\alpha_1, \alpha_2$  : Coeficiente de Coriolis

$g$  : Aceleración de la gravedad

$h_e$  : Pérdida de energía

**Figura 5 : Coeficiente de Manning Planteamiento Hidráulico**



**Fuente:** (Maldonado Reymundo, 2016)

La pérdida de energía se calcula como la pérdida por el rozamiento del agua con el canal y la variación de velocidad entre secciones:

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (31)$$

Dónde:

$L$ : Distancia media entre secciones

$\bar{S}_f$ : Pendiente de la pérdida de energía entre dos secciones

$C$ : Coeficiente de contracción o expansión

Se asume que la pérdida de energía se puede calcular mediante la expresión de Manning:

$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q * n}{AR^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad (32)$$

Dónde:

Q: Caudal que pasa por el cauce

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

A: Área de flujo

R: Radio hidráulico (área/perímetro mojado)

Los valores del Coeficiente de rugosidad de Manning se pueden observar en el Anexo 04.

### 1.3.8.3. Nivel de Cimentación del Enrocado

#### a) Profundidad de Socavación

“La socavación viene dado por el aumento de la capacidad de arrastre de las partículas del fondo del río, debido a un aumento de la velocidad de la corriente. El fenómeno de la socavación ocurre durante las avenidas y solo cuando la velocidad de la corriente es mayor que la velocidad necesaria para erosionar el suelo. El método más utilizado para determinar la socavación general del lecho, es de Lischtvan – Lebediev; el cual supone, que una vez que la velocidad de la corriente ha sobrepasado la velocidad erosiva, la socavación depende únicamente del tirante de aguas existente. Las expresiones que calculan la profundidad del lecho después de la socavación, según Lischtvan – Lebediev” (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015).

**Para Suelo No Cohesivos:**

$$d_s = \left( \frac{\alpha * t^{\frac{5}{3}}}{0.68 * D_m^{0.28} * \beta} \right)^{\frac{1}{x+1}} \quad (33)$$

$$\alpha = \left( \frac{Q_d}{d_m^{\frac{5}{3}} * B_e * \mu} \right) \quad (34)$$

**Para suelos Cohesivos:**

$$d_s = \left( \frac{\alpha * (d_o)^{\frac{5}{3}}}{0.60 * D_m^{1.18} * \beta} \right)^{\frac{1}{(1+x)}} \quad (35)$$

$$\alpha = \frac{Q_d}{\left( d_m^{\frac{5}{3}} * B_e * \mu \right)} \quad (36)$$

Donde:

$d_s$ : Tirante después de producirse la socavación (m)

$\alpha$ : Coeficiente

$d_o$ : Tirante sin Socavación (m)

$D_m$ : Diámetro medio (mm)

$B$ : Coeficiente que depende del Periodo de Retorno

$X$ : Exponente que depende de:

$D_m$ : Para suelos granulares, no cohesivos

$\gamma_s$ : Para suelos finos, cohesivos.

$Q_d$ : Caudal del Río (m<sup>3</sup>/s)

$d_m$ : Tirante Medio (A /  $B_e$ )

$B_e$ : Ancho Efectivo de la sección sin obstáculos

$\mu$ : Coeficiente de Contracción.

**Tabla 41 : Coeficiente de Contracción,  $\mu$**

Coeficiente de Contracción, $\mu$							
Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos						
	10 m.	13 m.	16 m.	18 m.	21 m.	25 m.	30 m.
<1.00	1	1	1	1	1	1	1
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98
2.5	0.9	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96
3.5	0.87	0.9	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95

Coeficiente de Contracción, $\mu$						
Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos					
	42 m.	52 m.	63 m.	106 m.	124 m.	200 m.
<1.00	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1.5	0.99	0.99	0.99	1	1	1
2	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1
2.5	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1
3	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: (Terán A., 1998)

**Tabla 42 : Coeficiente para Socavación,  $\beta$**

Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente $\beta$
	0	0.77
2	50	0.82
5	20	0.86
10	10	0.9
20	5	0.94
50	2	0.97
<b>100</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
300	0.33	1.03
500	0.2	1.05
1,000.00	0.1	1.07

Fuente: (Terán A., 1998)

**Tabla 43 : Valores de X y 1/(X+1) para suelos cohesivos**

Peso específico Tn/m <sup>3</sup>	X	1/(X +1)	D (mm)	X	1/(X +1)
0.8	0.52	0.66	0.05	0.43	0.7
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.7
0.86	0.5	0.67	0.5	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1	0.4	0.71
0.9	0.48	0.68	1.5	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.5	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6	0.36	0.74
1	0.44	0.69	8	0.35	0.74
1.04	0.43	0.7	10	0.34	0.75
1.08	0.42	0.7	15	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20	0.32	0.76
1.16	0.4	0.71	25	0.31	0.76

*Fuente:* (Terán A., 1998)

**Tabla 44 : Valores de X y 1/(x+1) para suelos no cohesivos**

D (mm)	X	1/(X +1)	D (mm)	X	1/(X)
0.05	0.43	0.7	40	0.3	0.77
0.15	0.42	0.7	60	0.29	0.78
0.5	0.41	0.71	90	0.28	0.78
1	0.4	0.71	140	0.27	0.79
1.5	0.39	0.72	190	0.26	0.79
2.5	0.38	0.72	250	0.25	0.8
4	0.37	0.73	310	0.24	0.81
6	0.36	0.74	370	0.23	0.81
8	0.35	0.74	450	0.22	0.82
10	0.34	0.75	570	0.21	0.83
15	0.33	0.75	750	0.2	0.83
20	0.32	0.76	1,000.00	0.19	0.84
25	0.31	0.76			

*Fuente:* (Terán A., 1998)



## b) Profundidad de Uña

“La profundidad de uña está directamente relacionada con la profundidad de socavación; la cual indica hasta donde excavaría el río en condiciones normales, siendo esta la profundidad a la cual deberá llegar la cimentación del dique” (Maldonado Reymundo, 2016).

Se utilizará la siguiente expresión para el cálculo de la profundidad de uña:

$$P_{uña} = FS \times H_s \quad (37)$$

Donde:

FS: Factor de seguridad.

$H_s$ : Profundidad de socavación

## c) Altura de Enrocado (H)

“La altura del enrocado se define como la diferencia entre la cota del nivel de flujo y la cota socavación, más el borde libre; el valor de la cota del flujo y la velocidad se obtienen del modelamiento HEC-RAS; para el cálculo del borde libre se utilizará la expresión por energía” (Maldonado Reymundo, 2016).

$$H = cota\ flujo - cota\ socavación + f \quad (38)$$

$$f = \phi \left[ \frac{V^2}{2g} \right] \quad (39)$$

Donde:

$\phi$ : Coeficiente de corrección que depende del caudal de diseño.

$g$ : Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

**Tabla 45 : Valores del coeficiente ( $\phi$ ) para diversos caudales**

Caudal Máximo Q ( $m^3/s$ )	Coeficiente ( $\phi$ )
3000-4000	2
2000-3000	1.7
1000-2000	1.4
500-1000	1.2
100-500	1.1

*Fuente:* (Terán A., 1998)

#### 1.3.8.4. Dimensionamiento de Enrocado de Protección

“El dimensionamiento del espesor y de la composición granulométrica de enrocados de protección, se calcula con las velocidades del flujo, para el correspondiente caudal de diseño” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

Se presentan los diferentes métodos disponibles para el cálculo del diámetro medio para el enrocado de protección:

##### a) Método del California Division of Highways

$$\frac{\mu}{\sqrt{g \cdot R \cdot D}} = 1.92 * [\sin(\emptyset - \theta)]^{\frac{1}{2}} \quad (40)$$

Donde:

U: Velocidad de la corriente (m/s)

R: Densidad relativa sumergida del enrocado de protección, usualmente 1.65 Kg/m<sup>3</sup>

∅: Ángulo de reposo (°)

Θ: Ángulo de talud (°)

D: Tamaño del material (m).

##### b) Método de Lopardo – Estelle

$$\frac{\mu}{\sqrt{g \cdot R \cdot D}} = 1.3 * \left(\frac{H}{D}\right)^{\frac{1}{6}} * \left(1 - \left(\frac{\sin \theta}{\sin \emptyset}\right)^2\right)^{\frac{1}{4}} \quad (41)$$

Donde:

U: Velocidad de la corriente (m/s)

R: Densidad relativa sumergida del enrocado de protección, usualmente 1.65 Kg/m<sup>3</sup>

∅: Ángulo de reposo (°)

Θ: Ángulo de talud (°)

D: Tamaño del material (m).

H: Tirante normal (m)

### c) Método de Maynard

$$d_{50} = C_1 * (y * F^3) \quad (42)$$

$$F = C_2 \left( \frac{V}{\sqrt{g * y}} \right) \quad (43)$$

Donde:

$d_{50}$ : Diámetro medio de las rocas (m)

$y$ : Profundidad del flujo

$V$ : Velocidad media del flujo (m/s)

$F$ : Número de Froude

$C_1$  y  $C_2$ : Coeficientes de corrección

**Tabla 46 : Coeficiente de Corrección para la aplicación del Metodo de Maynard**

Coeficientes		Condicion
C1	0.28	Fondo plano
	0.28	Talus 1V : 3H
	0.32	Talus 1V : 2H
C2	1.50	Tramos en curva
	1.25	Tramos rector
	2.00	Extremo de espigones

*Fuente:* (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)

### d) Método del U.S. Department of Transportation

$$d_{50}^l = \frac{0.001 * V^3}{y^{0.5} * K_1^{1.5}} \quad (44)$$

$$K_1 = \left[ 1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \phi} \right]^{0.5} \quad (45)$$

$$C_{sg} = \frac{2.12}{(\gamma_s - 1)^{1.5}} \quad (46)$$

$$C_{sf} = \left( \frac{FS}{1.2} \right)^{1.5} \quad (47)$$

$$C = C_{sf} * C_{sg} \quad (48)$$

$$d_{50} = C * d_{50}^l \quad (49)$$

Donde:

$d_{50}$ : Diámetro medio de las rocas (m)

$y$ : Profundidad del flujo

$V$ : Velocidad media del flujo (m/s)

$K_1$ : Factor de corrección

$\emptyset$ : Ángulo de reposo (°)

$\Theta$ : Ángulo de talud (°)

$C$ : Factor de corrección

$\gamma_s$ : Peso específico del material enrocado (Kg/m<sup>3</sup>)

$FS$ : Factor de seguridad

**Tabla 47 : Factor de seguridad para métodos del U.S. Department of Transportation**

Selección del factor de seguridad	Factor de seguridad
Flujo uniforme, tramos rectos o medianamente curvos (radio de curva / ancho de cauce >30). Mínima influencia de impacto de sedimentos y material	1.00 - 1.20
Flujo gradualmente variado, curva moderada (10 < radio de curva / ancho de cauce). Moderada de impacto de sedimentos y material flotante.	1.30 - 1.60
Flujo rápidamente variado, curvas cerradas (radio de la curva / ancho de cauce < 10). Flujos de alta turbulencia, flujo de turbulencia mixta en estribos de puentes. Efecto significativo de impacto de sedimentos y material flotante	1.60 - 2.00

*Fuente:* (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)

### e) Método del Bureau of Reclamation

$$d_{100} = \frac{0.0668 * V^2}{G_p - 1} \quad (50)$$

$$d_{50} = 0.76 * d_{100} \quad (51)$$

Donde:

$G_P$  : Gravedad específica de las piedras, usualmente 2.65

$V$  : Velocidad media del flujo (m/s)

$d_{50}$  : Diámetro de las piedras (m)

### 1.3.8.5. Límites de gradación de las piedras del revestimiento

La gradación de las piedras en el revestimiento puede afectar la resistencia del enrocado de protección a la erosión, por este motivo se busca una buena gradación de la piedra en el enrocado. Los límites de gradación han sido definidos en base a las recomendaciones descritas en las especificaciones para la protección de terraplenes del AASHTO.

**Tabla 48 : Granulometría propuesta por El AASHTO**

Rango del tamaño de piedras	rango de peso de piedras	porcentaje de Gradacion mas pequeña que
1.5 D <sub>50</sub> a 1.7 D <sub>50</sub>	3.0 W <sub>50</sub> a 5.0 W <sub>50</sub>	100
1.2 D <sub>50</sub> a 1.4 D <sub>50</sub>	2.0 W <sub>50</sub> a 2.75 W <sub>50</sub>	85
1.0 D <sub>50</sub> a 1.5 D <sub>50</sub>	1.0 W <sub>50</sub> a 1.5 W <sub>50</sub>	50
0.4 D <sub>50</sub> a 0.6 D <sub>50</sub>	0.1 W <sub>50</sub> a 0.2 W <sub>50</sub>	15

*Fuente:* (www.fhwa.dot.gov, 2017)

### 1.3.9. Mitigación de Daños por Inundación

“Para llevar a cabo acciones en contra de los daños causados por inundaciones, es indispensable emprender acciones de protección. Éstas pueden ser de dos tipos: medidas estructurales (construcción de obras), o medidas no estructurales (indirectas o institucionales)” (Salas Salinas & Jiménez Espinosa, Inundaciones. 1° Edición, 2014).

#### 1.3.9.1. Medidas estructurales

“Dentro de este grupo está cualquier obra de infraestructura hidráulica que ayude a evitar o, al menos, mitigar inundaciones” (Salas Salinas, Obras de Protección contra Inundaciones, 1999).

##### a) Clasificación del Tipo de Obra

Se definen tres grandes grupos de obras:

✓ Obras de regulación:

“Existen obras que interceptan directamente el agua de lluvia o la que escurre por los cauces, para almacenarla en un área previamente seleccionada y, posteriormente, descargarla en

forma controlada, es decir, sin provocar o minimizando las inundaciones aguas abajo. Este grupo de estructuras está integrado fundamentalmente por: presas de almacenamiento, presas rompe-picos, cauces de alivio, etc. Más aún, en los últimos años, las llamadas obras para el mejoramiento de las cuencas, han cobrado importancia” (Francke, 1998).

✓ Obras de rectificación:

“Su función es facilitar la conducción rápida del agua por su cauce, dragando los ríos para conservar o incrementar su capacidad. Algunas de las estructuras que forman parte de este grupo de obras son: la rectificación de los cauces (por medio de la canalización o el entubamiento de los ríos, o bien, el incremento de la pendiente (mediante el corte de meandros)” (Francke, 1998).

✓ Obras de protección:

“Confinan el agua dentro del cauce del río (bordos longitudinales a lo largo del río), o bien evitan que la inundación alcance poblaciones o zonas de importancia (bordos perimetrales)” (Francke, 1998).

**Tabla 49 : Clasificación de las Obras de Protección contra Inundaciones más comunes, por tipo**

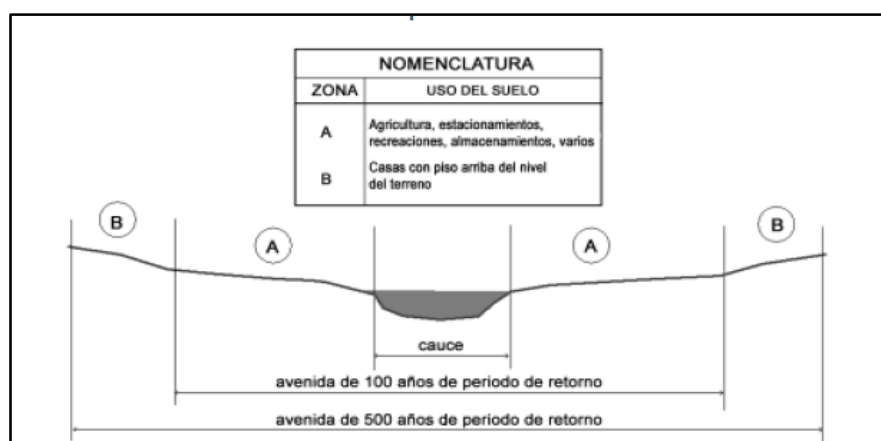
Obras de regulación	Obras de rectificación	Obras de protección
Presas de almacenamiento	Canalización del cauce	Bordos longitudinales
Presas rompe-pico	Entubamiento del cauce	Bordos perimetrales
Presas para retener azolves	Corte de meandros	Muros de encauzamiento
Desvío permanente	Rectificación de la corriente	
Desvío temporal		

*Fuente: (Salas Salinas, Obras de Protección contra Inundaciones, 1999)*

### 1.3.9.2. Medidas No estructurales

“Este tipo de medidas se basa en la planeación, organización, coordinación y ejecución de acciones que buscan disminuir los daños causados por las inundaciones. Pueden ser de carácter permanente o aplicable sólo durante la contingencia. Las principales acciones por desarrollar dentro de este tipo de medidas se relacionan con la conservación y cuidado de las cuencas, la elaboración de mapas de riesgo y reordenamiento territorial, la vigilancia y alerta, la operación de la infraestructura hidráulica, los planes de protección civil, la difusión de boletines de alerta y la evacuación de personas y bienes afectables” (Salas Salinas, Obras de Protección contra Inundaciones, 1999).

**Figura 6 : Reglamentación del uso de suelos**



Fuente: (Dominguez & Sánchez, 1990)

### 1.3.10. Impacto Ambiental

“El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento importante para la evaluación del impacto ambiental de una intervención. Es un estudio técnico, objetivo, de carácter plural e interdisciplinario, que se realiza para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad o decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo” (Neyra Quisca, 2017)

### 1.3.10.1. Metodología para la identificación del Impacto Ambiental

#### a) Identificación de los impactos

“Consiste en la identificación de los probables impactos que requieren ser mitigados” (Neyra Quisca, 2017).

**Tabla 50 : Clasificación de los Impactos Ambientales**

Criterio de clasificación	Clases
Por el carácter	<p><b>Impacto simple:</b> aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado.</p> <p><b>Impactos acumulativos:</b> son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y esperadas en el futuro.</p>
Por la relación causa-efecto	<p><b>Primarios:</b> son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella (obvio y cuantificable).</p> <p><b>Secundarios:</b> son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente.</p>
Por el momento en que se manifiestan	<p><b>Latente:</b> aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca.</p> <p><b>Inmediato:</b> aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo.</p> <p><b>Momento Crítico:</b> aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación.</p>
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	<p><b>Impacto simple:</b> aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un sólo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado.</p> <p><b>Impactos acumulativos:</b> son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y esperadas en el futuro.</p>
Por la extensión	<p><b>Puntual:</b> cuando la acción impactante produce una alteración localizada.</p> <p><b>Parcial:</b> aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada.</p> <p><b>Extremo:</b> aquel que se detecta en una gran parte del territorio considerado.</p> <p><b>Total:</b> aquel que se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.</p>
Por la persistencia	<p><b>Temporal:</b> aquel que supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que puede determinarse y que por lo general es corto.</p> <p><b>Permanente:</b> aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo.</p>
Por la capacidad de recuperación del ambiente	<p><b>Irrecuperable:</b> cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar.</p> <p><b>Irreversible:</b> aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medio naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.</p> <p><b>Reversible:</b> aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales.</p> <p><b>Fugaz:</b> aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.</p>

Fuente: (Jure & Rodríguez, 1997)



### **b) Medición de Impactos**

“El objetivo básico a este nivel es la descripción cuantitativa, cualitativa o ambas, constituye un examen de la naturaleza crítica de los impactos para determinar a través de investigaciones de campo y laboratorio como ciertos aspectos analizados que deben ser más profundamente estudiados” (Neyra Quisca, 2017).

### **a) Valoración de los Impactos**

“Las valoraciones se hacen al interior de los grupos que ejecutan los estudios de impacto ambiental. En cuanto al grupo de personas que deberían encargarse de las variaciones, se tiene el inconveniente de la heterogeneidad de criterios y en muchos casos la falta de preparación para atender las implicancias globales que los Impactos Ambientales” (Neyra Quisca, 2017).

### **b) Comunicación a los habitantes**

“Es importante comunicar a los habitantes la información sobre Impactos Ambientales para que ellos tengan conocimiento y que sirva de soporte a la toma de decisiones de los habitantes para una adecuada capacidad de respuesta” (Neyra Quisca, 2017).

### **c) Identificación de medidas de mitigación**

“En esta etapa, las propuestas de medidas de mitigación se hacen en función de los problemas detectados en los pasos previos que han sido considerados en la EIA y que tiene como objeto hacer cumplir las recomendaciones de estudios efectuados, asegurar el cumplimiento de las normas técnicas y legales con una vigilancia continua para el control ambiental. Se debe tener en cuenta los requisitos para el control y vigilancia” (Neyra Quisca, 2017).

### 1.3.10.2. Métodos de Evaluación de Impactos Ambientales

Existen muchos métodos que permiten la evaluación de Impactos Ambiental, la metodología empleada en el presente estudio es:

#### 1. Matriz de Leopold:

“Consiste como primer paso en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales que pueden ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción” (Leopold , 1971).

Cada cuadrícula consignada con una diagonal admite los siguientes valores de:

##### 1. *Magnitud:*

“Valorización del impacto o de la alteración potencial a ser provocada, grado, extensión o escala, se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos” (Leopold , 1971).

##### 2. *Importancia:*

“Valor ponderal, que da el peso relativo del potencial impacto, se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia” (Leopold , 1971).

Una vez llenada las cuadrículas el siguiente paso consiste en evaluar o interpretar los números colocados.

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿Qué criterios Técnicos y Normativos deberá presentar el Diseño hidráulico y Estructural del Encauzamiento y Defensas Ribereñas en el río Virú, tramo Zaraqúe - Puente Virú?

#### **1.5. Justificación del Estudio**

Este Trabajo de Investigación permitirá definir parámetros técnicos para un adecuado tratamiento del cauce del río Virú en el tramo de estudio, para periodos de avenidas ordinarias y extraordinarias, brindando las condiciones necesarias para la protección de la población, medios de vida, áreas agrícolas e infraestructura vial y de riego ubicada en el área de Influencia.

Así mismo contribuirá a mitigar los riesgos de inundación significativamente, dadas las condiciones actuales del área de estudio a proteger beneficiando tanto a la población urbana como rural, estimándose un incremento económico en el valor de los predios, desarrollo de la actividad agrícola y pecuaria, dado que se contara con una adecuada infraestructura de protección que brinde seguridad a la población urbana y rural, dotando de condiciones para la realización de inversiones orientadas a mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria. Con la ejecución de este proyecto se estará contribuyendo con la mejora de la calidad de vida de los pobladores del ámbito urbano y rural de la Localidad Virú, así también al desarrollo socio económico a nivel local, regional y nacional.

#### **1.6. Hipótesis**

Los criterios Técnicos y Normativos del diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensas ribereñas en el río Virú, tramo Zaraqúe - Puente Virú, cumple con los estándares que exige la guía para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas y Urbanas.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

Describir los criterios Técnicos y Normativos para Realizar el Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensa ribereña en el río Virú, tramo Zaraqúe - Puente Virú.

### **1.7.2. Específicos**

- ✓ Realizar el estudio Topográfico de la zona de estudio.
- ✓ Realizar el estudio Hidrológico correspondiente.
- ✓ Realizar el estudio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Realizar el análisis de riesgo y vulnerabilidad del tramo en estudio.
- ✓ Diseño Hidráulico y estructural del encauzamiento y defensas ribereñas de acuerdo a los criterios técnicos y normas para Proyectos de Protección y/o control de Inundaciones.
- ✓ Realizar el estudio de impacto ambiental de la zona de estudio.
- ✓ Calcular los metrados y costos del proyecto.

## II. METODO

### 2.1 Diseño de Investigación

Nuestro diseño es no experimental, así que usaremos el estudio descriptivo y por ello el esquema a usar será el siguiente:



M: Representa la zona donde se realizan los estudios del proyecto y la población beneficiada.

O: Información recogida de la zona de estudio.

### 2.2 Variables, Operacionalización

#### 2.2.1 Enunciado de Variables

Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensa ribereña del río Virú, Tramo Zaraque – Puente Virú.

Definición: El Diseño Hidráulico y Estructural del encauzamiento y defensa ribereña es una técnica de la Ingeniería Civil que consiste en dimensionar un buen sistema de protección, sea por medios estructurales o no estructurales contemplando todos los parámetros topográficos, hidrológicos, geológicos e hidráulicos que tienen influencia sobre el correcto funcionamiento de la estructura, el cual se ejecutara en el contexto de las siguientes dimensiones:

- ✓ La topografía del terreno: Elaborado por las medidas obtenidas en el cauce del río Virú y se procesa la información para determinar los perfiles y secciones transversales.
- ✓ Elaborar el Estudio Hidrológico: La hidrología permite estimar los niveles de inundación para diferentes frecuencias, con base en la información histórica de caudales disponible para la cuenca o utilizando metodologías regionales, cuando no se tiene información adecuada.
- ✓ Calidad del Terreno: obtenido a través del estudio de suelos realizados con los equipos de laboratorio de Mecánica de Suelos.

- ✓ **Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad:** Con la información topográfica, de rugosidades y caudales de inundación se realiza la evaluación hidráulica del tramo de estudio. En cuya evaluación se debe determinar la profundidad y velocidad que alcanza el flujo no solo dentro del cauce del río sino también en las zonas inundables aledañas a este para determinar el grado de vulnerabilidad ante una creciente determinada (caudal máximo).
- ✓ **Características Hidráulicas y Estructurales del encauzamiento y defensa ribereña:** Son parámetros que ayudan a dimensionar adecuadamente el ancho estable del cauce del río, así como los niveles de coronación y profundidades de protección de las estructuras de protección, para esto es necesario estimar a través de la evaluación hidráulica las velocidades y profundidades de flujo tanto en la planicie inundable como en el cauce principal.
- ✓ **Impacto Ambiental:** Es el análisis del medio ambiente en el lugar donde se desarrollará el estudio.
- ✓ **Costos y Presupuestos:** Es calculado por metrados, utilizando costos del mercado.

## 2.2.2 Operacionalización de Variables

**Cuadro 6 : Operacionalización de Variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
<b>“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ”</b>	segun T. Velásquez, 2006, “... constituyen obras de defensa las que se ejecutan en las márgenes de los cursos de agua, en una o ambas riveras, para proteger las tierras, poblaciones, instalaciones y otras, contra las inundaciones y la acción erosiva del agua y son obras de encauzamiento las que se ejecutan en las márgenes de los ríos en forma continua, para formar un canal de escurrimiento que permita establecer el cauce del río o quebrada dentro de una zona determinada; agrega que en principio, las obras de encauzamiento tienen prioridad sobre las de defensa para la solución integral de los problemas creados por avenidas extraordinarias	El diseño Hidráulico y Estructural del Encauzamiento y Defensa Ribereña se logrará mediante el desarrollo de los Estudios de Topografía, Hidrología, Mecánica de Suelos, Análisis de Riego y Vulnerabilidad, Diseño Hidráulico y estructural, Impacto Ambiental, Metrados y Costos del Proyecto .	<b>Levantamiento Topográfico</b>	Red de Apoyo Planimétrico	m
				Levantamiento Altimétrico	msnm
				Perfil Longitudinal	m
				Secciones Transversales	m <sup>3</sup>
			<b>Estudio Hidrológico</b>	Precipitaciones máximas	mm
				Caudales Máximos	m <sup>3</sup> /s
			<b>Estudio de Mecánica de Suelos</b>	Análisis Granulométrico	%
				Peso Especifico	Kg/cm <sup>3</sup>
				Capacidad Portante	Kg/cm <sup>2</sup>
			<b>Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad</b>	Análisis de Riesgo	%
				Análisis de Vulnerabilidad	%
			<b>Diseño Hidráulico y Estructural</b>	Ancho Estable	m
				Tirante	m
				Velocidades	m/s
				Profundidad de Socavación	m
				Análisis de Estabilidad	%
				Simulación Hidráulica	%
				Selección de Medidas Estructurales y no Estructurales	%
			<b>Estudio de Impacto Ambiental</b>	Análisis de Impacto Ambiental	+ o -
			<b>Costos y Presupuestos</b>	Metrados	unid., ml, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup> , kg, glb, p <sup>2</sup>
Análisis de Costos Unitarios	S/.				
Fórmulas Polinómicas	%				
Presupuestos	S/.				

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3 Población y Muestra**

**2.3.1 Población:** Está conformada por el área de estudio

**2.3.2 Muestra:** No se Trabaja con muestra.

## **2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas:**

- ✓ Observación directa de la zona de estudio.
- ✓ Levantamiento Topográfico
- ✓ Estudio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Recopilación de información Hidrometeorológica.
- ✓ Método de evaluación hidráulica.
- ✓ Uso de software: Civil 3D, AutoCAD, Arc Gis, Iber, Hec-ras, Hec-Georas.
- ✓ Captura de Imágenes a través de Drones.

### **2.4.2 Instrumentos:**

- ✓ Equipo Topográfico
- ✓ Estación Total
- ✓ GPS
- ✓ Prismas
- ✓ Winchas
- ✓ Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos
- ✓ Tamices
- ✓ Horno
- ✓ Balanza Electrónica
- ✓ Espátulas
- ✓ Bandejas
- ✓ Equipo de Oficina
- ✓ Computadora
- ✓ Impresora
- ✓ Cámara Fotográfica



### **2.4.3 Validez y Confiabilidad**

Para la presente investigación se va utilizar técnicas para la recolección de datos a través de la observación directa y realización de estudios básicos como es el topográfico, hidrológico, mecánica de suelos e hidráulico, los cuales se realizarán con instrumentos calibrados y certificados, por lo que ofrecen la validez de los datos recolectados.

Así mismo con la utilización de estos instrumentos calibrados y softwar certificados se realizará el procesamiento correcto de la información valida recolectada, dando cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación, presentando resultados debidamente validados y confiables.

### **2.5 Métodos de Análisis de datos**

- a) Análisis Descriptivo.
- b) Análisis ligado a la hipótesis

### **2.6 Aspectos Éticos**

El tesista se compromete a poner en práctica la veracidad de los resultados, a trabajar con empeño y dedicación en el desarrollo del proyecto, y a preservar el medio ambiente en cada instancia que el proyecto demande.

### **III.RESULTADOS**

#### **3.1 Estudios Topográficos**

##### **3.1.1 Generalidades**

El objetivo del estudio topográfico es la determinación tanto en planimetría como altimetría, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación fidedigna del relieve del cauce del río Virú en el tramo comprendido entre Zaraqúe y Puente Virú.

El producto final del estudio topográfico es la representación gráfica del cauce del río en forma de plano conteniendo las curvas de nivel del área de estudio, detalles del río como variaciones del lecho, márgenes del río, colindancia con población, infraestructura vial y riego y áreas agrícolas afectadas y sujetas a fenómeno de inundación y erosión.

##### **3.1.2 Ubicación**

El área de estudio se ubica en el departamento de La Libertad, provincia de Virú, Distrito de Virú, entre los 137 y 41 msnm, con clima seco, además de una gradiente térmica elevada.

Geográficamente, se inicia en las coordenadas Norte: 9'074,662.65 Este 751,463.61 del Sistema WGS-84 zona 17 Sur, Km 0+000 altura del sector Zaraqúe, y finaliza en las coordenadas Norte: 9'068,175.07 Este: 743,937.15 del Sistema UTM WGS-84, zona 17 Sur, en el Km 10+940 a 200 m aguas abajo del Puente Virú.

Topográficamente, comienza a altura de 137.06 m (Km. 0+000), llegando hasta su punto más bajos en el nivel 41.91 m (Km. 10+940) aproximadamente.

##### **3.1.3 Reconocimiento de la zona**

Como actividad inicial se realizó el reconocimiento del tramo de estudio, a fin de verificar: La accesibilidad hacia el sector del personal y equipo topográfico, las características físicas y condiciones climáticas con la finalidad de disminuir y/o evitar los errores sistemáticos de los instrumentos topográficos; determinando los horarios y programando las actividades para el levantamiento topográfico.

Siendo el área de intervención del proyecto el cauce del río Virú, el reconocimiento de campo se ha realizado con apoyo del personal técnico de la Junta de Usuarios de Agua de la Cuenca del Río Virú, los cuales brindaron valiosa información respecto al ancho del cauce, ubicación de los hitos de la faja marginal, infraestructura de riego expuesta, zonas agrícolas afectadas o propensas a inundación.

La información recolectada nos permitió decidir aspectos a considerar en la ejecución del levantamiento topográfico, siendo estos los siguientes:

- ✓ Selección del tipo de levantamiento.
- ✓ Esbozar las posibles ubicaciones de las estaciones.
- ✓ Definición del punto de arranque del levantamiento topográfico, el cual esta enlazado con los puntos geodésicos de orden "C" existentes.
- ✓ Trazo posible del eje del cauce del río.
- ✓ Definir el límite del levantamiento, considerando la probable llanura de inundación.
- ✓ Plantear los puntos clave para le ejecución de calicatas

### **3.1.4 Metodología de trabajo**

#### **3.1.4.1 Personal**

El personal que participo en el levantamiento topográfico fue el siguiente:

- |                                  |      |
|----------------------------------|------|
| ✓ Tesista.                       | (01) |
| ✓ Operador de equipo (topógrafo) | (01) |
| ✓ Porta prisma                   | (05) |
| ✓ Ayudantes (Desbroce)           | (06) |

#### **3.1.4.2 Equipos**

Para el desarrollo del levantamiento topográfico, fue necesario contar con todos los siguientes equipos:

- ✓ Estación Total marca TOPCON modelo DS-101AC, con accesorios. (01)
- ✓ Nivel Automático TOPCON modelo ATB2. (01)
- ✓ GPS Navegador GARMIN OREGON 550. (01)
- ✓ Trípodes de madera. (02)
- ✓ Primas circulares reflectantes. (03)
- ✓ Bastones telescópico de 2.50 m (03)
- ✓ Bastones telescópico de 5.00 m (02)
- ✓ Radios Motorola (06)
- ✓ Cámara Digital (01)
- ✓ Camioneta Doble Cabina (01)

### **3.1.4.3 Materiales**

- ✓ Cinta métrica de 30 m fibra de vidrio (01)
- ✓ Cinta métrica metálica de 5 m (01)
- ✓ Estacas de Fierro corrugado
- ✓ Pintura esmalte.

### **3.1.5 Procedimientos**

#### **3.1.5.1 Levantamiento Topográfico de la zona**

En el levantamiento topográfico se ha realizado la recolección de datos cuantitativos horizontales y de elevación, los cuales nos permitirán conocer la configuración del terreno, así como las posiciones de las diferentes estructuras naturales o artificiales que yacen sobre el cauce del río Virú en el tramo de estudio, con la exactitud necesaria para poder desarrollar nuestro diseño. Por las características del terreno el método principal seleccionado es el Taquimétrico, apoyándose de los métodos de la Poligonal abierta y de Radiación

### 3.1.5.2 Puntos de georreferenciación

#### a) Control horizontal geodésico.

Como puntos de control geodésico se cuenta con 02 puntos geodésicos GNNS de orden "C", ubicados por el IGN utilizando el método de posicionamiento diferencial o estático, con los cuales se enlazaré el levantamiento topográfico realizado a la red geodésica geocéntrica nacional.

Los valores de las coordenadas y elevación, de los puntos geodésicos proporcionados por el PECH en el sistema WGS 84 se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 7 : Puntos Geodésicos de orden "C" – IGN**

Zona UTM : 17 S

SISTEMA DE REFERENCIA : WGS 84

Código	Norte	Este	Elevación (m)	Sector
CCH -15	9,071,444.65	749,320.09	130.58	Sifon Virú
CCH -16	9,071,656.49	748,996.27	152.32	Sifon Virú

Fuente : Proyecto Especial Chavimochic.

#### b) Red de Apoyo Altimétrico.

Dentro del tramo de estudio se cuenta con relieves llanos y agrestes, por lo que producto del reconocimiento de campo se ha identificado y determinado la ubicación más adecuada de red de bases marcadas (BMs), los cuales se encuentra debidamente georeferenciadas y con elevaciones referidas al nivel medio del mar.

## Cuadro 8 : Ubicación de BMs

Zona UTM : 17 S  
 SISTEMA DE REFERENCIA : WGS 84

Código	Norte	Este	Elevación (m)
ECG-75	9,068,248.98	744,139.39	51.878
ECG-74	9,068,347.46	744,060.80	51.016
BM1	9,068,535.66	744,477.03	49.425
BM2	9,068,608.62	744,526.58	50.167
BM3	9,069,084.99	744,623.98	51.341
BM4	9,069,282.80	745,186.83	54.863
BM5	9,069,677.72	745,610.24	57.239
BM6	9,069,751.39	745,855.79	59.98
BM7	9,069,606.67	746,477.29	63.744
BM8	9,069,812.62	747,006.48	69.648
BM9	9,069,757.86	747,360.76	68.964
BM10	9,069,877.08	747,660.77	71.754
BM11	9,070,082.92	748,019.84	75.866
BM12	9,070,338.36	748,609.09	79.183
BM13	9,070,608.30	749,068.81	82.269
BM14	9,071,041.61	749,286.74	89.424
BM15	9,071,202.23	749,616.68	92.356
BM16	9,071,816.43	749,644.44	98.67
BM17	9,072,313.67	749,900.99	103.826
BM18	9,071,821.43	749,643.94	98.917
BM19	9,071,811.85	749,648.98	98.662
BM20	9,072,811.10	750,058.96	107.715
BM21	9,073,399.21	750,429.57	118.05
BM22	9,074,103.18	750,589.39	126.003
BM23	9,074,569.39	751,059.76	131.57

Fuente : Elaboracion propia

### 3.1.5.3 Puntos de estación

Debido a que el tramo de realizar es de gran extensión no es posible realizar el levantamiento de una sola estación; por lo que se han establecidos puntos de apoyo (Estaciones) relacionados entre sí, cuya ubicación se han determinado de manera estratégica, los cálculos de las coordenadas de los puntos de apoyo son los siguientes.

## Cuadro 9 : Ubicación de Estaciones

Zona UTM : 17 S

SISTEMA DE REFERENCIA : WGS 84

Código	Norte	Este	Elevación (m)
AUX C13	9,070,781.52	749,159.78	84.85
AUX C9	9,070,237.72	748,474.41	75.82
AUX P2	9,068,313.38	744,058.58	49.02
AUX PV15	9,065,865.13	738,594.44	22.96
AUX PV17	9,064,995.62	738,033.26	16.24
AUX V11	9,070,076.46	748,026.04	74.85
AUX V12	9,070,331.90	748,615.28	79.18
AUX V13	9,070,601.84	749,075.01	82.27
AUX V16	9,071,809.96	749,650.64	98.64
AUX V18	9,072,804.66	750,065.17	107.73
AUX V18	9,072,804.65	750,065.17	107.74
AUX V19	9,073,392.76	750,435.77	118.04
AUX V20	9,074,096.72	750,595.61	126.01
AUX V20	9,074,562.93	751,065.95	131.55
AUX V3	9,069,078.55	744,630.07	51.31
AUX V4	9,068,236.41	744,131.74	51.45
AUX V4	9,069,276.34	745,193.02	54.85
AUX V7	9,069,600.21	746,483.49	63.74
AUX V8	9,069,806.15	747,012.64	69.63
AUX V9	9,069,751.39	747,366.91	68.97
AUX_R2	9,069,870.59	747,666.96	71.84
C1	9,068,384.58	744,186.83	48.98
C11	9,070,480.82	748,927.83	81.10
C14	9,072,689.06	749,968.14	112.47
C15	9,073,086.26	750,284.51	114.25
C16	9,073,717.12	750,583.47	123.14
C17	9,073,890.38	750,648.56	125.68
C18A	9,074,159.92	750,637.52	126.58
C19	9,074,092.23	750,683.56	126.74
C20	9,074,204.93	750,610.00	127.10
C5	9,069,688.22	746,610.76	62.32
C7	9,069,799.09	747,505.04	69.99
C9	9,070,189.91	748,406.50	78.48

Fuente : Elaboracion propia

### **3.1.6 Trabajo de gabinete**

El trabajo de gabinete residió en la exportación de la data de los equipos topográficos del GPS y de la estación total a un computador en un archivo con extensión .csv, el cual contiene la lista de todos los puntos del levantamiento topográfico, con sus coordenadas espaciales en formato PNEZ y la descripción asignada en campo.

#### **3.1.6.1 Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos**

El procesamiento de los datos se realizó mediante el software Autocad Civil 3D, configurándola para el sistema WGS 84 Zona 17S para luego se importa los datos contenidos en el archivo .csv, realizada la importación se procedió a la generación y edición de la malla TIN, con cuya interpolación se generan la superficie del terreno representada por las curvas de nivel.

Finalmente, el dibujo es completado mediante la edición grafica de información referente al eje de río, variación del cauce, límites de terrenos de cultivos, infraestructura existente, etc.

- a) Plano Topográfico: Donde se representa el levantamiento planimétrico, con curvas a nivel cada 1.0 m, se encuentra dibujado a una escala de 1:2000 en el cual se aprecia las progresivas, eje del río, ubicación de estructuras existentes, límites de terrenos de cultivo, ancho del cauce, etc.
- b) Perfil longitudinal: Definido el eje del cauce se procedió a elaborar el perfil longitudinal del fondo del lecho actual del río, dibujado en escala vertical de 1:200 y escala horizontal 1:2000



## **3.2 Estudio de mecánica de suelos**

### **3.2.1 Generalidades**

Como parte de nuestro estudio, “Diseño Hidráulico y Estructural del Encauzamiento y Defensas Ribereñas en el Río Virú Tramo Zaraq – Puente Virú”, es necesario determinar las características y propiedades del suelo en el cual se va a plantear las estructuras de protección.

Los estudios de mecánica de suelos, se han efectuado por medio de los trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio, siendo estos necesarios para definir el perfil estratigráfico del tramo de estudio, así como sus características de esfuerzo y deformación, proporcionando los parámetros para la estimación de la socavación y análisis de estabilidad de las estructuras a diseñar.

### **3.2.2 Objetivo**

Realizar el estudio de mecánica de suelos del tramo de estudio del río Virú.

### **3.2.3 Plan de Trabajo**

Se elaboró el plan de trabajo en base a la ejecución de las siguientes actividades:

#### **3.2.3.1 Trabajo de Campo**

Consistió en la ubicación y ejecución de las calicatas, ejecutadas en forma manual y con herramientas básicas.

De cada una de las calicatas se extrajo muestras alteradas las mismas que fueron embolsadas y etiquetadas para su traslado al laboratorio de Suelos de la Universidad Privada Cesar Vallejo.

#### **3.2.3.2 Trabajo de Laboratorio**

Consistió en la investigación de los suelos del material extraído de las calicatas mediante ensayos normados y estandarizados, con la finalidad de conocer las propiedades físicas de cada una de las muestras analizada.

### 3.2.3.3 Trabajo de Gabinete

Corresponde al procesamiento de la información obtenida de los ensayos de laboratorio, generando los reportes correspondientes con los resultados obtenidos.

### 3.2.4 Descripción de los trabajos

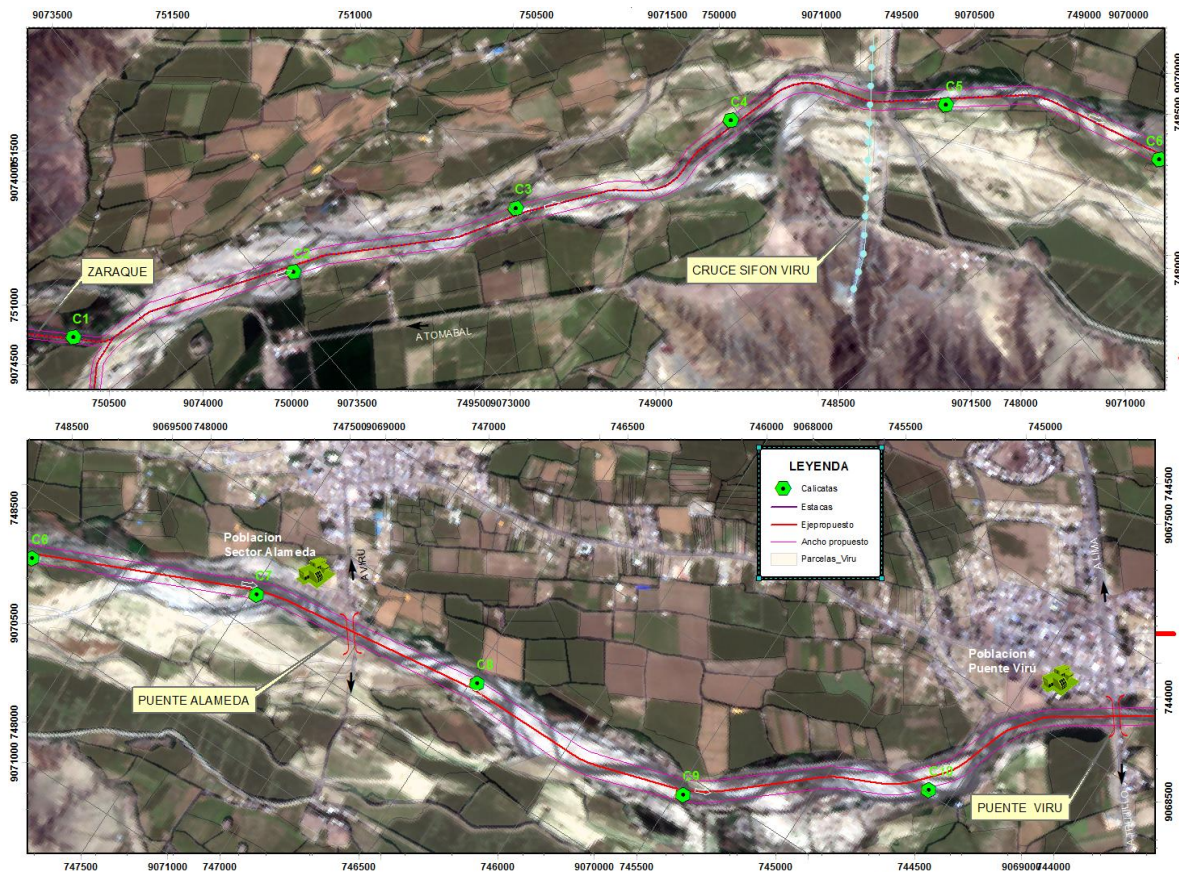
#### 3.2.4.1 Determinación de Número de Calicatas.

Con la finalidad de obtener las características físicas de los suelos, se ha determinado la realización de 10 calicatas, separadas a 1.00 Km.

#### 3.2.4.2 Ubicación de las calicatas

En la siguiente figura se muestran la ubicación de las calicatas denominadas C1 al C10 realizadas al largo del tramo de estudio.

**Imagen 8 : Ubicación de Calicatas**



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo en el siguiente cuadro se muestra las coordenadas de ubicación de las calicatas, así como su progresiva de ubicación respecto al eje del río proyectado.

**Cuadro 10 : Ubicación de Calicatas**

Código	Km	Norte	Este
C1	0+500.00	9,074,280.48	750,767.89
C2	1+500.00	9,073,384.13	750,376.01
C3	2+500.00	9,072,485.95	749,975.30
C4	3+500.00	9,071,543.71	749,667.92
C5	4+500.00	9,070,801.17	749,128.49
C6	5+500.00	9,070,257.21	748,366.40
C7	6+500.00	9,069,862.11	747,475.73
C8	7+500.00	9,069,663.50	746,473.01
C9	8+500.00	9,069,583.48	745,469.90
C10	9+500.00	9,068,989.36	744,597.00

Zona UTM : 17 S  
SISTEMA DE REFERENCIA : WGS 84

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2.5 Ensayos y Pruebas de Laboratorios

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

**Cuadro 11 : Ensayos y Pruebas realizadas**

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	OBJETIVO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	T88	D422	3.00 Kg.	- Determina la distribución de partículas que tiene el suelo. - Calculo del Tamaño efectivo. - Calculo del Coeficiente de uniformidad - Calculo del Coeficiente de curvatura.
Contenido de Humedad	Clasificación		D2216	3.00 Kg.	- Determina la cantidad de agua que contiene el suelo estudiado.
Limite Liquido	Clasificación	T89	D4318	3.00 Kg.	- Indica el contenido de agua en la frontera entre el estado plástico y liquido de una muestra de suelo.
Limite Plastico	Clasificación	T90	D4318	3.00 Kg.	- Indica el contenido de agua en la frontera entre el estado semisólido y plástico de una muestra de suelo.
Indice Plastico	Clasificación	T90	D15570	3.00 Kg.	- Determina el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo esta en estado plastico.
Peso Unitario del Suelo.	Diseño		D2419	3.00 Kg.	- Determina el peso unitario del suelo.
Capacidad portante o Corte Directo	Diseño		D-3080	3.00 Kg.	- Determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada

*Fuente: Elaboración propia en base a los análisis realizados en el laboratorio de suelos de la UCV.*

### 3.2.6 Descripción de las Calicatas.

- **Calicata C-1 KM 0+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Grava Mal graduada con arena, no presenta plasticidad, con un 2.55 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo GP (Grava mal graduada con arena).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-1-a (0) (Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como sub grado con un 2.55 % de finos).
- Contenido de humedad de 4.4 %.

- **Calicata C-2 KM 1+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Grava Mal graduada con arena, no presenta plasticidad, con un 2.71 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo GP (Grava mal graduada con arena).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-1-a(0) (Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como sub grado con un 2.71 % de finos).
- Contenido de humedad de 4.77%.

- **Calicata C-3 KM 2+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Grava Bien graduada con arena, no presenta plasticidad, con un 1.70 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo GW (Grava bien graduada con arena).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-1-a (0) (Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como sub grado con un 1.70 % de finos).
- Contenido de humedad de 6.78%.

- **Calicata C-4 KM 3+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Grava bien graduada con arena, no presenta plasticidad, con un 2.57 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo GW (Grava bien graduada con arena).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-1-a(0) (Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como sub grado con un 2.57 % de finos).
- Contenido de humedad de 6.41%.

- **Calicata C-5 KM 4+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Grava Mal graduada con arena, no presenta plasticidad, con un 2.05 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo GP (Grava mal graduada con arena).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-1-a(0) (Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como sub grado con un 2.05 % de finos).
- Contenido de humedad de 7.61%.

- **Calicata C-6 KM 5+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Grava Mal graduada con limo y arena, no presenta plasticidad, con un 8.16 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo GP (Grava mal graduada con arena).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-1-a (0) (Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como sub grado con un 8.16 % de finos).
- Contenido de humedad de 7.25%.

- **Calicata C-7 KM 6+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Grava bien graduada arena, no presenta plasticidad, con un 0.48 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo GW (Grava bien graduada con arena).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-1-a(0) (Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como sub grado con un 0.48 % de finos).
- Contenido de humedad de 5.96%.

- **Calicata C-8 KM 7+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Arena Limosa, no presenta plasticidad, con un 16.41 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo SM (Arena Limosa).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-2-4(0) (Material granular, grava, arena arcillosa limosa. Excelente a bueno como sub grado con un 16.41% de finos).
- Contenido de humedad de 4.06%.

- **Calicata C-9 KM 8+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Arena Limosa con grava, no presenta plasticidad, con un 12.86 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo SM (Arena Limosa con grava).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-2-4(0) (Material granular, grava, arena arcillosa limosa. Excelente a bueno como sub grado con un 12.86% de finos).
- Contenido de humedad de 6.44%.

- **Calicata C-10 KM 9+500**

E-01/ 0.00 – 1.50 m

Arena mal graduada con limo y grava, no presenta plasticidad, con un 10.95 % que pasa la malla N°200.

- Clasificación en el sistema SUCS como suelo SP-SM (Arena mal graduada con limo y grava).
- Clasificación en el sistema AASHTO como suelos A-2-4(0) (Material granular, grava, arena arcillosa limosa. Excelente a bueno como sub grado con un 10.95% de finos).
- Contenido de humedad de 6.43%.

Los resultados del laboratorio de suelos se presentan en el Anexo 01

Se presenta un cuadro resumen de la descripción de las calicatas:

## Cuadro 12 : Resultados de los Análisis de las Muestras

Profundidad de la Muestra      **0-1.5 m**  
Tamaño de la Muestra            **3.0 Kg**

CALICATA	KM	DESCRIPCION DE LA CALICATA		DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
C-1	0+500	Contenido de Humedad	4.40%	SUCS : Grava mal graduada con arena. AASHTO: Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como subgrado.Con un 2.55 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	GP				
		Clas. AASHTO	A-1 -a(0)				
C-2	1+500	Contenido de Humedad	4.77%	SUCS : Grava mal graduada con arena AASHTO: Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como subgrado.Con un 2.71 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	GP				
		Clas. AASHTO	A-1 -a(0)				
C-3	2+500	Contenido de Humedad	6.78%	SUCS : Grava bien graduada con arena AASHTO: Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como subgrado.Con un 1.70 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	GW				
					Clas. AASHTO	A-1 -a(0)	
					Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.861	
		Capacidad Admisible (Kg/cm <sup>2</sup> )	3.13				
C-4	3+500	Contenido de Humedad	6.41%	SUCS : Grava bien graduada con arena. AASHTO: Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como subgrado.Con un 2.57 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	GW				
		Clas. AASHTO	A-1 -a(0)				
C-5	4+500	Contenido de Humedad	7.61%	SUCS : Grava mal graduada con arena. AASHTO: Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como subgrado.Con un 2.05 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	GP				
		Clas. AASHTO	A-1 -a(0)				
C-6	5+500	Contenido de Humedad	7.25%	SUCS : Grava mal graduada con limo y arena. AASHTO: Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como subgrado.Con un 8.16 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	GP - GM				
		Clas. AASHTO	A-1 -a(0)				
C-7	6+500	Contenido de Humedad	5.96%	SUCS : Grava bien graduada con arena AASHTO: Material granular, fragmentos de roca, grava, arena. Excelente a bueno como subgrado.Con un 0.48 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	GW				
		Clas. AASHTO	A-1 -a(0)				
C-8	7+500	Contenido de Humedad	4.06%	SUCS : Arena Limosa AASHTO: Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subgrado.Con un 16.41 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	SM				
					Clas. AASHTO	A-2-4 (0)	
					Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.349	
		Capacidad Admisible (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.43				
C-9	8+500	Contenido de Humedad	6.44%	SUCS : Arena Limosa con grava. AASHTO: Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subgrado.Con un 12.86 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	SM				
		Clas. AASHTO	A-2-4 (0)				
C-10	9+500	Contenido de Humedad	6.43%	SUCS : Arena mal graduada con limo y grava. AASHTO: Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subgrado.Con un 10.95 % de finos.			
		L. Líquido	NP				
		L. Plástico	NP				
		Ind. Plasticidad	NP				
		Clas. SUCS	SP -SM				
		Clas. AASHTO	A-2-4 (0)				

**Fuente: Elaboración propia.**



### **3.2.7 Ensayos de Peso unitarios y Capacidad Admisible**

Se ha realizado el ensayo en las calicatas C-3 y C-8 cuyos resultados son los siguientes

- Peso unitario del suelo seco promedio de  $1.861 \text{ g/cm}^3$ .
- La capacidad Admisible a considerar en los diseños de  $3.13 \text{ kg/cm}^2$

Los resultados del laboratorio de suelos se presentan en el Anexo 01.

### **3.2.8 Conclusiones**

De los análisis realizados en el estudio de suelos podemos concluir que en general el tipo de suelo del tramo de estudio, de acuerdo a la clasificación SUCS corresponde a GP y GW, es decir Grava mal graduadas con arena y gravas bien graduadas con arena, con un peso específico seco de  $1.861 \text{ g/cm}^3$  y capacidad admisible de  $3.13 \text{ kg/cm}^2$ .

## **3.3 Estudio hidrológico**

### **3.3.1 Hidrología**

#### **3.3.1.1 Generalidades**

##### **a) Ubicación**

##### **Ubicación Política**

La cuenca de estudio políticamente tiene la siguiente ubicación:

Distrito : Carabamba, Calamarca, Julcán, Huaso, Virú y Laredo.

Provincia : Julcán, Virú y Trujillo

Departamento: La Libertad

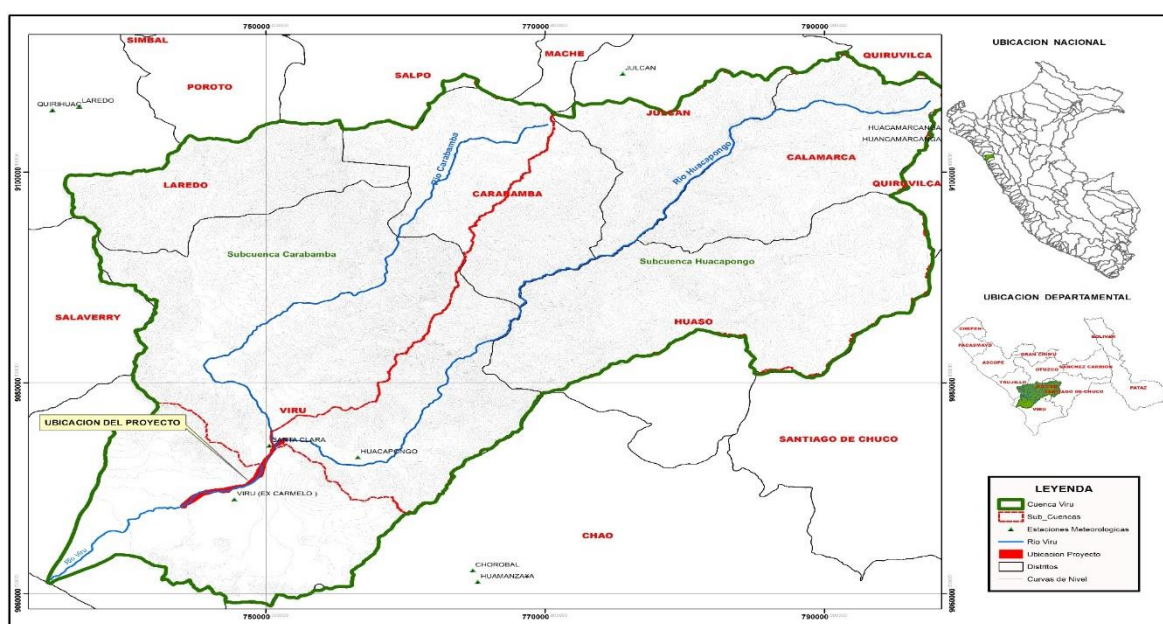
##### **Ubicación Geográfica**

De igual forma como ubicación geográfica el proyecto se desarrolla entre las siguientes coordenadas:

$8^{\circ}05'$  y  $8^{\circ}30'$  de Latitud Sur

$78^{\circ}15'$  y  $78^{\circ}50'$  de Longitud Oeste

## Imagen 9 : Ubicación del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

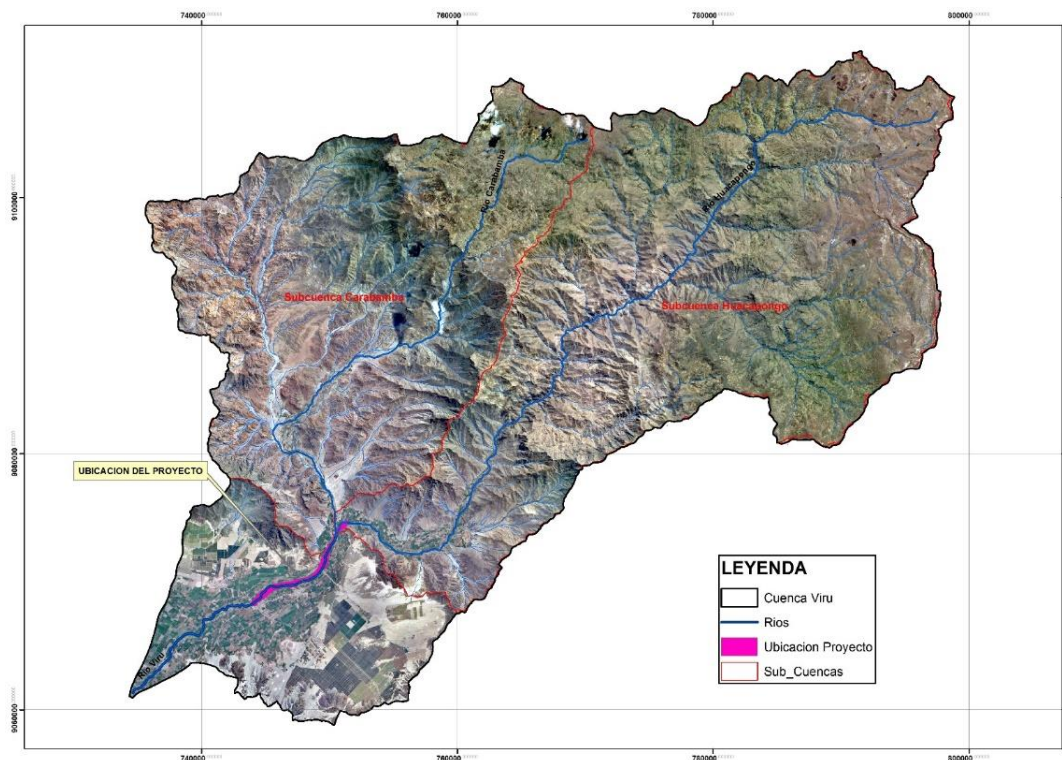
### b) Delimitación de la cuenca hidrográfica

Para la delimitación de la cuenca se contó con la siguiente información:

- ✓ Imágenes Satelitales: De acuerdo a la disponibilidad de información, se tuvo acceso a la siguiente información:
  - LANSAT: Imágenes de tres bandas, con tamaño La imagen de tres bandas, con un tamaño de celda de 30 x 30m, formato TIFF, 16 BIT, utilizadas como apoyo para delimitar la cuenca y realizar el planeamiento hidráulico.
- ✓ Cartas nacionales: Para el proyecto se ha utilizado las Cartas Nacionales digitales del 2012, procesadas por el Instituto Geodésico del Perú, las cuales se encuentra a una escala 1: 100,000, el nombre de las cartas utilizadas son las siguientes: 17F-SALAVERRY y 17G-SANTIAGO DE CHUGO.
- ✓ Imágenes extraídas del Google Earth : La resolución de las imágenes tienes una mezcla de imágenes del satélite Landsat 7 de la NASA y otras del Servicio Geológico de Estados Unidos la resolución se obtiene una resolución de 15 metros por píxel. El procesamiento de esta información se ha realizado a través

del programa ARCGIS 10.2.2, cuyo resultado se presenta en la siguiente Imagen.

### Imagen 10 : Delimitación de la Cuenca y Sub Cuencas Hidrográficas del Río Virú



Fuente: *Elaboración Propia*

#### c) Descripción de la Cuenca

El río Virú nace en la provincia de Huamachuco, cerca de las alturas de Santiago de Chuco y es formado principalmente por los ríos Carabamba y Huacapongo. Entre los meses de enero a abril, el río Carabambita tiene avenidas de regular magnitud, pero de corta duración que incrementaban las descargas del río Virú. La principal escorrentía del sistema hidrográfico del río Virú tiene su origen en un grupo de pequeñas lagunas (Usgón, Brava y Negra) ubicadas en las faldas del Cerro Pelón Chico y que forman el río Huacapongo. Adicionalmente se agregan las escorrentías de las precipitaciones estacionales que caen en los cerros Los Colorados y Guittarras.

La desembocadura del río Virú, está ubicada a 69 km al Norte de la desembocadura del río Santa, y unos 17 km al Norte del valle de

Chao. El control del agua del río Virú se efectuaba en la estación hidrométrica de Huacapongo, que inició sus operaciones en abril de 1923, cuando el río presentaba un ancho en sección de 23 m. Sobre la margen derecha del río, tuvo instalada una mira de madera de 1,20 m de altura, en la toma Huacapongo, que es la primera del valle, distante 35 km de la desembocadura a una altura es de 280 m s.n.m. donde se controla 824 km<sup>2</sup>, es decir, casi la totalidad de la cuenca húmeda que es de 890 km<sup>2</sup>, hasta el año de 1977 fue sólo operaba por la Administración de Aguas del Ministerio de Agricultura. En 1977 se implementó la estación con un huaro y una caseta limnigráfica, que servía durante el período más húmedo del año, la cual estaba controlada por el Proyecto CHAVIMOCHIC. Lamentablemente fue destruida en 1997-1998 y en la actualidad no existe la mira de madera. Las mediciones son estimadas en el cruce del Badén Virú por el personal encargado.

La cuenca del río Virú que abastecen con el agua de riego al valle del mismo nombre es de régimen hidrológico irregular con pocos meses de verano (enero a abril) en que se presenta la escorrentía, aportando volúmenes pequeños de masa escurrida 106,66 MMC anual. El agua superficial estacional es empleada parcialmente en la agricultura en el riego del valle antiguo con sistemas de riego a gravedad. Las poblaciones asentadas en este valle se abastecen con aguas subterráneas.

El régimen del río Virú es torrencioso e irregular, haciéndose temporalmente deficitario para el desarrollo de una agricultura sostenida. En la cuenca baja, especialmente en estiaje, el cauce es alimentado por las filtraciones producto del riego en los valles (no hay escorrentía natural) con las aguas del río Santa. Los elementos contaminantes más importantes en esta parte de los ríos, son las descargas de los desagües o vertido de desechos orgánicos de los poblados de Virú, Virú – Puente y Huancaquito Bajo.

#### d) Geomorfología

Las características morfológicas de las cuencas y sub-cuencas de la zona de estudio, tales como área total, perímetro, longitud, altura máxima, altura mínima, etc., han sido determinadas a través del procesamiento mediante el software Arc Gis de la información existente, los principales resultados respecto a la geomorfología son los siguientes:

**Cuadro 13 : Resultados de la Geomorfología**

Geomorfología	Resultado	Unidad
Área (A)	1,911.95	Km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	246.78	Km
Longitud Mayor (L)	73.05	Km
Ancho Promedio (Ap)	26.17	M
Índice de Gravelious (K)	1.59	
Factor de Forma (Ff)	0.36	
Pendiente Media (Ic)	5.40	%

*Fuente: Elaboración Propia*

#### e) Topografía y Fisiografía

La zona es de relieve abrupto con laderas pronunciadas que alcanza hasta 40% de pendiente. La zona presenta típicos valles en U, con depósitos fluviales que corren a lo largo de la cordillera o parte alta adyacentes a los cursos de agua. De acuerdo al relieve se aprecian las siguientes variedades geomorfológicas.

- ✓ *Flanco Disectado en los Andes:* Corresponde a los nacimientos del río Virú y se caracteriza por un relieve abrupto desarrollado en rocas volcánicas e intrusivas. En este sector los valles son angostos y con una pendiente longitudinal superior al 2 % predominando los agentes erosivos que están profundizando el valle originando una sección transversal del valle en forma de “V” simétrica (valles jóvenes).

- ✓ *Llanura Costanera*: Comprende hasta la cota 400 m.s.n.m y se aprecian cerros aislados y zonas de llanuras en donde el valle es amplio lo que es notorio a partir de la zona de cruce del canal Madre (Sifón Virú). La zona comprendida por los procesos de inundación y erosión en los períodos de grandes avenidas se localiza aguas abajo del sifón Virú.
  
- ✓ *Campos de Dunas*: Las acumulaciones eólicas son de reciente formación y están constituidas por arenas de diferente tamaño y formas diversas cuyos componentes mineralógicos están conformados principalmente por cuarzo, feldespato y micas. Las dunas se observan en la parte Norte del valle Virú, así entre los kilómetros 514 y 515 de la carretera Panamericana se encuentra las dunas de Pur Pur; famosas por la perfección de sus formas y por ser la de mayor tamaño.

#### **f) Hidrografía**

El sistema hidrográfico del río Virú tiene su origen en un grupo de pequeñas lagunas (Usgón, Brava y Negra), ubicadas en las faldas del Cerro Pelón Chico y las cuales van a dar origen posteriormente al río Huacapongo y, por otro lado, en las precipitaciones estacionales que caen principalmente en los Cerros Los Colorados y Guitarras, las que dan origen al río de las Salinas; estos ríos, en su confluencia en las cercanías de la hacienda Tomabal, dan origen al río Virú.

Este colector troncal del escurrimiento superficial de la cuenca cuenta con un área de drenaje total hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, de 2 052 km<sup>2</sup>. Asimismo, la superficie de la cuenca colectora húmeda o imbrífera, es de 1 081 km<sup>2</sup>, siendo su límite inferior la cota de los 1 500 m s.n.m; vale decir, que el 52 % del área de la cuenca contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial.

Los afluentes principales que conforman el río Huacapongo, son los ríos Palconque de 91 km<sup>2</sup> y Carabamba de 696 km<sup>2</sup> por la margen derecha y; por la margen izquierda, los ríos Tontada de 43 km<sup>2</sup>, Pirhuay de 25 km<sup>2</sup> y La Vega de 242 km<sup>2</sup>; mientras que los principales afluentes del río de Las Salinas son las Quebradas El Peñón, Apinguillo, Zangal, Xaña Brava y Seca.

#### **g) Clima**

Como parte de la caracterización del clima en la cuenca del río Virú y teniendo en cuenta la información histórica disponible usando como fuente el SENAMHI y otros organismos que operan las estaciones meteorológicas, se ha considerado los siguientes parámetros:

- ✓ *Precipitación Pluvial:* Para diversos puntos de las cuencas incluidas las estaciones meteorológicas, se puede apreciar que las precipitaciones en la parte baja son cero, a partir de la zona de Quirihuac las lluvias comienzan a incrementarse hasta alcanzar valores mayores a 1 000 mm/año. Desde Otuzco hasta Quiruvilca se presentan microclimas con variaciones entre 600 mm/año hasta más de 1 000 mm/año, concentrándose los mayores valores en zonas de mayor Altitud, específicamente en las praderas alto andinas. De acuerdo a la definición de cuenca húmeda, a partir de la isoyeta 250 mm/año, se considera como tal, porque con este valor la cuenca produce escorrentía. Con el criterio antes indicado la cuenca húmeda del río Virú tienen una precipitación media anual de 571.8 mm.
- ✓ *Temperatura:* Las temperaturas mensuales de la cuenca de Virú, tienen variaciones pequeñas durante el año; sin embargo, estas varían en forma decreciente con la Altitud, es decir es mayor en la costa y menor en las partes altas de la cuenca. Los datos en la zona costera donde se encuentra disponible las estaciones meteorológicas se tiene variaciones entre 37.5 y 11 °C, con una media de 20.1 °C.

✓ *Humedad Relativa Media Mensual:* La humedad relativa media anual es de 71.70%

#### **h) Evaporación Total**

En la Costa existe una variabilidad entre 1013 a 1 263 mm/año, aceptándose un promedio de 1,003mm. El régimen mensual de evaporación es semejante en todas las estaciones y fluctuará alrededor de 70 mm para el período Mayo – Noviembre, y 1 000 para el período Enero- abril.

En la zona de la Sierra la evaporación promedio anual varía de 880.7 a 1,914 mm, aceptándose un promedio de 1,400 mm. El régimen de evaporación mensual es semejante para todas las estaciones, fluctuando los máximos alrededor de 150 mm y los mínimos alrededor de 44 mm. En la zona de la Puna, se tiene una variación entre 1212,3 mm a 1025 mm; aceptándose en promedio 1100 mm.

#### **i) Horas de Sol**

En la zona costa se tiene 2 300 horas de sol como promedio anual; llegando a un promedio diario de 7 horas para todos los meses a excepción de los meses de invierno que disminuye a 5 horas. Los totales máximo y mínimo mensual extremos, varían de 300 a 100 horas de sol, respectivamente.

#### **j) Velocidad del Viento**

Con relación a la velocidad de viento, este varía entre 0.2 a 1.8 m/s en promedio anual en la estación de San José, en el valle de Virú.



**Cuadro 14 : Planilla Meteorológica de la Estación San José - Valle de Virú - Periodo 2001-2016**

Latitud : 08° 31' 42" S  
 Longitud: 78° 38' 11" O  
 Altitud : 141 msnm

MES	Temperatura °C			ET / año mm	Barómetro hPa	Viento			S. Térmica °C	Precipitación (mm)		H.R %	P. Rocío °C	Indice T.H (°C)
	Med.	Máx.	Min.			Velocidad (m/s)		Direc.		mes	Inten. Máx.			
						Med.	Max.							
2001	19.8	32.7	12.1	1264.2	1001.5	0.6	8.0	ONO	19.7	39.2	3.8	79.6	15.9	23.34
2002	20.5	32.0	11.7	1127.2	1001.9	0.2	20.1	ONO	20.5	42.6	45.7	77.2	16.2	23.8
2003	20.0	32.7	11.5	1201.1	1002.5	0.5	25.0	ONO	20.0	13.2	0.5	77.3	15.8	23.5
2004	19.9	32.2	11.4	1145.4	1003.2	0.5	20.1	ONO	19.9	10.4	1.5	77.6	15.7	23.5
2005	19.6	32.5	11.0	1168.3	1003.3	0.5	43.5	ONO	19.5	1.3	0.0	80.6	15.6	22.5
2006	20.4	32.2	12.7	1267.0	1002.7	0.7	15.6	ESE	20.2	9.4	0.8	78.7	16.4	23.75
2007	19.2	32.1	11.2	1146.7	1009.8	0.3	7.6	ESE	24.6	8.6	0.8	67.2	17.0	19.8
2008	20.5	32.5	12.9	1059.1	906.0	0.2	6.8	WNW	28.0	12.8	12.4	64.9	19.0	21.1
2009	20.7	32.2	14.2	580.3	777.4	1.3	12.3	ONO	25.8	8.0	2.0	65.0	18.2	21.3
2010	20.0	32.6	11.1	1135.5	767.2	1.2	11.1	WNW	27.2	7.6	1.8	66.6	18.6	20.6
2011	20.7	31.9	9.9	1632.6	686.3	1.8	8.8	SSW	19.9	9.8	5.0	68.2	18.9	20.7
2012	21.2	31.9	12.2	1228.0	750.9	0.5	2.5	SSW	28.5	15.6	19.8	81.0	19.9	22.0
2013	19.8	31.9	11.6	1256.2	750.6	0.7	10.2	SSW	26.8	10.2	10.0	74.6	18.0	20.0
2014	20.6	32.2	0.0	1397.1	763.9	0.7	11.7	SSW	28.5	14.2	12.8	44.9	14.4	19.8
2015	22.1	44.6	13.9	1102.3	753.4	0.4	8.4	SSW	29.2	6.8	11.0	64.3	18.3	22.3
2016	21.3	35.1	12.9	1199.6	752.9	1.2	8.8	NNE	29.5	9.0	12.8	79.6	20.4	22.1
<b>ANUAL</b>	<b>20.4</b>	<b>44.6</b>	<b>0.0</b>	<b>18910.6</b>	<b>870.8</b>	<b>0.7</b>	<b>43.5</b>	<b>ONO</b>	<b>24.2</b>	<b>218.7</b>	<b>45.7</b>	<b>71.7</b>	<b>17.4</b>	<b>21.9</b>

Fuente: Proyecto Especial CHAVIMOCHIC

### 3.3.1.2 Objetivos del estudio

Determinar los caudales de máximas Avenidas del río Virú para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 140 y 200 años, la cual servirá de base para el acondicionamiento y diseño hidráulico de las obras de encauzamiento y protección a proyectar, que permitan mitigar los problemas de inundación y vulnerabilidad de estructuras y poblaciones aledañas al cauce del río Virú.

### 3.3.2 Análisis y Tratamiento de la Información Hidrometeorológica e Hidrométrica

#### 3.3.2.1 Red Meteorológica

De acuerdo a los registros históricos y estudios anteriores, la cuenca Virú no cuenta con estaciones meteorológicas climatológicas ordinarias, solo cuenta con estaciones automáticas menores para uso agrícola ubicadas en el valle costero, y en la parte media y alta de la cuenca no existen estaciones meteorológicas. Sin embargo, como referencia en la zona costera, se cuenta con la estación San José, ubicada en la zona media del valle en el Campamento San José y se encuentra a cargo del P.E. CHAVIMOCHIC. La ubicación de esta estación es la siguiente:

**Cuadro 15 : Red Meteorológica de la zona de Estudio**

Nombre de la Estación	COORDENADAS					Altitud (m.s.n.m.)
	GEOGRAFICAS		UTM - DATUM WGS84			
	Latitud	Longitud	Cuadrante	Este	Norte	
San José	08° 31' 42"	78° 38' 11"	17 L	750474	9069615	141

Fuente: Proyecto Especial CHAVIMOCHIC

#### 3.3.2.2 Red Hidrométrica

La Estación Huacapongo es limnimétrica y está ubicada geográficamente en la Latitud 8° 22'48" y Longitud 78°40'12", a una Altitud de 282 m s.n.m; está instalada en el río Huacapongo el cual es un afluente principal del río Virú. Esta estación fue destruida por los eventos del Fenómeno El Niño en 1998; sin embargo, en la actualidad el Proyecto CHAVIMOCHIC por condiciones de operación del

canal Madre y de los excedentes hacia el río Virú, a través del personal del campamento San José se realiza en forma diaria las mediciones del caudal en el denominado Cruce Sifón (cruce del río Virú y el Sifón Virú), obteniendo un registro de caudal instantáneo diario. Esta estación cuenta con registros históricos desde 1950. La estación Virú es limnimétrica y está ubicada en la Latitud 8°24'18", Longitud 84°51'29", a una Altitud de 141 m s.n.m; instalada por el Proyecto CHAVIMOCHIC en el río Virú en 1999 con la finalidad de reemplazar a la estación Santa Clara destruida por el Fenómeno El Niño en 1998. Actualmente es operada por el Proyecto CHAVIMOCHIC. La estación Santa Clara está ubicada en el río Virú, en la Latitud 8°22'13" y Longitud 78° 43'39", a una Altitud 100 m s.n.m, la misma fue destruida por los eventos del Fenómeno El Niño durante el año 1998, habiendo quedado fuera del cauce del río. Esta estación contaba con limnigrafo y estructuras para aforo por suspensión.

### **3.3.2.3 Registro Hidrometeorológico**

El procesamiento de la información requerida para el presente estudio consta principalmente de locas caudales media mensual y los caudales medios diarios máximos en la estación Virú. El tratamiento y características de la información es la siguiente:

- ✓ *Caudal medio mensual:* De acuerdo a la evaluación de la información disponible en la base de datos del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, el caudal medio del río Virú en las estaciones de Huacapongo y Cruce Virú se muestra en el Cuadro N° 16.
- ✓ *Caudal máximo promedio diarios:* De igual forma, de acuerdo a la evaluación de la información disponible en la base de datos del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, el caudal máximo promedio diario del río Virú en las estaciones de Huacapongo y Cruce Virú se muestra en el cuadro N° 17.

### Cuadro 16 : Descargas Medias Diarias del Río Virú (m3/s)

ESTACION: Huacapongo y Sifón Virú  
RIO: VIRU

Latitud : 08°21'  
Longitud : 78°38'

PERIODO: 1950-2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.	
1950	0.12	6.07	1.71	9.43	1.95	0.39	0.06	0.02	0.02	0.15	0.20	1.50	1.80	
1951	1.60	6.39	6.29	1.74	0.89	0.06	0.03	0.03	0.00	0.41	4.19	6.69	2.36	
1952	6.60	7.99	15.06	15.93	0.82	0.52	0.29	0.11	0.00	0.03	0.00	0.22	3.97	
1953	4.45	28.72	9.76	11.20	1.44	0.34	0.25	0.16	0.12	0.04	0.27	0.69	4.79	
1954	5.22	2.27	10.23	1.65	1.23	0.50	0.18	0.14	0.05	0.20	0.87	0.19	1.89	
1955	1.53	11.57	10.43	2.46	2.04	1.12	0.45	0.16	0.09	0.58	0.10	0.48	2.58	
1956	4.57	8.04	37.24	12.25	2.80	0.60	0.29	0.10	0.04	0.45	0.07	0.05	5.54	
1957	0.48	20.84	16.89	18.09	2.83	0.90	0.27	0.10	0.08	0.13	0.46	1.00	5.17	
1958	3.01	3.40	21.28	4.92	0.96	0.39	0.11	0.06	0.05	0.11	0.06	0.05	2.86	
1959	0.04	1.42	13.46	14.93	4.26	0.31	0.19	0.06	0.05	0.37	0.51	3.49	3.26	
1960	5.63	7.64	16.78	5.97	1.58	0.27	0.08	0.05	0.06	0.09	0.21	0.28	3.22	
1961	5.17	3.44	9.39	6.87	2.43	0.52	0.15	0.06	0.06	0.06	0.07	0.48	2.39	
1962	7.01	12.56	28.17	14.57	1.81	0.31	0.14	0.08	0.06	0.05	0.10	0.05	5.41	
1963	0.31	0.21	14.17	22.35	1.82	0.13	0.06	0.05	0.02	0.02	0.04	3.86	3.59	
1964	3.31	7.84	9.26	9.96	2.61	0.28	0.19	0.25	0.20	0.36	1.81	0.33	3.03	
1965	0.43	1.13	22.27	11.57	0.83	0.22	0.16	0.03	0.11	0.30	0.38	0.61	3.17	
1966	3.66	1.90	1.70	1.12	1.02	0.22	0.11	0.05	0.04	0.99	0.73	0.11	0.97	
1967	3.83	30.33	11.21	1.72	1.06	0.38	0.31	0.12	0.03	3.10	0.94	0.32	4.45	
1968	0.44	0.37	2.60	1.78	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03	0.38	1.04	0.32	0.59	
1969	0.19	1.44	10.09	9.42	0.46	0.18	0.04	0.03	0.02	0.12	0.16	5.61	2.31	
1970	27.81	1.72	2.39	8.78	8.98	1.50	0.47	0.21	0.23	0.64	0.77	4.16	4.80	
1971	1.72	8.29	24.89	13.61	1.51	0.55	0.42	0.37	0.30	0.73	0.53	4.15	4.76	
1972	8.12	11.63	66.30	18.20	2.30	1.20	0.42	0.37	0.16	0.12	0.22	2.91	9.33	
1973	10.42	4.93	10.71	18.74	1.94	1.32	1.34	0.80	0.57	1.40	1.40	1.13	4.56	
1974	4.15	3.05	3.86	1.73	0.81	0.56	0.43	0.23	0.26	0.47	0.19	0.10	1.32	
1975	2.71	9.15	51.06	19.51	2.80	2.04	0.67	0.34	0.42	1.31	0.47	0.18	7.56	
1976	3.76	4.69	6.85	2.07	0.75	0.61	0.33	0.20	0.12	0.04	0.03	0.03	1.62	
1977	1.61	22.80	17.09	5.73	0.43	0.41	0.21	0.11	0.04	0.03	0.03	0.50	4.08	
1978	0.12	0.59	0.41	0.46	0.84	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.11	0.06	0.23	
1979	0.23	3.15	15.26	4.40	0.71	0.39	0.11	0.04	0.07	0.04	0.02	0.01	2.03	
1980	0.10	0.04	0.11	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.20	2.21	6.61	0.87	
1981	0.99	25.61	37.87	6.00	0.54	0.09	0.04	0.03	0.01	0.00	0.70	1.29	6.10	
1982	0.37	3.68	1.70	1.62	0.76	0.17	0.11	0.08	0.04	0.65	1.26	1.29	0.98	
1983	15.56	1.47	22.39	35.27	4.51	1.36	0.21	0.08	0.06	0.69	0.08	1.34	6.92	
1984	0.54	29.57	13.58	2.51	6.11	1.29	0.56	0.14	0.06	0.37	0.31	2.26	4.78	
1985	0.97	0.31	1.41	2.51	0.74	0.23	0.13	0.06	0.11	0.20	0.05	0.16	0.57	
1986	2.97	1.60	1.80	10.18	3.71	0.29	0.10	0.04	0.02	0.02	0.22	2.09	1.92	
1987	15.29	14.57	4.53	1.27	0.62	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.17	0.05	3.05	
1988	4.32	13.40	3.99	7.41	1.67	0.31	0.05	0.01	0.01	0.13	0.24	0.28	2.65	
1989	3.18	20.71	8.03	8.43	1.41	0.15	0.07	0.04	0.03	0.85	0.31	0.02	3.60	
1990	0.88	0.90	0.39	0.17	0.06	0.10	0.09	0.07	0.04	0.36	1.72	1.08	0.49	
1991	0.14	0.70	3.01	1.39	1.30	0.11	0.05	0.05	0.04	0.05	0.31	0.42	0.63	
1992	0.16	0.06	1.24	0.81	0.34	0.27	0.06	0.03	0.03	0.25	0.27	0.04	0.30	
1993	1.05	6.71	9.10	8.64	1.75	0.39	0.19	0.05	0.29	0.98	2.86	3.09	2.92	
1994	6.37	9.29	14.78	4.97	2.39	0.66	0.29	0.16	0.11	0.06	0.21	0.74	3.33	
1995	1.26	2.02	0.95	3.10	0.46	0.17	0.13	0.13	0.08	0.20	0.86	1.07	0.87	
1996	4.97	10.46	9.24	5.02	1.20	0.70	0.39	0.20	0.13	0.27	0.44	0.28	2.77	
1997	0.16	3.03	2.89	0.74	1.94	0.34	0.17	0.12	0.11	0.17	1.94	14.85	2.20	
1998	23.75	50.51	129.13	24.03	5.77	1.75	0.50	0.25	0.19	0.62	0.85	0.28	19.80	
1999	0.97	19.23	8.98	4.68	3.60	1.29	0.18	0.07	0.03	0.00	0.00	0.22	3.27	
2000	0.49	5.75	12.70	5.00	4.45	0.09	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.77	2.45	
2001	11.95	10.00	22.09	11.43	1.22	0.85	0.41	0.18	0.01	0.00	1.41	2.64	5.18	
2002	0.61	5.84	19.05	7.13	0.84	0.10	0.06	0.01	0.00	0.00	2.99	3.08	3.31	
2003	1.52	2.86	5.32	6.61	1.43	0.35	0.10	-	-	-	-	-	2.60	
2004	-	1.15	2.20	0.36	-	0.10	-	-	-	-	2.61	3.60	1.67	
2005	2.11	1.83	9.11	4.81	0.42	0.11	0.01	-	-	-	-	-	2.63	
2006	0.88	6.99	23.75	11.89	0.32	0.11	0.07	-	-	-	0.21	3.02	5.25	
2007	8.29	7.54	13.01	15.94	5.26	9.96	0.16	0.03	-	-	-	-	0.06	6.69
2008	4.93	12.38	13.89	9.35	2.74	0.27	0.12	0.03	-	-	0.12	-	4.87	
2009	4.36	11.64	10.38	9.17	1.86	0.62	0.37	0.19	0.11	0.27	1.97	6.59	3.96	
2010	2.62	7.00	2.87	4.74	2.09	0.22	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.68	
2011	1.92	1.17	1.50	11.77	0.96	0.11	0.10	0.07	-	-	-	-	2.25	
2012	5.37	7.89	9.46	9.43	2.85	0.41	0.13	-	-	-	1.06	0.42	4.11	
2013	2.03	4.04	19.34	6.20	0.16	0.10	0.10	0.02	0.00	0.17	0.36	2.44	2.91	
2014	2.00	2.38	10.29	3.36	6.55	0.58	0.20	0.11	0.03	-	-	0.42	2.59	
2015	8.83	5.41	19.37	14.23	4.25	1.01	0.15	0.06	0.00	0.00	0.00	2.25	4.63	
2016	1.77	10.23	8.14	6.52	0.40	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	
2017	0.36	4.45	30.72	8.49	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	
Media	3.91	8.18	14.34	8.04	1.95	0.61	0.20	0.11	0.08	0.35	0.67	1.64	3.34	
Maximo	27.81	50.51	129.13	35.27	8.98	9.96	1.34	0.80	0.57	3.10	4.19	14.85	23.88	
Minimo	0.04	0.04	0.11	0.17	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 17: Descargas Máximas Diarias del Río Virú (m3/s)**ESTACION: Huacapongo y Sifón Virú  
RIO: VIRULatitud : 08°21'  
Longitud : 78°38'

PERIODO: 1950-2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	MAXIMO
1950	0.25	18.00	6.00	20.80	5.28	4.00	0.15	0.02	0.02	0.80	1.76	10.00	20.80
1951	8.50	15.00	22.00	4.80	2.90	0.09	0.05	0.03	0.00	0.60	25.00	30.00	30.00
1952	16.10	45.00	50.00	48.50	2.80	0.57	0.50	0.29	0.00	0.40	0.00	0.70	50.00
1953	16.00	40.00	24.00	28.00	3.75	0.40	0.29	0.24	0.40	0.06	0.45	2.40	40.00
1954	11.20	10.00	32.00	2.40	1.92	0.76	0.27	0.14	0.14	0.64	4.08	1.40	32.00
1955	6.40	28.80	36.60	4.80	9.60	3.20	0.51	0.29	0.16	4.80	0.11	4.80	36.60
1956	32.00	41.28	88.00	24.00	8.00	0.72	0.38	0.25	0.06	2.86	0.16	0.10	88.00
1957	3.20	64.00	47.18	80.00	11.20	1.28	0.48	0.13	0.08	0.40	1.36	4.43	80.00
1958	19.23	10.50	74.00	32.50	3.20	0.74	0.22	0.06	0.05	1.12	0.06	0.13	74.00
1959	0.08	8.00	40.00	32.00	19.20	0.51	0.32	0.08	0.05	1.60	1.28	8.40	40.00
1960	20.80	27.20	128.00	22.05	4.10	0.54	0.17	0.06	0.13	0.13	0.80	3.20	128.00
1961	12.00	13.12	20.16	12.80	6.62	0.80	0.32	0.08	0.06	0.06	0.16	2.80	20.16
1962	26.87	24.00	122.50	36.00	6.34	0.53	0.23	0.10	0.08	0.05	0.40	0.20	122.50
1963	3.20	1.79	20.80	138.00	5.60	0.18	0.07	0.05	0.04	0.02	0.16	10.40	138.00
1964	8.00	19.20	13.60	16.00	8.00	0.40	0.24	0.61	0.28	0.98	4.80	0.80	19.20
1965	1.56	4.80	48.58	26.10	1.74	0.32	0.19	0.05	0.41	0.64	1.66	6.40	48.58
1966	5.60	6.08	7.78	5.00	1.80	0.40	0.17	0.06	0.05	4.00	3.12	0.21	7.78
1967	16.00	200.00	50.00	6.40	3.20	0.80	0.96	0.21	0.05	9.60	3.52	0.74	200.00
1968	1.04	1.66	9.60	12.00	0.08	0.08	0.03	0.03	0.03	1.55	8.00	1.60	12.00
1969	1.92	4.00	19.20	28.80	1.43	0.22	0.06	0.03	0.02	1.63	4.00	14.00	28.80
1970	172.80	5.60	8.00	12.80	19.20	6.35	0.69	0.22	0.48	1.34	1.44	11.20	172.80
1971	6.40	32.00	48.00	26.20	4.80	0.70	0.53	0.54	0.35	2.15	0.96	12.00	48.00
1972	24.00	48.00	200.00	35.00	5.60	2.46	0.56	0.59	0.27	0.27	1.76	7.36	200.00
1973	29.04	12.56	15.76	51.70	8.00	1.60	1.92	0.88	0.96	2.40	2.40	2.40	51.70
1974	7.20	12.80	12.80	3.20	1.60	0.80	0.56	0.32	0.64	1.60	0.40	0.24	12.80
1975	7.20	50.80	110.00	50.00	4.80	3.20	0.96	0.48	0.96	2.40	0.80	0.35	110.00
1976	11.20	11.20	15.00	5.40	0.96	1.60	0.40	0.24	0.16	0.05	0.03	0.08	15.00
1977	5.04	45.60	41.50	24.00	0.80	0.56	0.29	0.16	0.05	0.03	0.03	1.28	45.60
1978	0.64	4.00	1.60	1.28	8.00	0.16	0.03	0.02	0.02	0.02	0.48	0.16	8.00
1979	0.80	8.00	38.00	13.00	1.12	0.64	0.19	0.05	0.48	0.08	0.02	0.01	38.00
1980	0.80	0.16	1.60	1.28	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	5.00	8.00	15.00	15.00
1981	3.20	80.00	110.00	10.00	2.00	0.14	0.05	0.03	0.02		1.92	3.20	110.00
1982	1.60	10.00	7.20	5.12	2.30	0.24	0.14	0.08	0.06	5.60	6.40	3.20	10.00
1983	80.00	9.00	70.00	120.00	10.00	2.50	0.35	0.14	0.06	2.40	0.18	4.00	120.00
1984	2.00	80.00	100.00	6.00	16.00	2.40	0.96	0.32	0.08	0.96	1.90	7.20	100.00
1985	4.00	1.28	3.50	6.00	1.28	0.48	0.19	0.08	0.40	0.32	0.14	0.80	6.00
1986	10.50	7.00	7.20	15.00	11.00	0.64	0.13	0.05	0.03	0.02	0.80	10.00	15.00
1987	28.00	35.00	10.00	10.00	1.60	0.14	0.02	0.02	0.02	0.02	1.28	0.16	35.00
1988	19.20	25.60	20.00	20.00	4.80	0.80	0.10	0.01	0.01	0.80	0.96	1.60	25.60
1989	8.00	40.00	25.00	20.00	4.00	0.32	0.08	0.06	0.05	2.00	1.40	0.03	40.00
1990	4.80	3.20	1.76	0.32	0.07	0.10	0.10	0.08	0.05	1.82	7.00	5.00	7.00
1991	0.48	3.20	10.00	5.00	4.00	0.29	0.06	0.05	0.04	0.05	1.28	2.72	10.00
1992	0.32	0.16	5.60	3.20	0.80	0.64	0.10	0.03	0.03	0.96	1.28	0.13	5.60
1993	4.80	40.00	16.00	12.00	4.80	0.80	0.19	0.08	2.40	1.60	9.60	6.12	40.00
1994	8.00	11.52	16.00	13.12	4.16	1.20	0.34	0.19	0.14	0.08	0.80	4.00	16.00
1995	4.00	4.80	2.88	8.32	0.80	0.24	0.16	0.13	0.08	1.60	2.40	4.48	8.32
1996	17.60	48.00	30.40	12.80	1.40	1.40	0.48	0.28	0.16	0.56	1.28	0.32	48.00
1997	0.16	11.20	8.00	1.92	9.60	0.64	0.19	0.16	0.11	1.12	4.80	40.00	40.00
1998	56.00	300.00	380.00	65.00	15.00	2.00	1.00	0.35	0.25	2.80	2.72	0.68	380.00
1999	4.50	102.70	39.00	10.00	5.00	2.35	1.40	0.10	0.06	0.00	0.00	2.98	102.70
2000	7.00	15.36	36.26	9.26	13.88	0.25	0.05	0.05				6.70	36.26
2001	25.80	21.89	44.65	44.00	1.70	1.25	0.70	0.31	0.05		16.00	11.50	44.65
2002	2.05	23.00	35.00	19.10	2.90	0.12	0.11	0.11			11.50	10.95	35.00
2003	6.00	6.40	14.15	14.90	10.50	1.22	0.19	-	-	-	-	-	14.90
2004	-	7.30	14.50	1.40	-	0.12	-	-	-	-	11.20	19.50	19.50
2005	9.80	9.00	17.50	12.60	0.90	0.15	0.06	-	-	-	-	-	17.50
2006	13.00	15.50	40.50	23.80	1.20	0.12	0.11	-	-	-	4.80	13.50	40.50
2007	13.80	22.50	25.80	42.50	13.20	14.94	0.25	0.10	-	-	-	1.00	42.50
2008	15.30	38.50	26.90	18.60	6.40	0.50	0.18	0.08	-	-	1.20	-	38.50
2009	17.50	21.20	23.50	28.60	3.80	1.10	0.40	0.30	0.12	1.85	11.90	13.80	28.60
2010	9.50	14.70	7.50	12.50	7.50	0.30	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	14.70
2011	12.50	9.00	9.50	29.50	4.60	0.20	0.10	0.10	-	-	-	15.00	29.50
2012	13.50	24.50	29.00	22.00	6.80	0.90	0.20	-	-	-	4.50	9.80	29.00
2013	11.50	15.30	45.00	10.50	0.67	0.10	0.10	0.10	0.10	1.90	1.90	6.23	45.00
2014	5.55	12.83	25.20	10.10	17.33	1.00	0.30	0.20	0.05	-	-	6.50	25.20
2015	23.60	21.67	74.33	21.50	13.93	3.00	0.30	0.10	-	-	-	9.83	74.33
2016	10.87	24.50	24.00	18.83	1.57	0.15	-	-	-	-	-	-	24.50
2017	4.20	10.50	90.00	23.67	4.70	-	-	-	-	-	-	-	90.00
<b>MAXIMO</b>	<b>172.80</b>	<b>300.00</b>	<b>380.00</b>	<b>138.00</b>	<b>19.20</b>	<b>14.94</b>	<b>1.92</b>	<b>0.88</b>	<b>2.40</b>	<b>9.60</b>	<b>25.00</b>	<b>40.00</b>	<b>380.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2.4 Tratamiento de la Información Hidrometeorológica

#### a) Caudal Máximo Promedio Diario

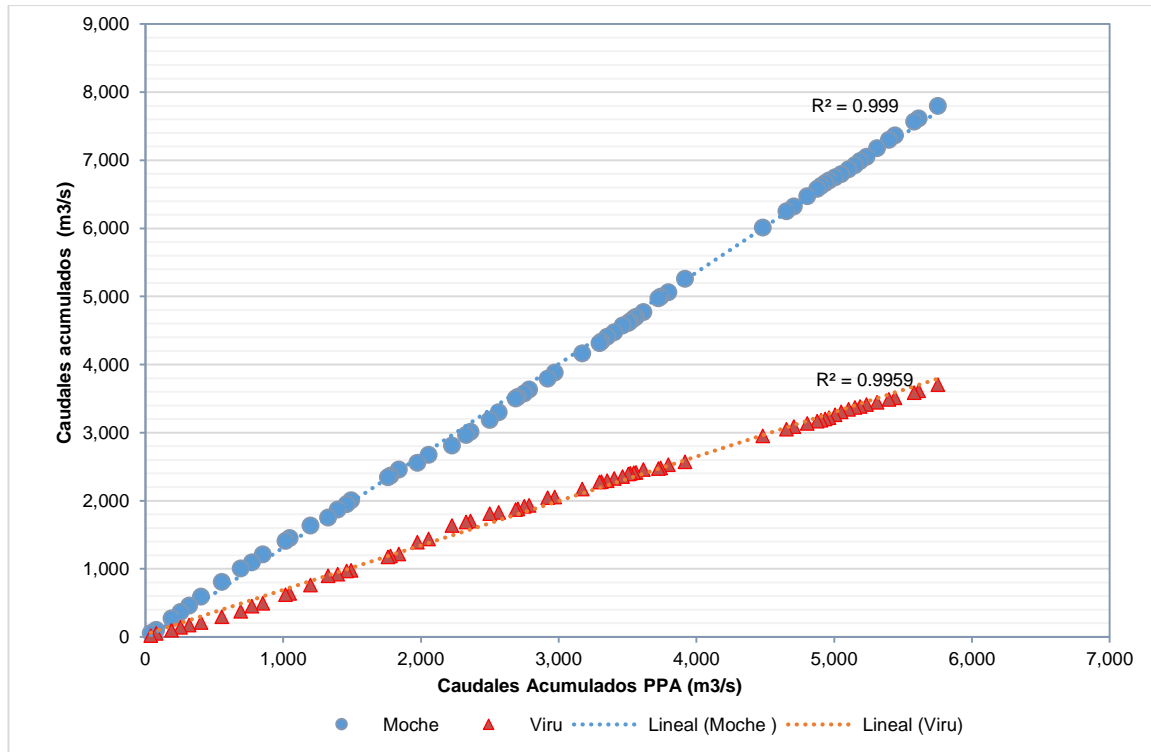
- ✓ *Análisis de consistencia:* Utilizando correlación estadística simple fue evaluada la consistencia de datos de la estación Virú/Huacapongo/Cruce Sifón, para este análisis se ha utilizado el método de doble masa o doble acumulación a fin de poder determinar la consistencia de los valores de la serie histórica de la información utilizada en el proyecto. Así mismo, se realizó el análisis gráfico de la información de caudal máximo promedio diario de las estaciones seleccionadas, observando que entre ambas estaciones mantienen una tendencia muy similar entre sus registros mensuales, considerando la información de ambas estaciones de buena calidad. (Ver cuadro N°18 y Gráficos N°01 y N°02).
  
- ✓ *Análisis de correlación:* Teniendo en cuenta los resultados del análisis de consistencia no fue necesario realizar el análisis de correlación.
  
- ✓ *Completado y extensión de datos:* Teniendo en cuenta que los registros históricos se encuentran completos, no fue necesario realizar el análisis de correlación ni completado de datos.

**Cuadro 18 : Análisis de doble masa - Estaciones seleccionada Caudal máximo promedio diario (m<sup>3</sup>/s)**

Año	Anual			ACUMULADO		
	Moche	Viru	PP	Moche	Viru	PPA
1950	56.00	20.80	38.40	7,800.70	3,702.68	5,751.69
1951	48.26	30.00	39.13	7,613.57	3,612.68	5,613.12
1952	170.17	50.00	110.08	7,570.27	3,588.18	5,579.22
1953	94.33	40.00	67.16	7,366.94	3,513.84	5,440.39
1954	93.26	32.00	62.63	7,301.80	3,488.64	5,395.22
1955	132.75	36.60	84.68	7,176.80	3,443.64	5,310.22
1956	212.88	88.00	150.44	7,051.80	3,414.64	5,233.22
1957	197.93	80.00	138.96	6,990.52	3,385.14	5,187.83
1958	88.33	74.00	81.16	6,927.72	3,370.44	5,149.08
1959	117.50	40.00	78.75	6,866.72	3,341.84	5,104.28
1960	198.63	128.00	163.31	6,797.17	3,303.34	5,050.26
1961	43.92	20.16	32.04	6,750.49	3,260.84	5,005.67
1962	180.31	122.50	151.40	6,703.88	3,220.34	4,962.11
1963	117.57	138.00	127.78	6,664.93	3,202.84	4,933.89
1964	119.19	19.20	69.19	6,625.52	3,183.34	4,904.43
1965	78.40	48.58	63.49	6,583.01	3,168.44	4,875.73
1966	58.45	7.78	33.11	6,473.55	3,133.44	4,803.50
1967	336.60	200.00	268.30	6,323.54	3,088.79	4,706.17
1968	23.42	12.00	17.71	6,252.53	3,052.53	4,652.53
1969	91.81	28.80	60.30	6,012.17	2,949.83	4,481.00
1970	96.10	172.80	134.45	5,262.17	2,569.83	3,916.00
1971	117.63	48.00	82.81	5,062.17	2,529.83	3,796.00
1972	138.25	200.00	169.13	4,998.17	2,481.83	3,740.00
1973	152.96	51.70	102.33	4,974.33	2,473.51	3,723.92
1974	50.29	12.80	31.54	4,769.53	2,457.51	3,613.52
1975	170.88	110.00	140.44	4,702.56	2,417.51	3,560.04
1976	112.85	15.00	63.93	4,676.49	2,411.91	3,544.20
1977	201.52	45.60	123.56	4,634.99	2,401.91	3,518.45
1978	24.00	8.00	16.00	4,612.35	2,394.91	3,503.63
1979	54.88	38.00	46.44	4,572.35	2,354.91	3,463.63
1980	56.00	15.00	35.50	4,473.82	2,329.31	3,401.57
1981	160.00	110.00	135.00	4,409.82	2,294.31	3,352.07
1982	90.00	10.00	50.00	4,337.82	2,279.31	3,308.57
1983	280.00	120.00	200.00	4,317.02	2,273.31	3,295.17
1984	152.00	100.00	126.00	4,165.02	2,173.31	3,169.17
1985	20.80	6.00	13.40	3,885.02	2,053.31	2,969.17
1986	72.00	15.00	43.50	3,795.02	2,043.31	2,919.17
1987	64.00	35.00	49.50	3,635.02	1,933.31	2,784.17
1988	98.53	25.60	62.06	3,579.02	1,918.31	2,748.67
1989	40.00	40.00	40.00	3,524.14	1,880.31	2,702.23
1990	22.64	7.00	14.82	3,500.14	1,872.31	2,686.23
1991	41.50	10.00	25.75	3,298.62	1,826.71	2,562.67
1992	26.06	5.60	15.83	3,185.77	1,811.71	2,498.74
1993	66.97	40.00	53.49	3,014.89	1,701.71	2,358.30
1994	204.80	16.00	110.40	2,964.60	1,688.91	2,326.76
1995	23.84	8.32	16.08	2,811.64	1,637.21	2,224.43
1996	64.00	48.00	56.00	2,673.39	1,437.21	2,055.30
1997	200.00	40.00	120.00	2,555.77	1,389.21	1,972.49
1998	750.00	380.00	565.00	2,459.67	1,216.41	1,838.04
1999	240.36	102.70	171.53	2,367.86	1,187.61	1,777.74
2000	71.02	36.26	53.64	2,344.45	1,175.61	1,760.03
2001	150.00	44.65	97.33	2,007.85	975.61	1,491.73
2002	109.46	35.00	72.23	1,949.39	967.84	1,458.62
2003	42.51	14.90	28.71	1,871.00	919.26	1,395.13
2004	39.41	19.50	29.45	1,751.81	900.06	1,325.94
2005	38.96	17.50	28.23	1,634.25	762.06	1,198.15
2006	46.60	40.50	43.55	1,453.94	639.56	1,046.75
2007	46.68	42.50	44.59	1,410.02	619.40	1,014.71
2008	69.55	38.50	54.02	1,211.40	491.40	851.40
2009	61.01	28.60	44.80	1,093.90	451.40	772.65
2010	62.80	14.70	38.75	1,005.57	377.40	691.49
2011	61.28	29.50	45.39	807.64	297.40	552.52
2012	125.00	29.00	77.00	594.76	209.40	402.08
2013	125.00	45.00	85.00	462.01	172.80	317.41
2014	65.13	25.20	45.17	368.75	140.80	254.78
2015	203.33	74.33	138.83	274.43	100.80	187.61
2016	43.30	24.50	33.90	104.26	50.80	77.53
2017	187.13	90.00	138.57	56.00	20.80	38.40

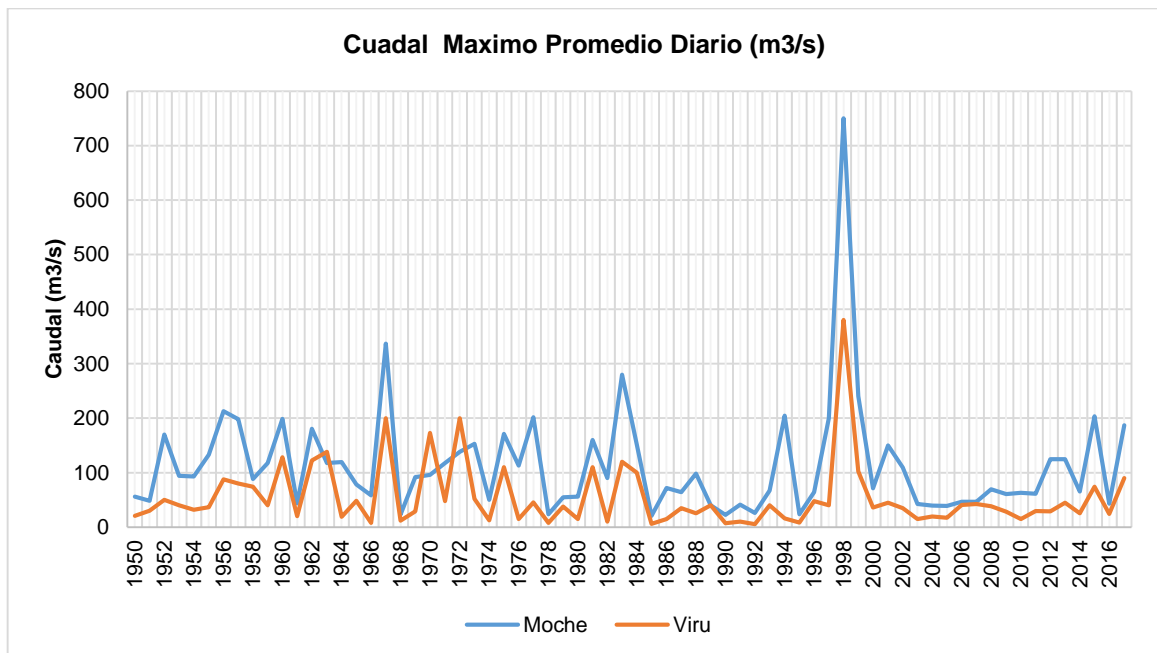
Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 1 : Curvas Doble Masa acumuladas - Estaciones Seleccionadas**



Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 2 : Caudal Máximo Promedio Diario (m³/s)**



Fuente: Elaboración Propia



### 3.3.2.5 Análisis Máximas Avenidas con fines de diseño

A continuación, se realizará el cálculo de los caudales de diseño basada en la información hidrométrica disponible.

#### a) Conversión de Caudal Máximo Promedio Diario a Caudal Máximo Instantáneo

Con la finalidad de obtener descargas máximas instantáneas, se procedió a utilizar la ecuación (6), la cual transforma las descargas máximas diarias a instantáneas para cuencas con área menor a 3500 Km<sup>2</sup>.

Por lo que reemplazando el A = 1,911.95 Km<sup>2</sup>, se obtiene la siguiente relación:

$$Q_{\text{máx}} = Q_{\text{md}} (1 + 2.66 * (1911.95)^{-0.30})$$

$$Q_{\text{máx}} = 1.276 * Q_{\text{md}}$$

Reemplazando los valores de la descarga máxima diaria del cuadro N°17, se obtiene los resultados mostrados en el cuadro N° 19.

**Cuadro 19 : Caudal Máximo Instantáneo - Río Virú (m<sup>3</sup>/s)**

AÑO	Qmax promedio diario	Qmáx instantáneo	AÑO	Qmax promedio diario	Qmáx instantáneo
1950	20.80	26.54	1984	100.00	127.60
1951	30.00	38.28	1985	6.00	7.66
1952	50.00	63.80	1986	15.00	19.14
1953	40.00	51.04	1987	35.00	44.66
1954	32.00	40.83	1988	25.60	32.67
1955	36.60	46.70	1989	40.00	51.04
1956	88.00	112.29	1990	7.00	8.93
1957	80.00	102.08	1991	10.00	12.76
1958	74.00	94.42	1992	5.60	7.15
1959	40.00	51.04	1993	40.00	51.04
1960	128.00	163.33	1994	16.00	20.42
1961	20.16	25.72	1995	8.32	10.62
1962	122.50	156.31	1996	48.00	61.25
1963	138.00	176.09	1997	40.00	51.04
1964	19.20	24.50	1998	380.00	484.88
1965	48.58	61.98	1999	102.70	131.05
1966	7.78	9.92	2000	36.26	46.27
1967	200.00	255.20	2001	44.65	56.97
1968	12.00	15.31	2002	35.00	44.66
1969	28.80	36.75	2003	14.90	19.01
1970	172.80	220.49	2004	19.50	24.88
1971	48.00	61.25	2005	17.50	22.33
1972	200.00	255.20	2006	40.50	51.68
1973	51.70	65.97	2007	42.50	54.23
1974	12.80	16.33	2008	38.50	49.13
1975	110.00	140.36	2009	28.60	36.49
1976	15.00	19.14	2010	14.70	18.76
1977	45.60	58.19	2011	29.50	37.64
1978	8.00	10.21	2012	29.00	37.00
1979	38.00	48.49	2013	45.00	57.42
1980	15.00	19.14	2014	25.20	32.16
1981	110.00	140.36	2015	74.33	94.85
1982	10.00	12.76	2016	24.50	31.26
1983	120.00	153.12	2017	90.00	114.84

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.6 Análisis estadísticos de datos Hidrológicos

La existencia de series de datos hidrométricos permite la utilización de los métodos estadísticos, en el cual los datos de caudal son sometidos a un análisis de frecuencias. Esto implica efectuar ajustes de varias distribuciones teóricas a una determinada muestra, para comparar y concluir cuál de ellas se aproxima mejor a la distribución empírica. Se dispone de un registro de datos Hidrometeorológicos en la estación de la cuenca del río Virú, a través del conocimiento del problema físico, se escogerá el modelo probabilístico a usar, que represente en forma satisfactoria el comportamiento de la variable. Para la utilización de modelos probabilísticos, es necesario realizar previamente el cálculo de sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste.

De ajustarse la serie de datos a una distribución, esta será la elegida, procediendo a predecir con determinada probabilidad la ocurrencia de una determinada magnitud, de un fenómeno Hidrometeorológico. También se podrá determinar la magnitud de un fenómeno para un determinado periodo de retorno.

Para el estudio estadístico de máximas avenidas, se hará uso de las distribuciones de Valores extremos.

“Los parámetros extremos son valores máximos o mínimos seleccionados de un conjunto de datos; siendo el caudal máximo anual en un lugar dado, el mayor caudal registrado durante un año y los valores de caudal máximo anual para cada año de registro histórico conforman un conjunto de valores extremos que pueden analizarse estadísticamente” (Chow, 1994).

Para calcular la probabilidad y el periodo de retorno de la información del caudal máximo instantáneo utilizada en el proyecto, se ha aplicado modelos de ajustes estadístico como Normal, Log Normal 2 y 3 parámetros, Gamma 2 parámetros y Gumbel Tipo I. De acuerdo al análisis de la información disponible y procesada de esta estación, aplicando los principales modelos de distribución estadística antes mencionados, utilizando el software Hidroesta, para diferentes periodos de retorno se ha obtenido los siguientes datos:

**Cuadro 20 : Resultado análisis de distribución estadística - Estación Virú / Huacapongo / Cruce Caudal máximos instantáneos (m<sup>3</sup>/s)**

T (años)	P	Métodos de Distribución Estadística					Q M áx Instantáneo
		Normal	Log Normal	Log Normal 3P	Gumbel Ext	Gen. Extreme Value	
200	0.995	268.04	467.49	432.10	330.42	556.13	556.13
140	0.9943	258.34	417.68	393.53	310.73	478.27	478.27
100	0.99	248.81	373.89	358.78	292.14	417.07	417.07
50	0.98	227.80	292.89	291.95	253.71	305.46	305.46
25	0.96	204.44	223.26	231.09	215.00	222.15	231.09
10	0.9	168.27	146.63	158.87	162.82	140.60	168.27

Fuente: *Elaboración Propia*

### a) Selección del Periodo de retorno

“Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de proyecto, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por la ecuación (15):

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

Siendo:

R = Riesgo de falla admisible

T = Periodo de Retorno

n = Vida útil de la estructura

“Considerando la Tabla N° 07: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008), se tiene el siguiente resultado:

R = 25 % (Para Defensas Ribereñas)

n = 40 años (Puentes y Defensas Ribereñas)

Reemplazando valores en la ecuación (15) se obtiene un periodo de Retorno T = 140 años, con el cual se realizará los cálculos hidrológicos.

### b) Prueba de Bondad de Ajuste

Utilizando el programa estadístico EasyFit, se ha realizado las pruebas de bondad de ajuste como Kolmogorov-Smirnov, Anderson Darling y Chi-Cuadrado, aplicado a los diferentes modelos estadísticos utilizados en el procesamiento de la información del caudal máximo promedio diario en la estación Virú/Huacapongo/Cruce. (Ver Anexo N° 02).

Seleccionando la prueba de ajuste de Komogorov-Smirvov aplicada al tamaño de muestra 68 registros anuales (N=68), y el nivel de significación estadística de 0.05, tenemos los siguientes resultados:

**Cuadro 21 : Estación Virú/Huacapongo/Cruce Pruebas de Ajuste o Prueba de Bondad**

Bondad de ajuste - Resumen							
#	Distribución	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-cuadrado	
		Estadística	Rango	Estadística	Rango	Estadística	Rango
4	Lognormal (3P)	0.08019	1	0.41736	2	8.4697	3
1	Gen. Extreme Value	0.08425	2	0.4824	3	5.9092	2
3	Lognormal	0.09045	3	0.39305	1	4.5186	1
2	Gumbel Max	0.20514	4	3.8012	4	21.668	4
5	Normal	0.26816	5	5.8543	5	24.618	5

*Fuente: Elaboración Propia*

De acuerdo a estos resultados podemos concluir que los datos de los caudales máximos promedios diarios de estación Virú/Huacapongo/Cruce se ajustan a todos los modelos de distribución, con un nivel de significación de 5% o una probabilidad del 95%., de los cuales bajo la prueba de bondad de Komogorov-Smirvov **el mejor ajuste es el modelo de distribución Log Normal 3 Parámetros**, por lo que el caudal seleccionado para los diferentes periodos de retorno son los siguiente:

**Cuadro 22 : Resultado Análisis del Caudal Máximo Instantáneo (m<sup>3</sup>/s)**

Caudal máximo de avenida.						
T (años)	10	25	50	100	140	200
Q (m <sup>3</sup> /s)	158.87	231.09	291.95	358.78	393.53	432.1

*Fuente: Elaboración Propia*

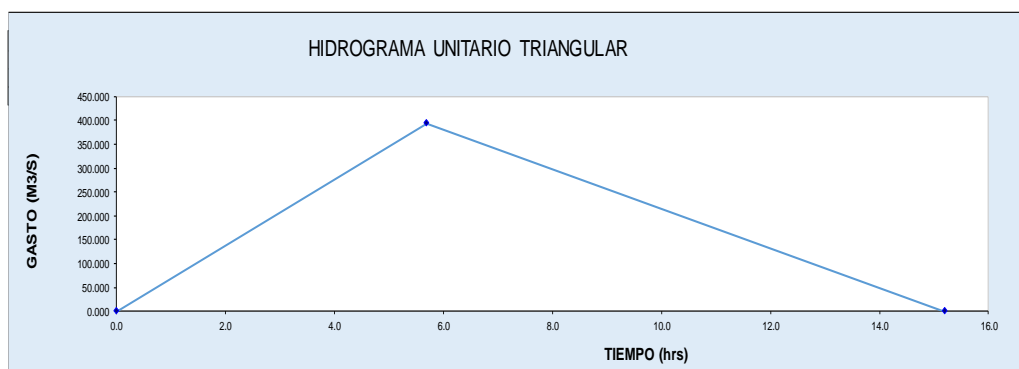
Por lo que, de acuerdo a este análisis, para el diseño y evaluación hidráulica del cauce del río Virú en el tramo de estudio, se ha estimado un **CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO DE 393.53 m<sup>3</sup>/s, CONSIDERANDO UN PERIODO DE RETORNO DE 140 AÑOS.**

### 3.3.2.7 Tiempo de Concentración

Para el cálculo de tiempo de concentración de la cuenca en estudio, se ha utilizado el Método de Kirpich y el Método California Culverts Práctice:

**Cuadro 23 : Estación Virú/Huacapongo/Cruce Tiempo de Concentración**

CUENCA	ÁREA A (Km <sup>2</sup> )	PERIMETRO P (Km)	LONG. TOTAL L (Km)	COTA MAXIMA (msnm)	COTA MINIMA (msnm)	PENDIENTE MEDIA I <sub>c</sub> (m/m)	GASTO PICO Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)
VIRU	1911.95	246.78	73.052965	4038.483296	107.396073	0.054	393.53
TIEMPO DE CONCENTRACION			DURACION EN EXCESO (hr)		TIEMPO DE RETRASO (hr)	TIEMPO PICO (hr)	TIEMPO DE BASE (hr)
KIRPICH (min) $T_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$	CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE (min) $T_c = 0.0195 (L^3 / H)^{0.385}$	$t_c$ (hr)	Cuencas Grandes Cuencas Pequeñas	$de = 2 \sqrt{t_c}$ $de = t_c$	$t_r = 0.60 t_c$	$t_p = de/2 + t_c$	$t_b = 2.67 t_p$
332.96	333.93	5.55	Cuencas Grandes	4.71	3.33	5.69	15.19



Fuente: Elaboración Propia

## 3.4 Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad

### 3.4.1 Generalidades

En el tramo de estudio se encuentra asentada población urbana de la localidad de Virú, áreas agrícolas, infraestructura Vial y riego los cuales están sometidas a riesgo hidrológico o hidrotécnico, debido a que estos están asentados en la llanura de inundación del río. Por lo que, es indispensable a detalle el comportamiento de la cuenca del río Virú para entrar a proponer alternativas de acción para las zonas urbanas afectadas y sometidas a riesgo hidrológico o hidrotécnico.

La metodología usada en el estudio consistió en la modelación hidráulica de varios eventos hidrológicos de grandes magnitudes, para los periodos de retorno seleccionadas, a través del análisis de información disponible y recolectada (información secundaria, vuelos no tripulados, levantamiento topográfico, registros de estaciones, etc.), con la aplicación del programa HEC-RAS versión 5.0.3 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis Sistem) e Iber V2.3 , se realizaron los modelos de simulación hidráulica y de curvas de remanso en régimen estacionario, unidimensional, en cauces naturales.

El presente documento es elaborado en el marco del desarrollo de la tesis, en el cual se realizará la Estimación del riesgo ante la inundación fluvial causada por el río Virú dentro del área de influencia comprendida entre Zaraqúe – Puente Virú, en el cual se obtendrán un mapeo de zonas de posible inundación analizando la amenaza latente y valorando la vulnerabilidad físicas de la población e infraestructura vial y riego asentadas la ribera del río para determinar sus niveles de riesgo según el evento.

En la estimación de riesgo por inundación se ha considerado el estudio de tres componentes: La **amenaza** (en nuestro caso el fenómeno de inundación y su probabilidad de ocurrencia), la **vulnerabilidad** de los elementos y la **exposición** de cada uno los elementos expuestos al fenómeno.

### **3.4.2 Metodología Seleccionada**

La metodología a aplicar es la desarrollada en el Perfil de Riesgos por Inundaciones en Perú desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo en el año 2015, en la cual se aborda los siguientes:

#### **3.4.2.1 Selección de la cuenca y del tramo de estudio**

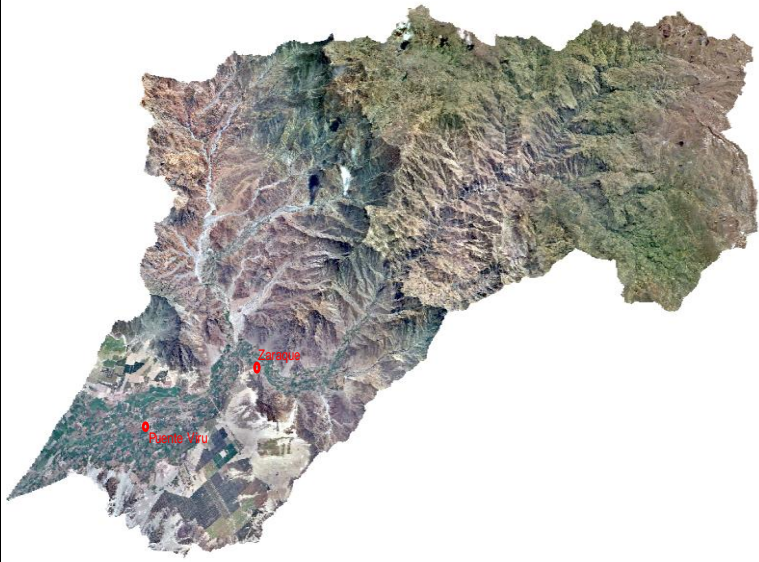
- ✓ *Selección de la cuenca priorizada:* Por la representación geográfica y del fenómeno de inundación, la cuenca seleccionada es la Cuenca del Río Virú, la cual está sujeta a la presencia constante del fenómeno de inundación y no cuenta con estudios de cálculo de riesgo por inundaciones.

- ✓ *Selección del Tramo de estudio:* El tramo de estudio seleccionado del río Viru es entre el sector Zaraqúe al Puente Virú, Km 13+060 al Km 23+697 (Tomando como referencia el Km 0+000 la desembocadura al mar) en el cual se realizará la modelización hidráulica de las inundaciones para los periodos de retorno de 25, 50, 100 y, 200 años.

El tramo seleccionado representa al área más vulnerable a las inundaciones, y en cuya área de influencia de ubica los habitantes de la Localidad de Virú y sus medios de vida, así como infraestructura vial y riego de gran importación socio económica para la provincia de Virú.

En base a los criterios descritos la cuenca seleccionada es la Virú en el tramo Zaraqúe – Puente Virú, según se muestra en cuadro N° 24.

**Cuadro 24 : Características y ubicación del tramo seleccionado en la Cuenca del Río Virú**

Cuenca	
VIRU	
	<b>Tramo</b>
Denominación	Zaraqúe - Puente Virú
Longitud Aproximada (Km)	11
Uso del Suelo potencialmente afectados por inundaciones	Agricultura, Viviendas.
Estación Hidrométrica	HUACAPONGO - Código 201501 / Santa Clara (Destruído FEN 98)/ VIRU (PECH)

**Fuente:** *Elaboración Propia*



### 3.4.2.2 Levantamiento de Información de la cuenca del río Virú:

La información recopilada corresponde a los datos necesarios para realizar los cálculos precisos del modelamiento hidráulico para las avenidas de los distintos períodos de retorno considerados. Así mismo la recopilación de información de distinta tipología (histórica, socio-económica, datos históricos de los niveles, extensión y otras características de las inundaciones, así como de los daños ocasionados por las mismas en las cuencas priorizadas, usos del suelo, etc.). Seguidamente se detalla en qué ha consistido esta información en la cuenca del río Virú tramo Zaraqque – Puente Virú.

- ✓ *Información General:* En el estudio hidrológico de la presente tesis se ha determinado los datos de carácter general de la cuenca del río Virú como son: área, perímetro, altura media, pendiente media del río, etc, cuyos resultados se detallan en el estudio hidrológico.
- ✓ *Información referente a las inundaciones (Amenaza):* Se cuenta con datos de eventos recientes como el ocurrido en el mes de marzo del 2017, ante la ocurrencia del fenómeno “Niño Costero”, de la cual se cuenta con imágenes adquiridas a través de vuelos de equipos no tripulados (Dron), cuya información de niveles de inundación se han tomado en el levantamiento topográfico, así como en el desarrollo de los trabajos en campo se ha obtenido información acerca de la altura de agua sobre los terrenos de cultivos, así como señales en infraestructura de protección y riego ubicados en el tramo de estudio.

En las siguientes fotografías se observa los niveles de inundación ocasionados por el río Virú en el mes de marzo del 2017.

**Fotografía 1 : Nivel de inundación del río Virú en la confluencia de los ríos Carabamba y Huacapongo**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Fotografía 2 : Nivel de inundación del río Virú en el tramo aguas abajo del cruce del Badén - Virú**



*Fuente: Elaboración Propia*

### Fotografía 3 : Nivel de inundación a la altura del puente La Alameda



*Fuente: Elaboración Propia*

- ✓ *Topografía:* Se cuenta con la topografía del tramo de estudio, el mismo que se realizó en el desarrollo de la presente tesis, en el cual se ha determinado del trazo del río, como las profundidades del cauce principal y llanura de inundación.

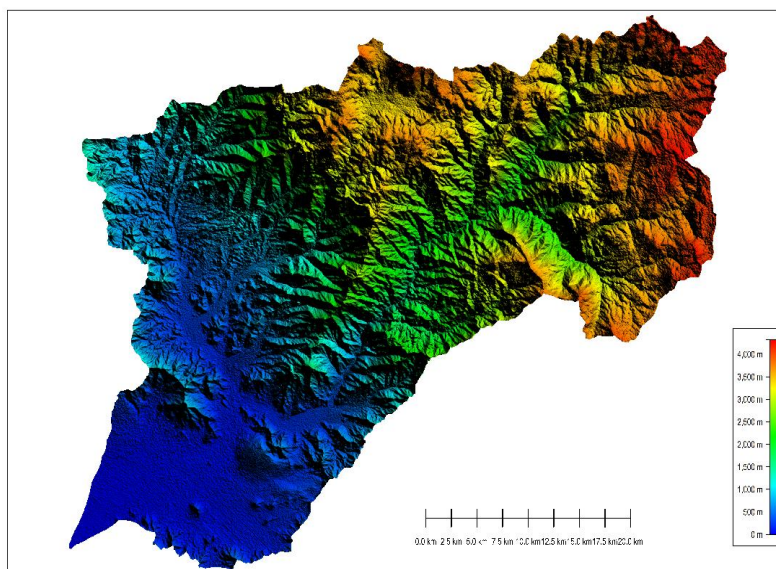
Para el levantamiento topográfico se tomó como referencia los puntos geodésicos de orden “C”, instalados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), con codificación CCH-15 y CCH-16 cuya ubicación se detalla en el estudio topográfico.

Se ha realizado el análisis cartográfico para la determinación de la geometría, características físicas y accidentes topográficos presentes de la cuenca del río Virú.

Respecto a la información de la cuenca se ha recopilado información de las Cartas Nacionales del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Modelos Digital de Elevación generada con el software Global Mapper v19 e imágenes satelitales tales como Google Earth, los cuales conformarán la estructura del modelo de la simulación hidráulica e hidrológica desarrollada en el tramo de estudio.

En la Figura N°07, se presenta el Modelo Digital de Elevación de toda la Cuenca del Río Virú, hasta la desembocadura al Océano Pacífico.

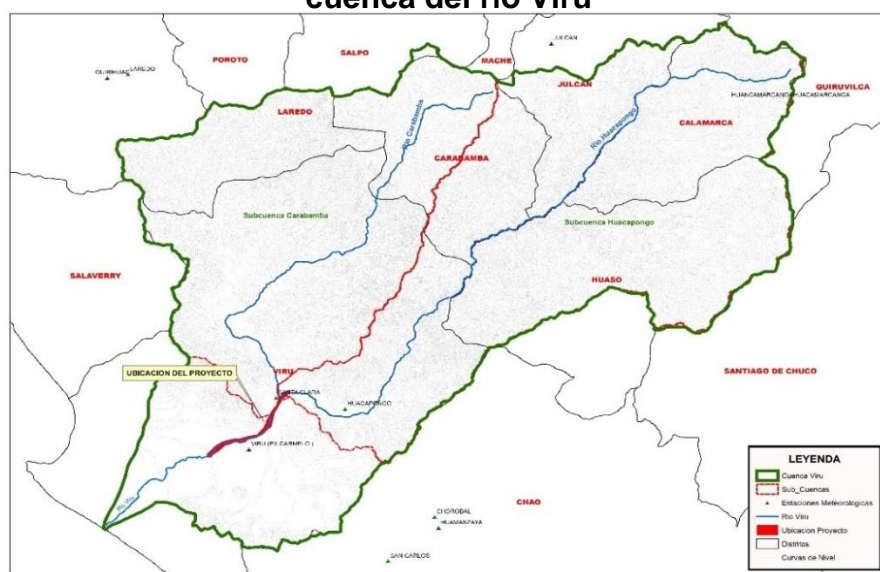
**Figura 7 : Modelo Digital de Elevación Cuenca del Río Virú**



*Fuente: Elaboración Propia*

En la Figura N°8, se muestra la ubicación del tramo de estudio dentro de la cuenca del Río Virú el cual abarca del sector Zaraqae al Puente Virú.

**Figura 8 : Ubicación del área de estudio dentro de la cuenca del río Virú**



*Fuente: Elaboración Propia*

- ✓ *Información Hidrología:* En el tramo de estudio seleccionado existe la estación Virú la cual es limnimétrica, ubicada en la Latitud 8°24'18", Longitud 84°51'29", a una Altitud de 141 m s.n.m; instalada por el Proyecto CHAVIMOCHIC en el río Virú en 1999 con la finalidad de remplazar a la estación Santa Clara destruida por el Fenómeno El Niño en 1998. (Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, 2017).

**Cuadro 25 : Información Hidrológica - Estación Virú**

Estación	COORDENADAS GEOGRAFICAS		Altitud (m.s.n.m)	Longitud de Serie	Calidad de la Serie	Solucion Adoptada
	Latitud	Longitud				
Huacapongo / Viru	08° 24' 18"	84° 51' 29"	141	Años 1950 - 2017	- Caudales medios diarios - Caudales maximos diario.	Tratamiento matemático de la serie y estudios de frecuencias / Modelo Hidráulico

*Fuente: Proyecto Especial CHAVIMOCHIC*

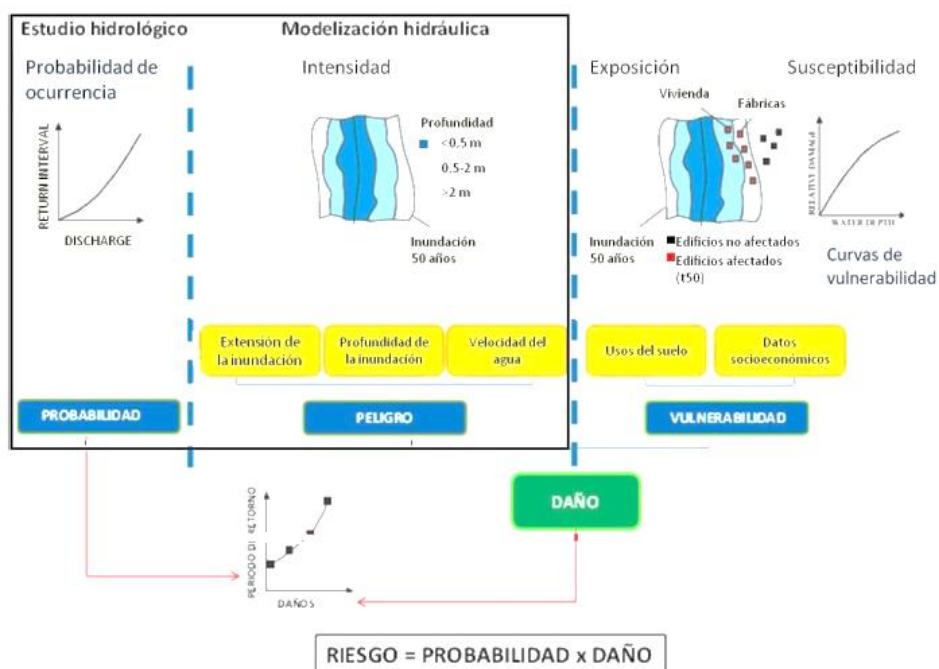
### 3.4.2.3 Estimación de Amenaza por Inundación

#### 3.4.2.3.1 Tramo seleccionado.

Se ha realizado la caracterización de la amenaza de inundación en el tramo comprendido entre el sector Zaraque – Puente Virú, en el cual se realizará el estudio hidrológico y modelización hidráulica, para lo cual se ha empleado los datos de estadísticos de lluvia para los periodos de retorno considerados (25, 50,100 y 200 años) y datos de la inundación ocurrida en el mes de marzo del 2017 para el ajuste de los resultados proporcionados por el modelamiento hidráulico.

En el siguiente grafico se presente el esquema metodológico que se realizaran dentro del estudio de vulnerabilidad.

**Gráfico 3 : Estudio Hidrológico y modelización hidráulica en el conjunto de la metodología**



Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015)

### 3.4.2.3.2 Modelo Hidrológico

El desarrollo del proceso del modelamiento hidráulico se presenta en el Estudio Hidrológico, a continuación, se presenta el resumen de los caudales obtenidos para cada uno de los periodos seleccionados.

**Cuadro 26 : Resultado Análisis del Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s)**

Caudal máximo de avenida.						
T (años)	10	25	50	100	140	200
Q (m <sup>3</sup> /s)	158.87	231.09	291.95	358.78	393.53	432.1

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.3.3 Modelo Hidráulico

Con la finalidad de conocer el comportamiento hidráulico de la superficie de agua en el espacio y tiempo, sobre el cauce actual del río Virú frente al caudal de diseño seleccionado es necesario realizar el modelamiento hidráulico se utilizando el software

HEC-RAS 5.0.3 producido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos “U.S. Corp of Engineers, Hydrological Engineering Center, HEC” es uno de los modelos más utilizados a nivel mundial para estudios hidráulicos de flujo uniforme, unidimensional y permanente; su popularidad es debida a su flexibilidad en la creación de escenarios hidráulicos, a su rapidez en los cálculos y su fácil manejo y operación.

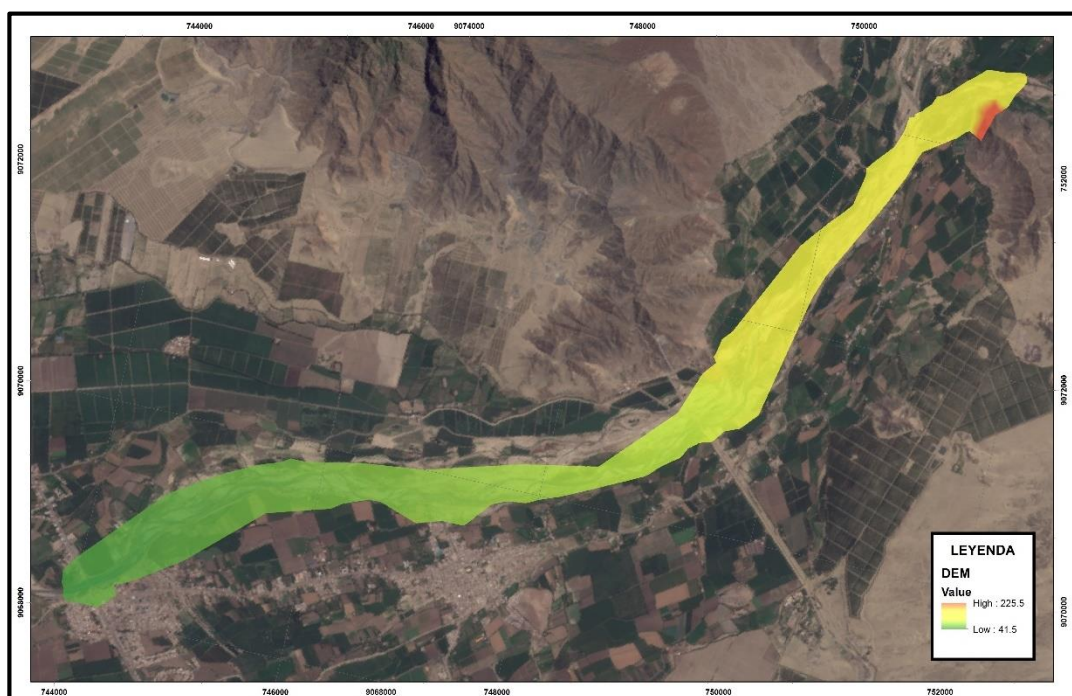
El modelo HEC-RAS es capaz de modelar perfiles de superficies de agua de regímenes de flujo mixto, subcrítico y torrencial.

A continuación, detallaremos la información y parámetros hidráulicos requeridos para el desarrollo del modelamiento hidráulico:

#### **a) Generación de la Geometría del Cauce**

A partir de las curvas de nivel generadas en el levantamiento topográfico, por medio del software Arc Gis – Arc Map se ha creado el Modelo Digital de Elevación (DEM) la cual es la representación digital de la superficie terrestre; el conjunto de capas (generalmente ráster) corresponde a la información requerida para el procesamiento en el RAS MAPER del Hec-Ras 5.0.3.

## Imagen 11 : Modelo digital de Elevación (DEM)



*Fuente: Elaboración Propia*

### b) Estimación del Coeficiente de Manning

La elección del coeficiente de rugosidad (“n” de Manning), se realizó mediante la observación en campo de las características del cauce principal y de las márgenes derecha e izquierda, así como la comparación con estudios anteriores y tablas (tabla Anexo N° 03).

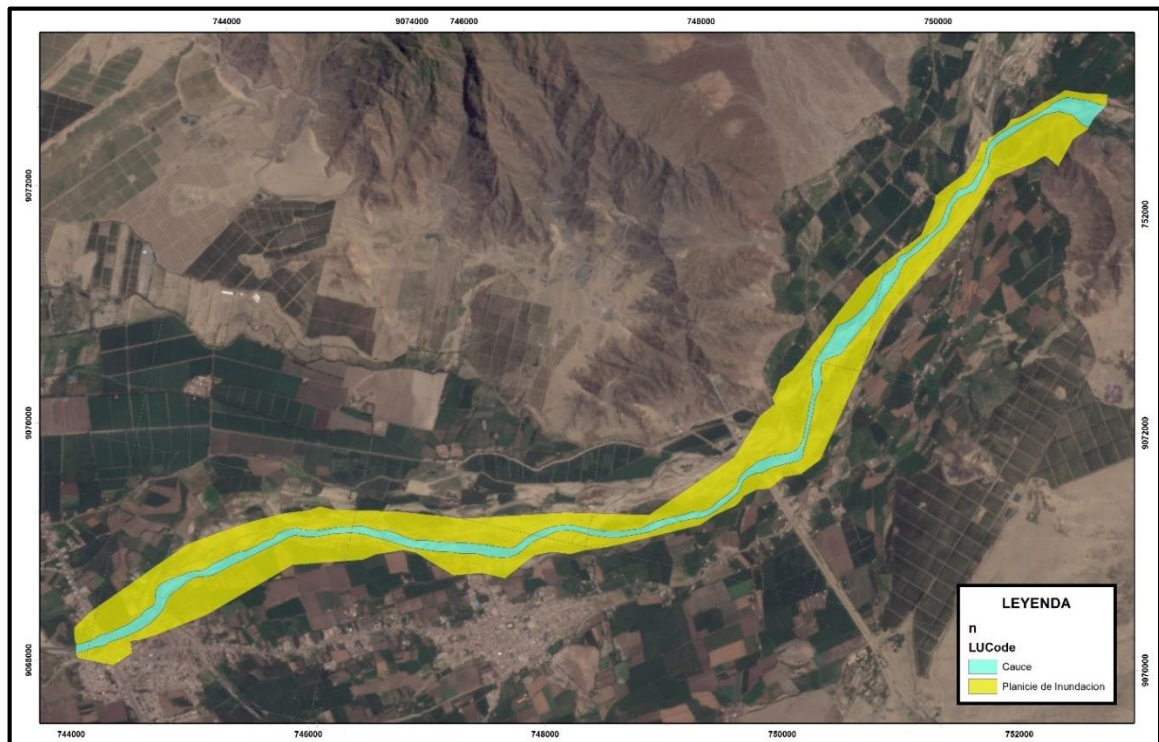
En base a evolución en campo de las características del cauce del río Virú se han asignado los coeficientes de rugosidad por tramos definiendo las márgenes del cauce principal:

Para el cauce principal  $n = 0.035$

Planicie de inundación  $n = 0.033$



**Imagen 12 : Coeficientes de Manning "n"**



*Fuente: Elaboración Propia*

### **c) Condiciones De Contorno**

Para definir las condiciones de frontera del modelo se analizaron las características prevaletientes en el cauce.

Tras un análisis de sensibilidad del modelo, se hacen las siguientes consideraciones para el modelo hidráulico del tramo en estudio:

- ✓ En el tramo existen aparecen regímenes lentos y rápidos, con lo cual se realiza un **cálculo mixto**.
- ✓ Las condiciones de contorno son las siguientes:
  - En la sección **aguas abajo**, dada las condiciones de la pendiente, establecemos como condición de contorno, el calado **normal** con la pendiente topográfica predominante de 0.50%.

- En la sección de **aguas arriba**, el río tiene una pendiente más pronunciada y una sección transversal menor, lo que da lugar a que el régimen sea rápido; por tanto, imponemos la condición de **calado normal** en régimen uniforme con el caudal correspondiente a los diferentes periodos de retorno T (25, 50, 100 y 200 años) para una pendiente media de 1.60%.

Los coeficientes de expansión y contracción hidráulica empleados en el estudio se corresponden con los propuestos por el modelo, que son 0.1 y 0.3, respectivamente

#### **d) Identificación de Estructuras Existentes**

Se ha identificado infraestructura vial de gran importancia como son los Puentes La Alameda y Virú, así como infraestructura de riego como son las Bocatomas Santa Clara y San Idelfonso, así como estructuras de protección existentes, cuya forma definen el ancho del cauce del río en el tramo de estudio.

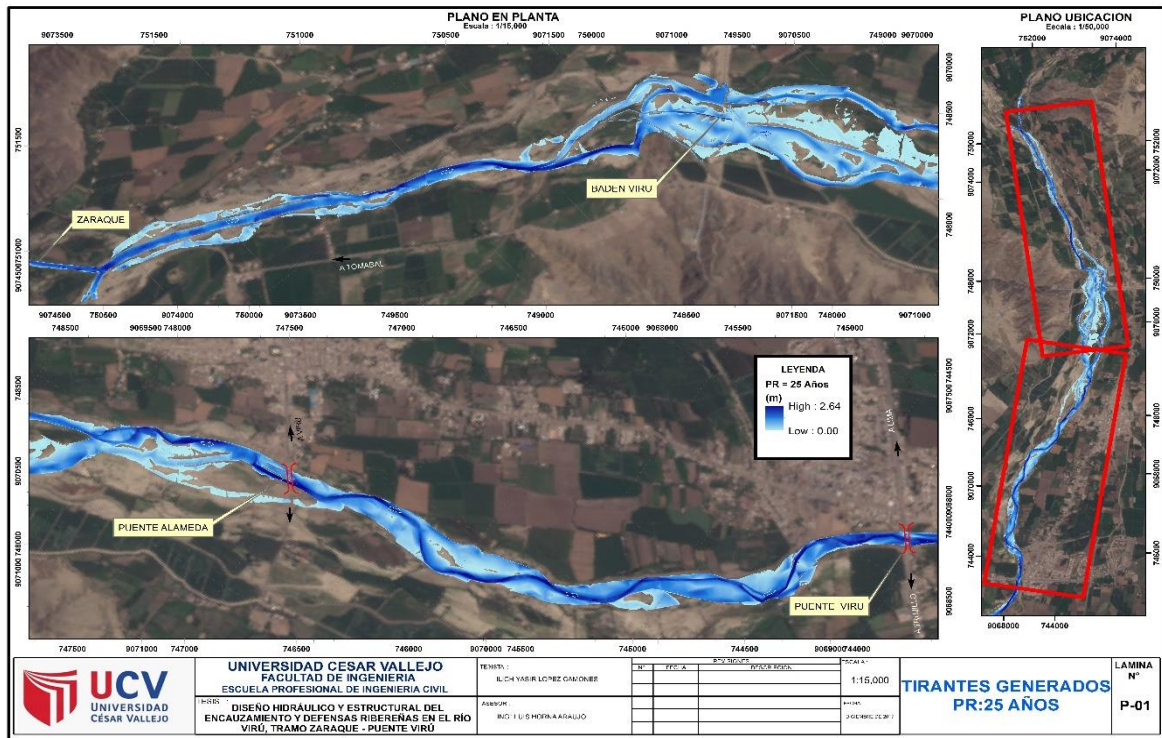
#### **e) Resultados de la Modelación Hidráulica**

Finalizado el cálculo se presenta los resultados y la respectiva visualización para el río Virú en el tramo Zaraqúe – Puente Virú, para las siguientes variables: Tirante o calado y velocidad de flujo.

- ✓ **Tirante o Calado:** En las siguientes imágenes se muestran los tirantes máximos (en metros) para el caudal máximo con un periodo de retorno de 25, 50, 100 y 200 años.

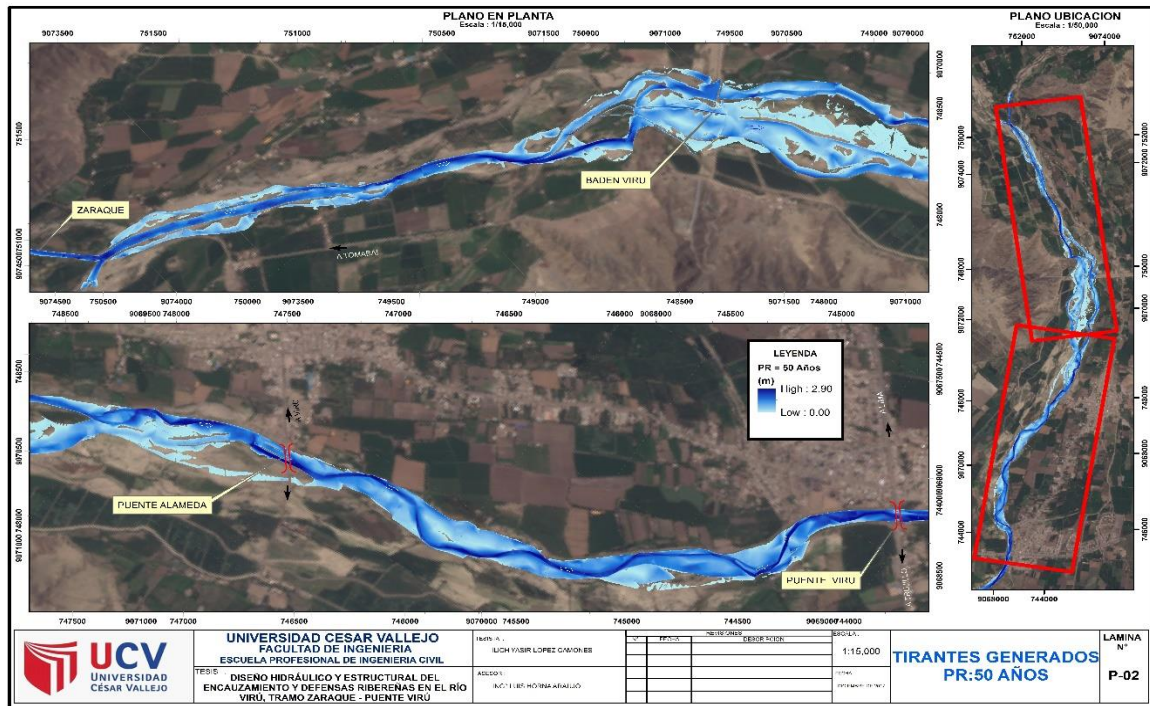
Los tirantes varían de acuerdo a la geometría del cauce del río Virú, dada las condiciones actuales los valores máximos del nivel de agua es de 2.63 m, 2.90 m, 3.21 m y 3.53 m para los periodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años respectivamente.

Imagen 13 . Tirante generado PR: 25 años



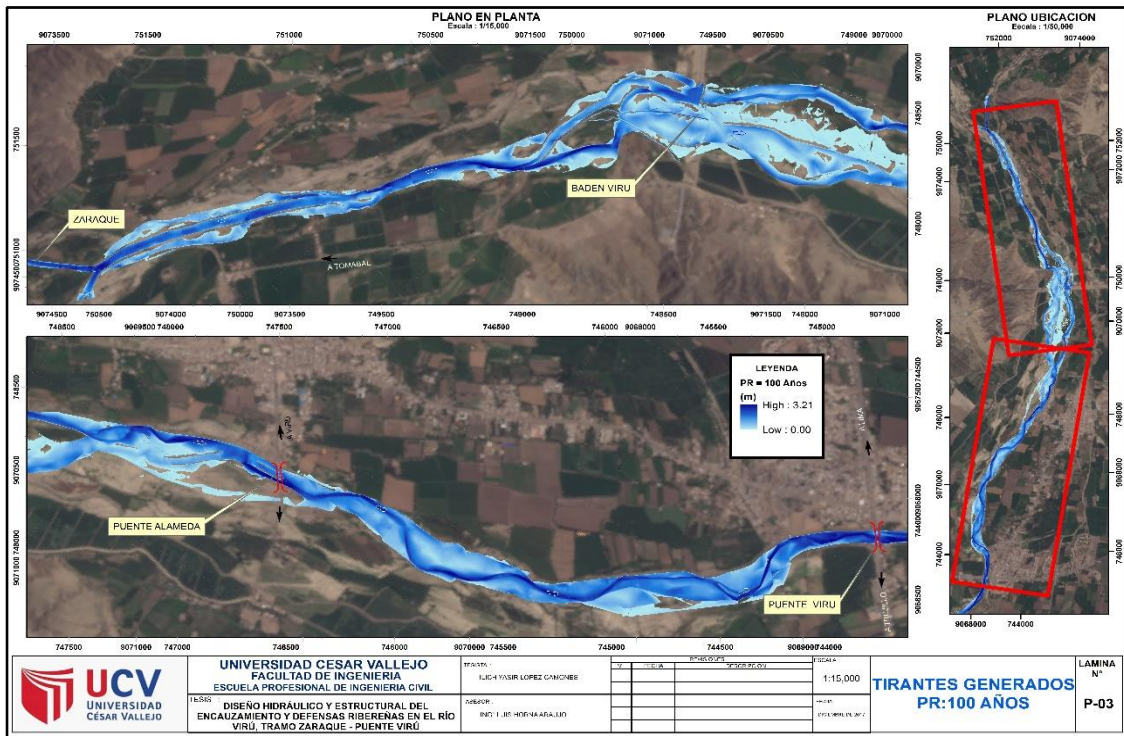
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 14 : Tirante generado PR: 50 años



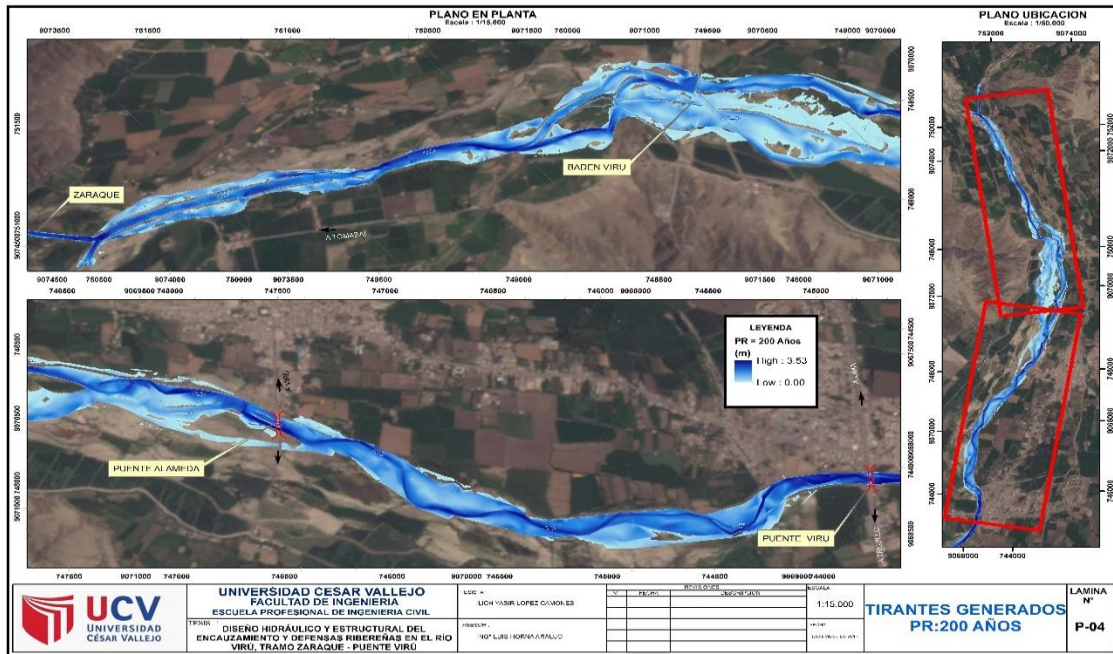
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 15 : Tirante generado PR: 100 años



Fuente: Elaboración Propia

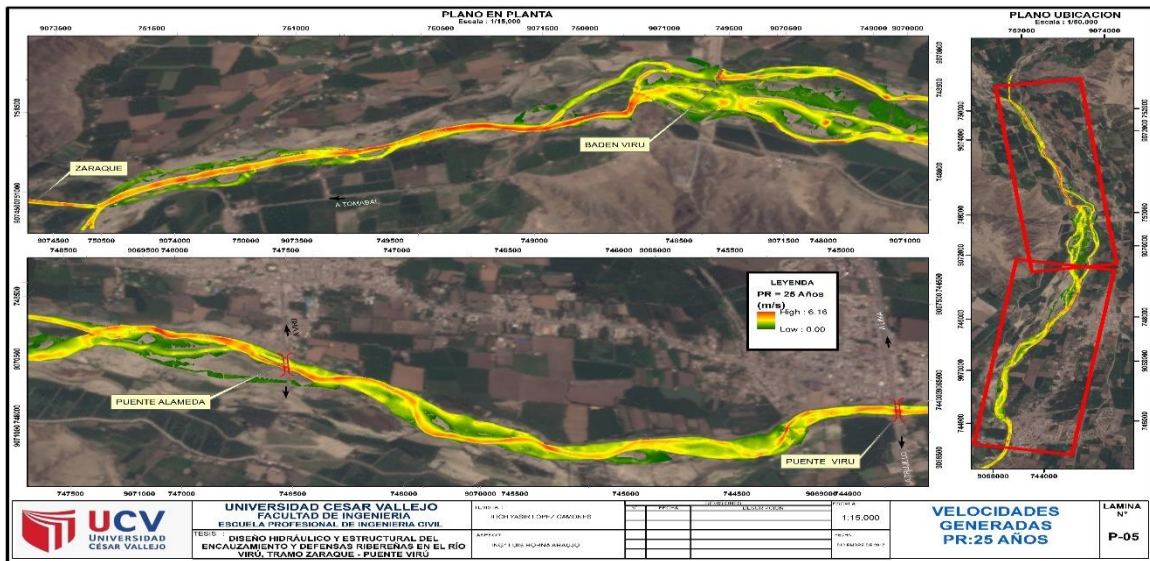
Imagen 16 : Tirante generado PR: 200 años



Fuente: Elaboración Propia

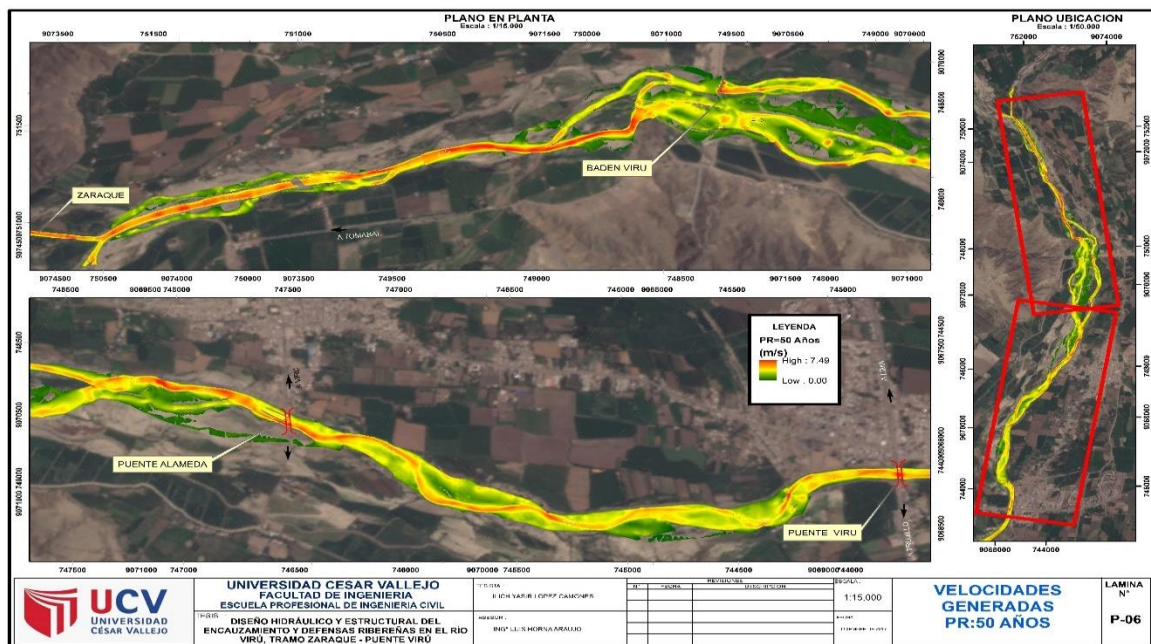
- ✓ **Velocidad del Flujo:** En las siguientes imágenes se muestran las velocidades generadas (en m/s) para el caudal máximo con un periodo de retorno de 25, 50, 100 y 200 años. Las velocidades máximas varían de acuerdo al recorrido, las mayores velocidades se encuentran en el cauce principal del río Virú.

**Imagen 17 : Velocidades generadas (m/s) PR: 25 años**



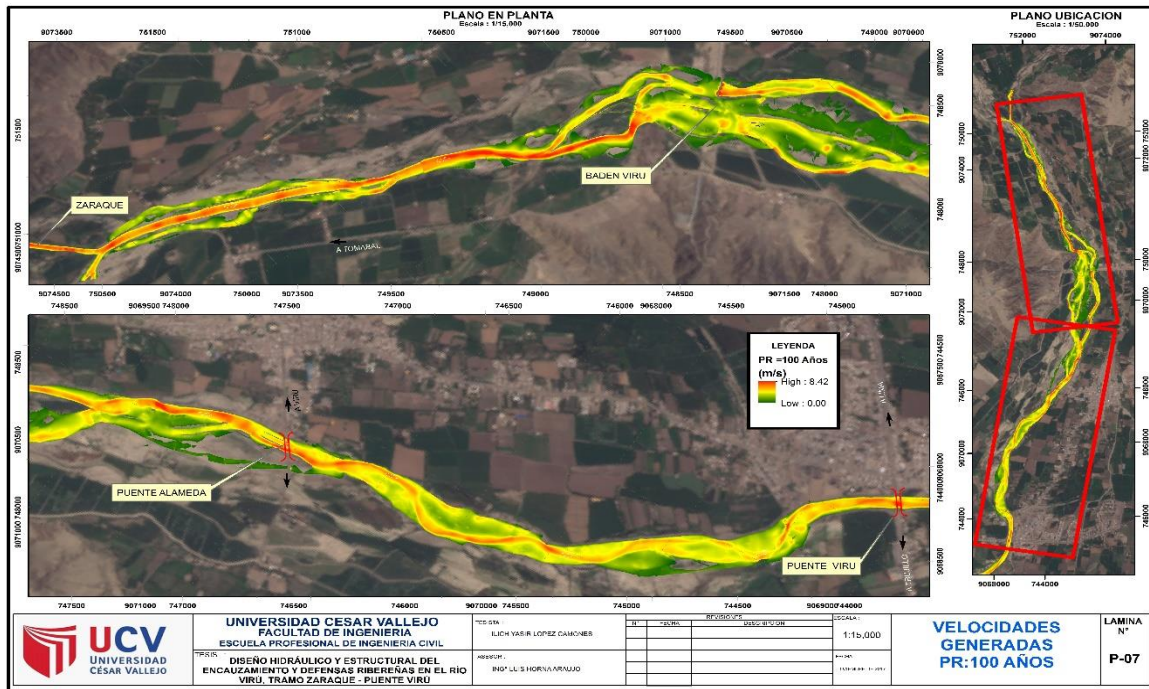
Fuente: Elaboración Propia

**Imagen 18 : Velocidades generadas (m/s) PR: 50 años**



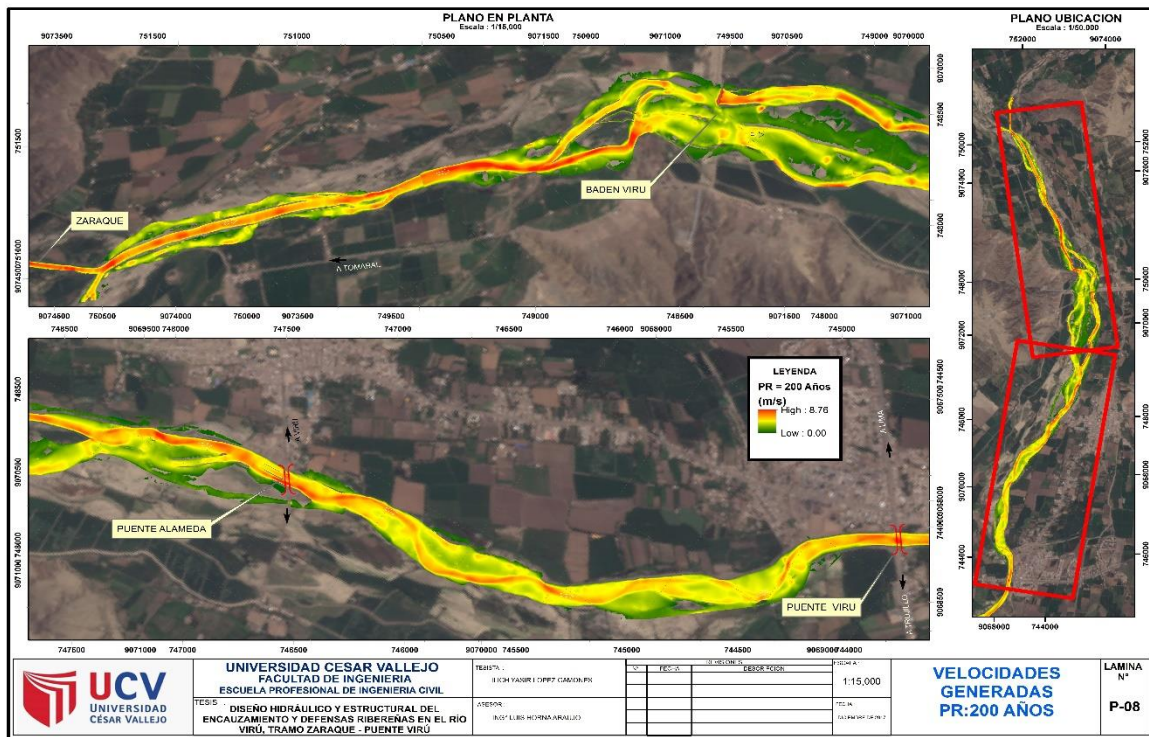
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 19 : Velocidades generadas (m/s) PR: 100 años



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 20 : Velocidades generadas (m/s) PR: 200 años



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2.3.4 Análisis de Resultados:

De la evaluación realizada en campo se observa que la margen derecha del tramo estudiado carece de estructuras de protección siendo más propensas a la inundación según se muestran en el modelamiento hidráulico.

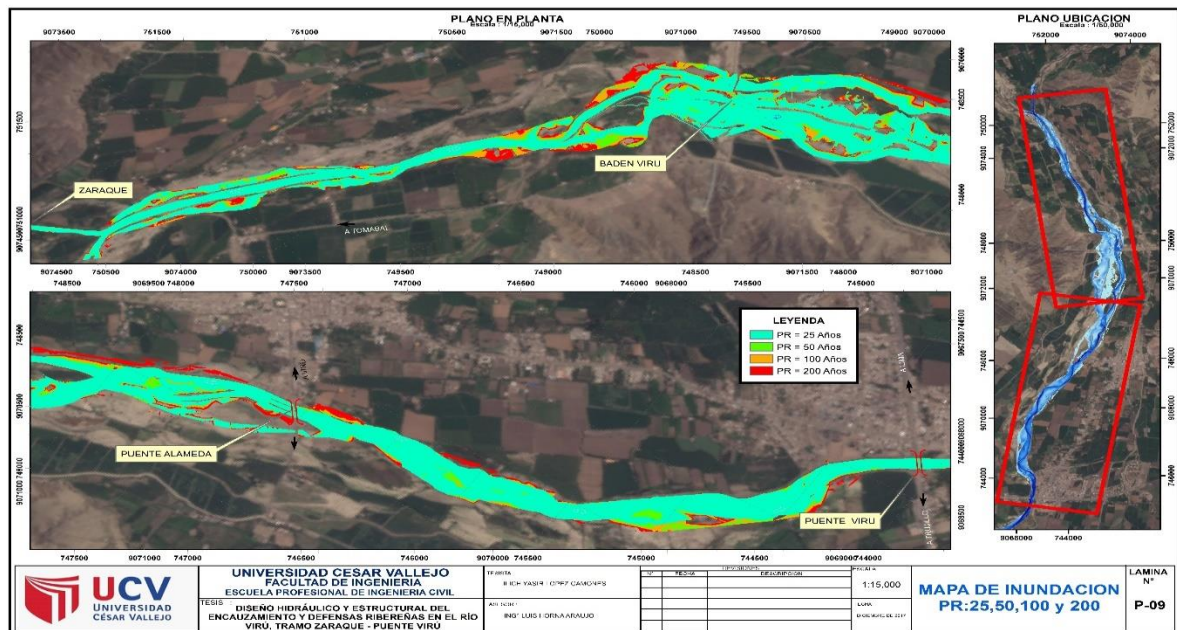
Los resultados de modelo HEC-RAS corresponden al nivel de flujo, cuyos resultados muestran que para los diferentes periodos analizados en el tramo Zaraqúe – Puente Virú el cauce actual del río Virú es sobrepasado por el nivel del flujo, haciendo se presenten problemas de inundación.

Para los perfiles de flujo analizados se concluye que a lo largo del tramo se presentan altas velocidades, lo cual se ve confirmado en campo por la erosión del cauce.

Por lo que, para la protección de la población, áreas agrícolas e infraestructura de riego, es necesario el tratamiento del cauce del río Virú en el tramo estudiado.

En la siguiente imagen se muestra la propagación del flujo sobre el terreno, para los periodos de retorno de 5, 50, 100 y 200 años.

**Imagen 21 : Mapa de inundación PR. 25, 50, 100 y 200 años**



Fuente: Elaboración Propia

### **3.4.3 Estimación del Riesgo**

#### **3.4.3.1 Identificación y caracterización del peligro ante la inundación fluvial**

En el tramo de estudio del río Virú, a consecuencia de la ocurrencia del fenómeno denominado “Niño Costero” en el mes de marzo 2017 en el cual ocurrieron precipitaciones intensas y continuas que superaron la capacidad de campo del suelo base, el volumen máximo de transporte del río Virú fue superado, ocasionando el desborde del cauce principal inundando las áreas agrícolas, viviendas, etc, ubicadas a las márgenes del río Virú.

Dado el fenómeno de inundación a lo largo del tramo de estudio se ha clasificado como inundaciones dinámicas o rápidas (según su duración) y como una inundación fluvial (por su origen).

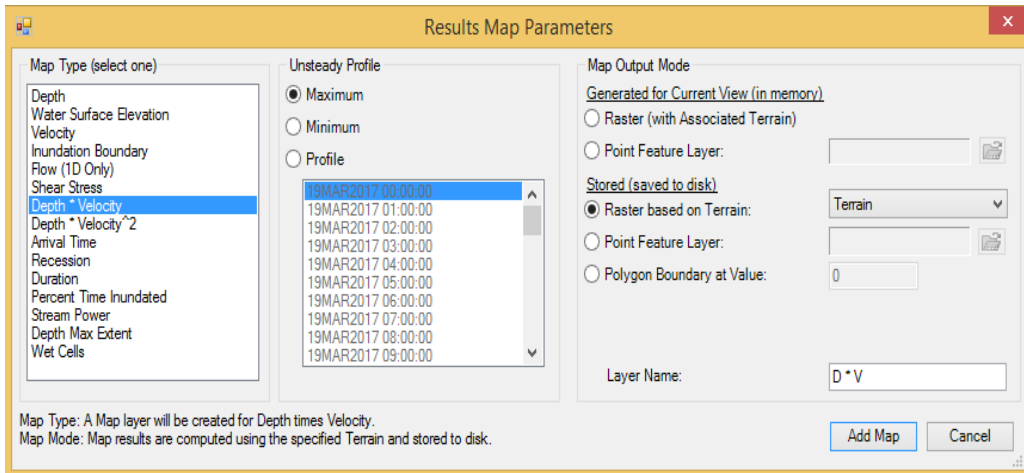
#### **3.4.3.2 Determinación del Nivel de Intensidad o Magnitud de Inundación.**

Considerando que para el estudio se considera el fenómeno de inundación dinámica, para el cálculo de la intensidad de inundación se utilizara cómo parámetros de medición “el producto de la velocidad por la profundidad del flujo ( $m^2/s$ )” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), el cual resulta de la creación de modelos digitales en formato GRID (datos tipo raster) denominados  $D * V$ , calculados mediante el RAS Mapper del Software HECRAS (Ver imagen N° 14), para los periodos de retorno de 25, 50 , 100 y 200 años.

Con los modelos digitales de  $D*V$ , mediante el software ARC GIS se ha realizado propuesta en la Tabla N°09, cuyos resultados se muestran en las Imágenes N° 22 al 26.

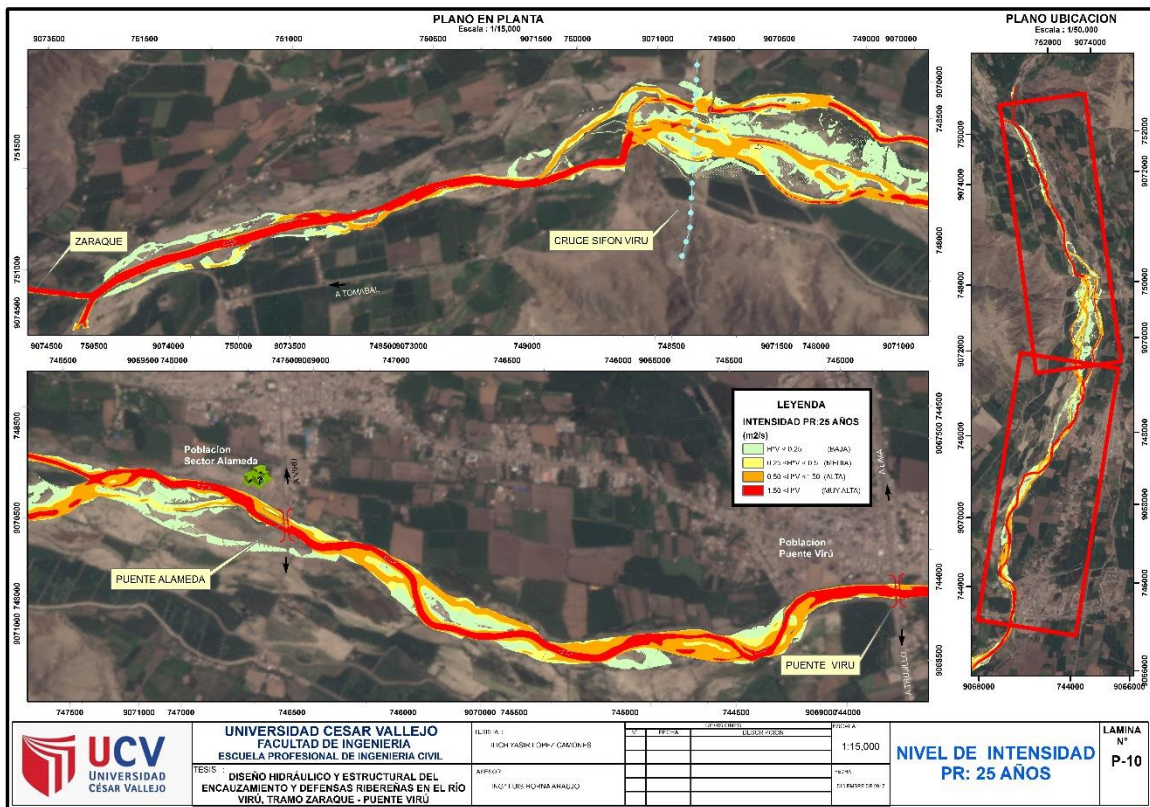


**Imagen 22 : Calculo del parámetro tirante x velocidad (m<sup>2</sup>/s) Periodo de retorno 25, 50, 100 y 200 años**



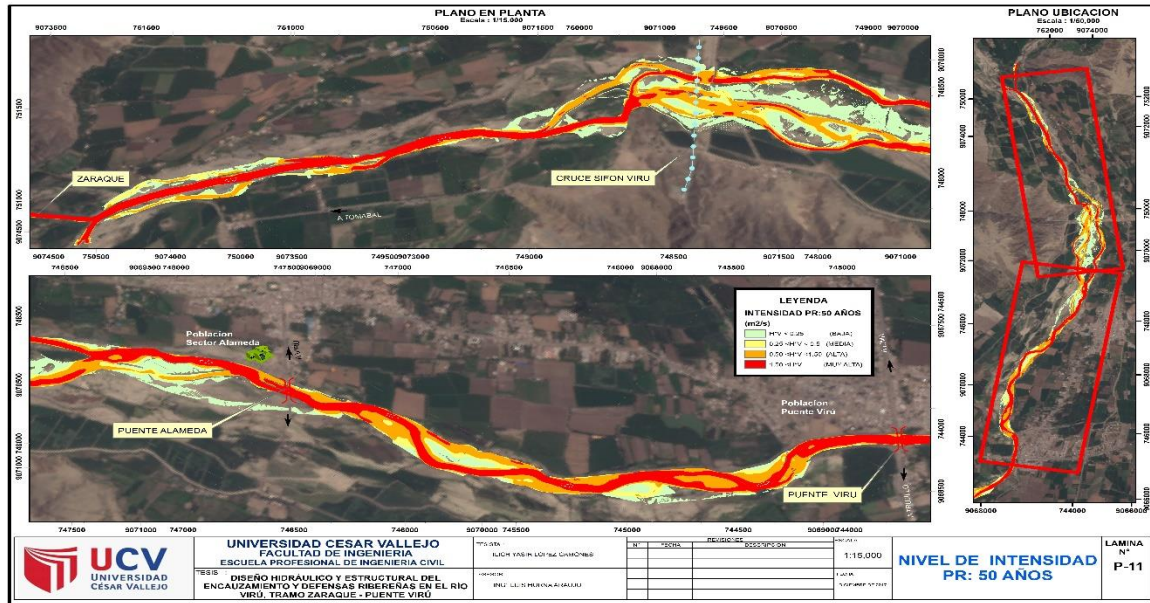
Fuente: Elaboración Propia

**Imagen 23 : Nivel de Intensidad Periodo de retorno de 25 años**



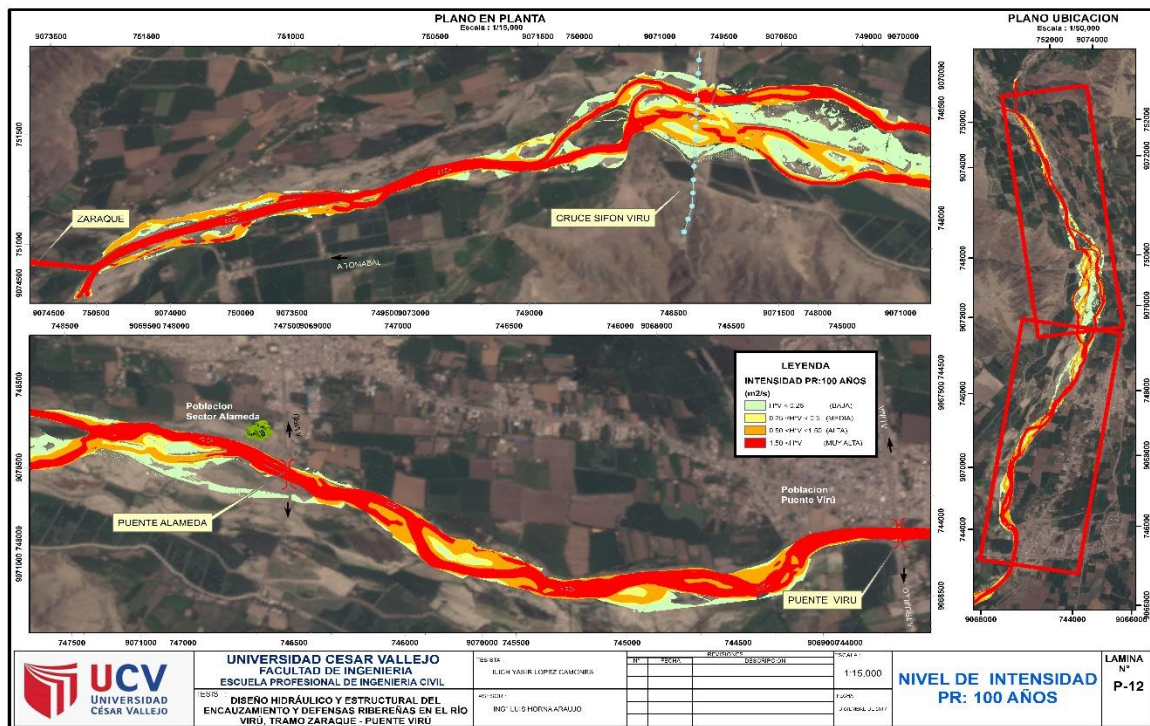
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 24 : Nivel de Intensidad Periodo de retorno de 50 años



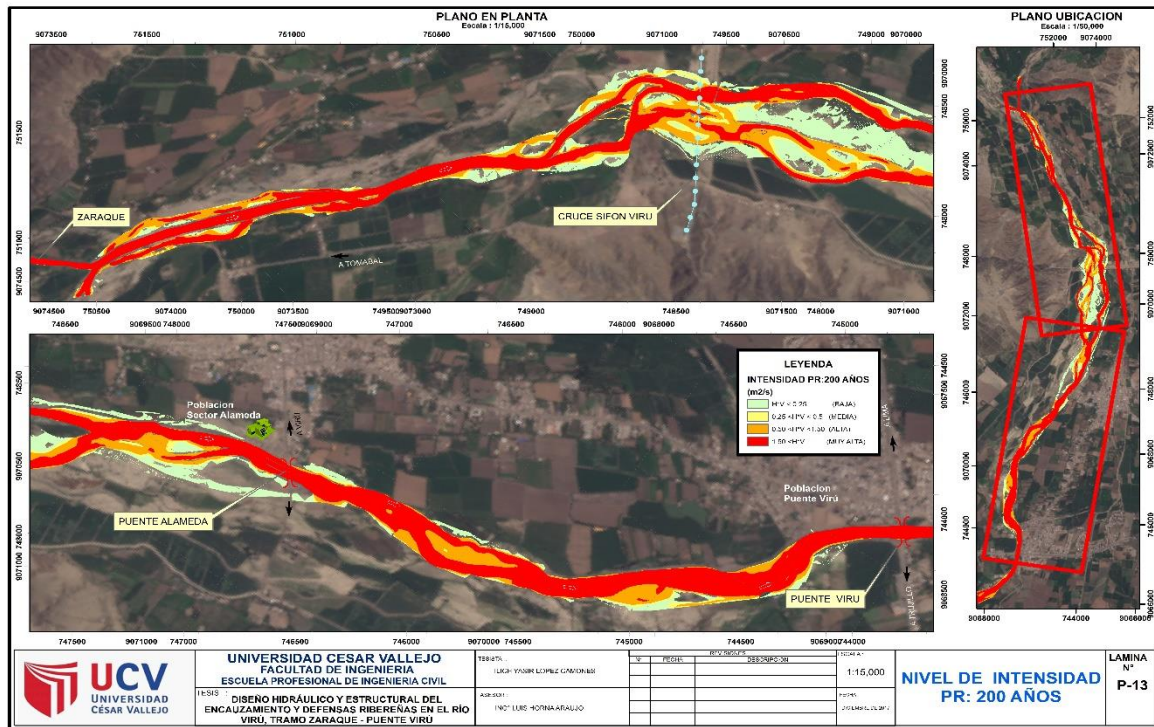
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 25 : Nivel de Intensidad Periodo de retorno de 100 años



Fuente: Elaboración Propia

**Imagen 26 : Nivel de intensidad Periodo de retorno de 200 años**



Fuente: Elaboración Propia

Producto de los cálculos y análisis del Nivel de Intensidad para los periodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años se concluye que los niveles de amenazas corresponden a Inundaciones de Muy Alta Intensidad, debido a que los valores de la variable producto de la resultante de la altura por la velocidad ( $H \cdot V$ ) es mayor a  $1.50 \text{ m}^2/\text{s}$ , a lo largo del tramo Zaraque – Puente Virú para todos los periodos de retorno de 50, 100 y 200 años y para de Alta Intensidad para el periodo de retorno de 25 años dado que la variable ( $H \cdot V$ ) predominante se encuentra entre  $0.50 < H \cdot V < 0.75$ , por lo que según la Tabla N°09, el rango del Nivel de Intensidad se considera de 1.00 para los periodos de retorno de 50, 100 y 200 años y de 0.70 para el periodo de retorno de 25 años.

**Cuadro 27 : Nivel de intensidad**

Nivel de intensidad		Rangos	Considerado	Periodo de Retorno (Años)
Muy alta		$0.75 < NI < 1$	NI = 1.00	25 , 50 , 100 y 200
Alta		$0.50 < NI < 0.75$	NI = 0.75	
Media		$0.25 < NI < 0.50$	NI = 0.50	
Baja		$0 < NI < 0.25$	NI = 0.25	

NI = Nivel de Intensidad.

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.4.3.3 Evaluación de la frecuencia, recurrencia o periodo de la inundación.

Considerando los periodos de retorno analizados de las categorías dadas en la tabla N°10, se concluye que el nivel de intensidad es Baja para los periodos de retorno 100 y 200 años correspondiéndole una Frecuencia de 0.25 y de Intensidad Media para los periodos de retorno de 25 y 50 años con una frecuencia de 0.50, según se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 28 : Frecuencia de periodo de inundación**

Nivel de intensidad		Rangos Frecuencia	Frecuencia considerada	Periodo de Retorno (Años)
Media		$0.25 < F < 0.50$	F = 0.50	15 < T < 50 años
Baja		$0 < F < 0.25$	F = 0.25	50 < T < 200 años o más

F = Frecuencia.

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.4.3.4 Determinación del Nivel de Peligrosidad

De la metodología propuesta se considera que:

Peligro de Inundación = f (Intensidad x Probabilidad de Ocurrencia).

Donde:

Intensidad = f (profundidad de agua, duración, velocidad)

Probabilidad = f (precipitaciones, eventos desencadenantes, cambios climáticos).

Por lo que considerando los resultados del Nivel de Intensidad y Frecuencia se determinada el nivel de peligrosidad del tramo Zaraqque – Puente Virú, considerando los valores numéricos de la Tabla N° 11, resulta que el área de estudio tiene un nivel de peligrosidad según se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 29 : Nivel de Peligrosidad**

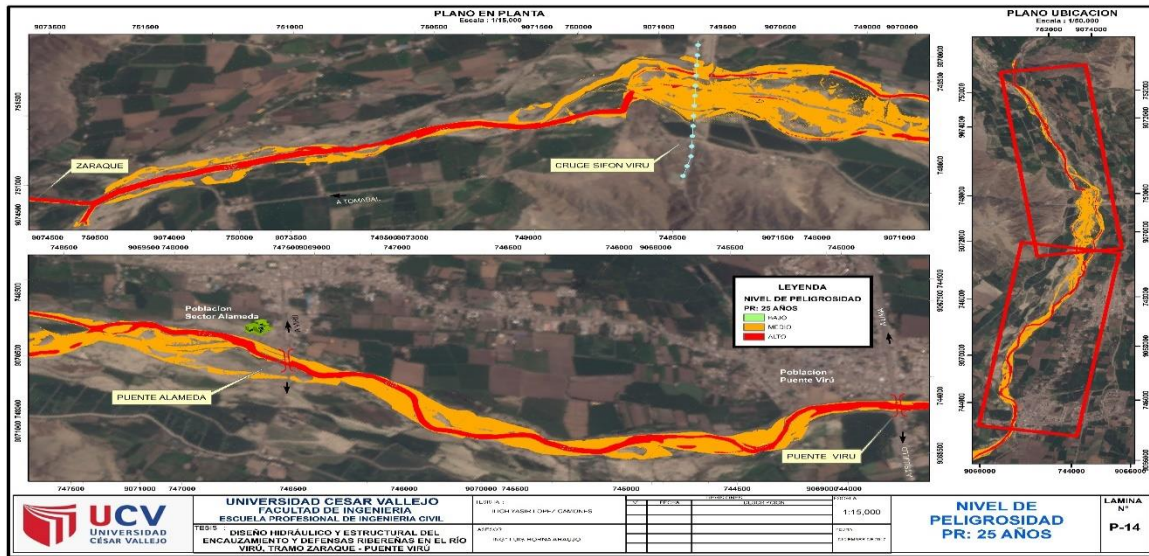
Intensidad	Muy alta	Peligro Medio	Peligro Alto
		0.25	0.5
	Alta	Peligro Bajo	Peligro Medio
		0.19	0.38
	Media	Peligro Bajo	Peligro Medio
		0.13	0.25
	Baja	Peligro Bajo	Peligro Bajo
		0.07	0.13
		Baja	Medio
		Frecuencia (años)	

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.3.5 Elaboración de mapas de peligrosidad.

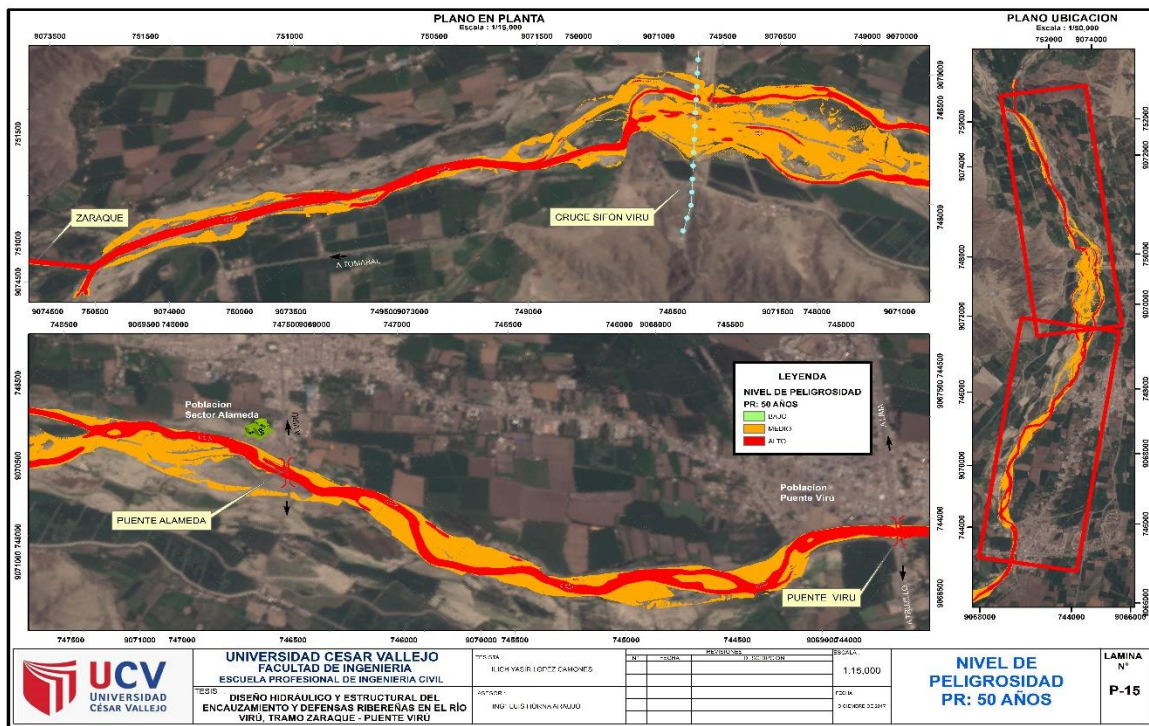
Como resultado del Modelamiento Hidráulico y los análisis de intensidad y frecuencia se ha elaborado los mapas de peligrosidad ante la inundación del río Virú en el tramo Zaraqque – Puente Virú para los caudales simulados (25, 50, 100 y 200 años de periodo de retorno), al respecto de los valores obtenidos en formato GRID (Datos tipos raster), nos muestran que el nivel de peligro para la población y medios de vida, infraestructura vial y riego así como las áreas agrícolas asentadas sobre las márgenes del río Virú, es de MEDIO a ALTO PELIGRO, cuyos resultados se muestran en los siguientes mapas.

**Imagen 27 : Mapa de peligro periodo de retorno de 25 años**



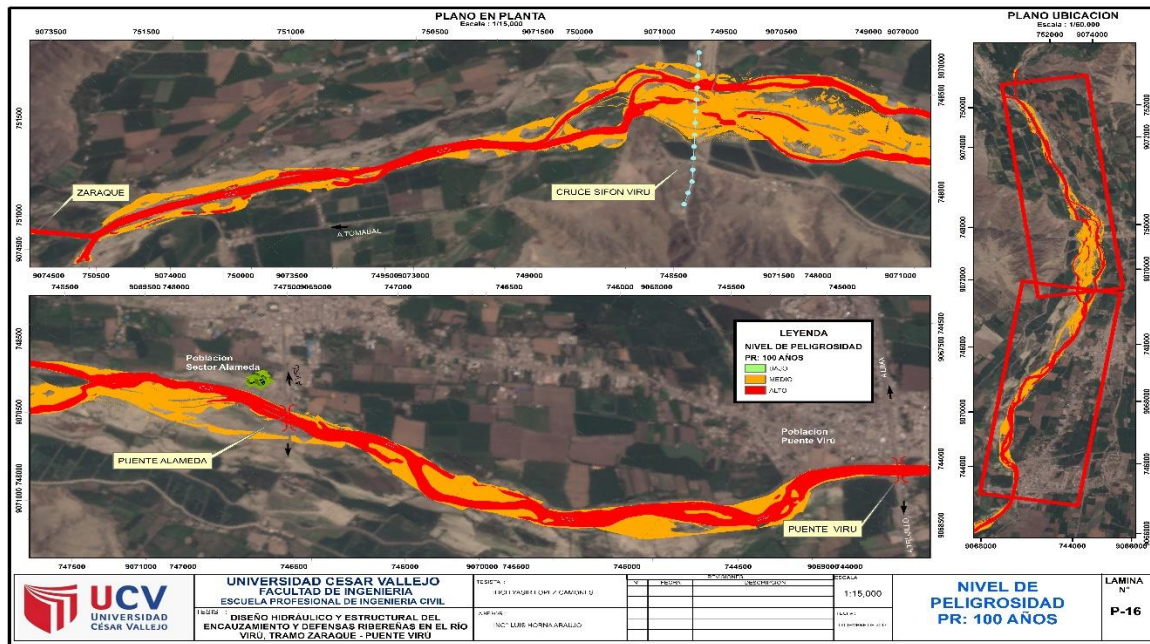
Fuente: Elaboración Propia

**Imagen 28 : Mapa de peligro periodo de retorno de 50 años**



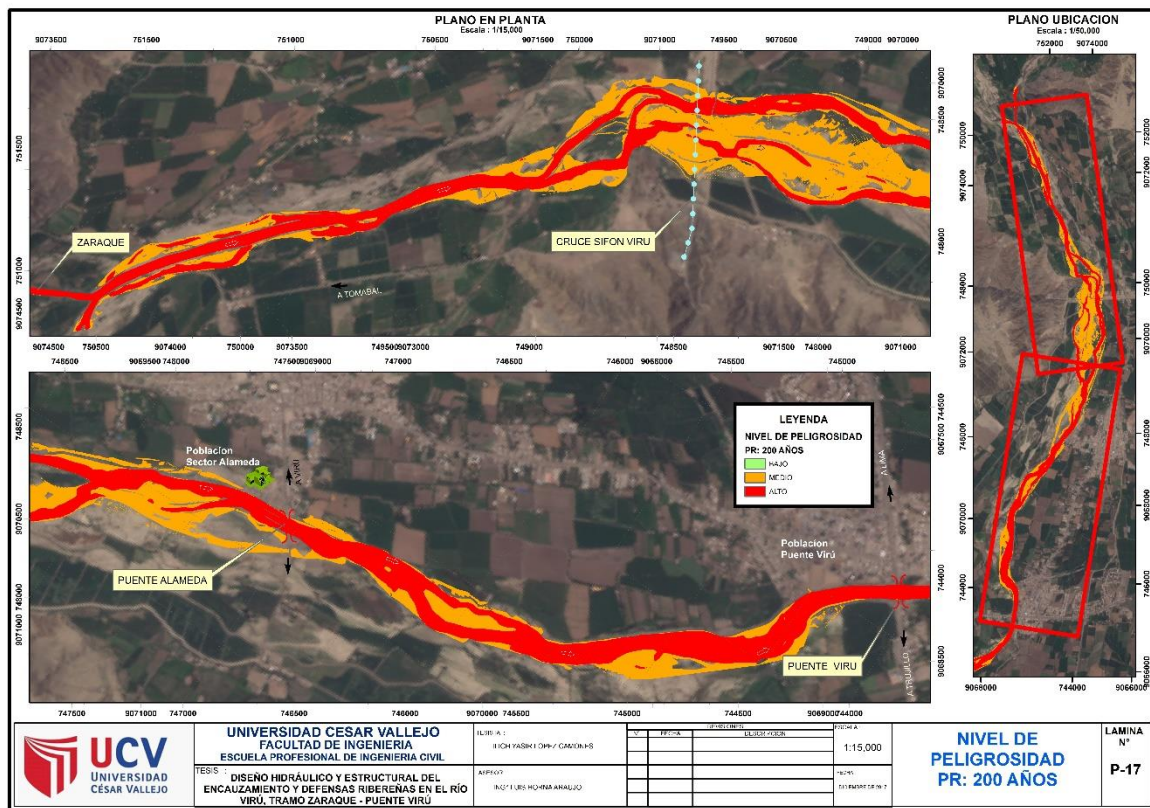
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 29 : Mapa de peligro periodo de retorno de 100 años



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 30 : Mapa de peligro periodo de retorno de 200 años



Fuente: Elaboración Propia

### **3.4.4 Estimación de la Vulnerabilidad**

#### **3.4.4.1 Identificación de los elementos potencialmente vulnerables.**

En el área de estudio se ha identificado los siguiente receptores : Población , correspondiente a la localidad de Virú , Viviendas de las localidad de Virú cercanas a las márgenes de río, Infraestructura Vial : como es los puentes Virú y Alameda, Red vial departamental Ruta LI 119 (Tomabal y Carabamba), Carretera Panamericana Norte , Infraestructura de Riego : como los Canales Integradores margen izquierda y derecha, Bocatomas Santa Clara y San Idelfonso , Sifón de cruce del río Virú del Proyecto especial Chavimochic y áreas agrícolas pertenecientes a los agricultores de la Junta de Usuarios de Agua de la Cuenca del Rio Virú .

#### **3.4.4.2 Identificación y Análisis de los indicadores para la determinación del grado de Vulnerabilidad.**

##### **3.4.4.2.1 Vulnerabilidad Física (VF):**

Para llevar a cabo el análisis de la vulnerabilidad Física que considera como variables la Localización de Viviendas, material de construcción utilizadas, características geológicas, calidad y tipo de suelos y cumplimiento de la normatividad técnica vigentes , se ha llevado a cabo un análisis de la información disponible (recopilada a través de la consulta a diferentes fuentes de internet y visita a campo realizada), además se ha apoyado en el uso de fotointerpretación a través del Google Earth.

Con la información disponible se ha determinado el grado de la vulnerabilidad de las siguientes variables:

- **Localización de viviendas:** La zona urbana correspondiente a la población de la localidad de Virú, sectores La Alameda y Puente Virú se ubican a 25 m del cauce principal del río Virú, el cual se puede observar en las siguientes imágenes N° 31 y 32 respectivamente.



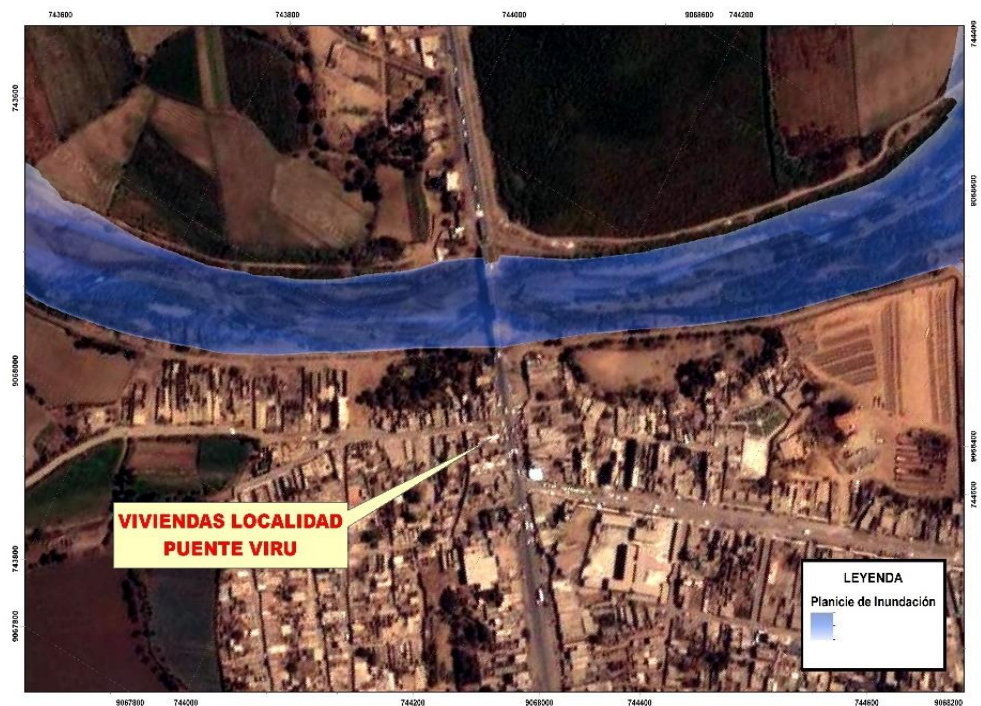
Por lo que considerando la Tabla N°15, La Vulnerabilidad de la Variable localización tiene un grado de vulnerabilidad Muy Alta por encontrarse Muy cerca al cauce del río 25 m, por lo que:  $L_v = 1$

**Imagen 31 : Localización de la población del sector Alameda**



*Fuente: Elaboración propia.*

**Imagen 32 : Localización de la población del sector Puente Virú**



*Fuente: Elaboración propia.*

- **Material de construcción utilizada en viviendas.**

Considerando el tipo de construcción de las viviendas de la población afectada, según Tabla N°16 corresponde al Indicador de estructuras de concreto, acero o madera sin adecuada técnica constructiva como se observa en la fotografía N°04, por lo que le corresponde un grado de vulnerabilidad Media con el valor de:  $C_v = 0.50$

**Fotografía 4 : Tipo de material de construcción de viviendas afectadas en el sector Alameda**



*Fuente: Elaboración propia.*

- **Características Geológicas, Calidad, Tipo de suelos.**

Dadas las características geológicas, calidad y tipo de suelos, corresponde al Indicador de la Tabla N°17 la Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante, por lo que el Grado de vulnerabilidad es Alta con un valor de:

$$C_g = 0.75$$

- **Cumplimiento de la normatividad técnica vigente de los procedimientos constructivos.**

De la Tabla N° 18, corresponde al área de estudio un grado de vulnerabilidad Alta debido a que se cuenta con Normatividad vigente sin cumplimiento, por lo que:  $C_n = 0.75$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad física a través de la siguiente formula:

$$VF = \frac{L_v + C_v + C_g + C_n}{4}$$

Reemplazando valores tenemos que:

$$VF = 0.75$$

Por lo que según la Tabla N° 20 la Vulnerabilidad Física tiene un grado de MUY ALTO.

#### **3.4.4.2.2 VULNERABILIDAD AMBIENTAL ECOLOGICA (VAE)**

Con la información disponible se ha determinado el grado de la vulnerabilidad de las siguientes variables:

- **Explotación de recursos naturales:**

Actualmente las riberas del rio en el tramo estudio ha sufrido una tala indiscriminada de la vegetación arbórea y arbustiva, realizadas por agricultores para ampliar sus terrenos de cultivos por lo que de la Tabla N° 21 corresponde un grado de Vulnerabilidad Alta por contar con indicador de “Practicas negligentes periódicas o estacionales de degradación de cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), considerando el valor de la vulnerabilidad de :  $E_r = 0.70$

- **Fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos.**

De la Tabla N° 22 se obtiene que el grado de Vulnerabilidad de la Variable fuentes emisoras de sustancias o materiales peligrosos es de grado Media debido, ya que en el indicador que corresponde es que “el área de estudio presenta equipamiento o establecimientos que emiten sustancias o materiales contaminantes y/o tóxicos, afectando a sectores localizados de la

población (<20%)” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), siendo el valor de la vulnerabilidad de:

$$F_e = 0.45$$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad Ambiental - Ecológica a través de la siguiente fórmula:

$$V_{AE} = \frac{E_r + F_e}{2}$$

Reemplazando valores tenemos que:  $V_{AE} = 0.575$

Por lo que según la Tabla N° 20 la Vulnerabilidad Ambiental – Ecológica tiene un grado de ALTO.

#### **3.4.4.2.3 Vulnerabilidad Económica (VE):**

Se ha determinado el grado de la vulnerabilidad Económica considerando las siguientes variables:

- **Actividad Económica:**

Considerando lo establecido en la Tabla N° 23, corresponde el grado de Vulnerabilidad MEDIA, considerando un indicador de que “el sistema de producción cuenta con algunos puntos que presentan competitividad, Algunas actividades de realizadas por la población presentan cierto nivel de rentabilidad, Existen algunas inversiones que empiezan a dinamizar el área de estudio. Se presenta un importante nivel de informalidad en las actividades económicas. El área de estudio se encuentra a una distancia que proporciona cierta fluidez (diaria) en las áreas de producción y los mercados de intercambio y consumo (locales, nacionales e internacionales)” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), esto teniendo en consideración que la principal actividad económica del área de estudio es la agricultura y agroindustria, por lo que le corresponde un valor de:  $D_e = 0.45$ .

- **Grado de Escases.**

Dado la ubicación del proyecto y la existencia de importante infraestructura vial como son los puentes Virú y Alameda, que son de suma importancia para la comunicación terrestre no solo del área de estudio si no a nivel nacional, cuya interrupción generaría un alto grado de escases de productos que circulan por estas estructuras, por lo que:  $G_e = 0.85$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad Económica a través de la siguiente formula:

$$V_E = \frac{D_e + G_e}{2}$$

Reemplazando valores tenemos que:  $VAE = 0.65$

Por lo que según la Tabla N° 20 que la Vulnerabilidad Económica tiene un grado ALTO.

#### **3.4.4.2.4 Vulnerabilidad Social (VS):**

Se han analizado las siguientes variables:

- **Nivel de Organización:**

La Vulnerabilidad de la Nivel de Organización de vulnerabilidad Media, ya que “Existe organización política y social de la población. No existen disputas internas entre las organizaciones con normalidad, entre otros” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), por lo que de la Tabla N°24 se obtiene:  $O_s = 0.45$

- **Grado y tipo de Relación e Integración entre Instituciones y Organizaciones Locales.**

Considerando que en el área de influencia existe una variedad de organizaciones, de la Tabla N° 25 se extrae que el Grado de Vulnerabilidad de esta variable es de grado MEDIA con el indicador de que “existe una parcial relación e integración entre las instituciones y organizaciones locales” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), por lo que:

$$G_r = 0.40$$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad Social a través de la siguiente fórmula:

$$V_s = \frac{O_s + G_r}{2}$$

Reemplazando valores tenemos que:  $V_s = 0.425$

Por lo que según la Tabla N° 20 se tiene que la Vulnerabilidad Social tiene un grado de MEDIO.

#### **3.4.4.2.5 Vulnerabilidad Educativa (VE<sub>d</sub>):**

Se ha considerado el análisis de las siguientes variables:

- **Existencia de Capacitación en colegios en temas concernientes a defensa Civil:**

De la Tabla N° 26 se tiene que La Vulnerabilidad de esta variable es de grado ALTO, ya que el indicador corresponde a que “se desarrollan insuficientes programas de capacitación en temas concernientes en defensa civil, siendo su difusión y cobertura mayoritaria” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), por lo que el valor del grado de vulnerabilidad es:  $E_r = 0.70$

- **Existencia de Capacitación de la población civil en temas concernientes a Defensa Civil.**

De la Tabla N° 27, se tiene que para la Vulnerabilidad de la Variable es de grado ALTA, ya que el indicador es que la “población esta escasamente capacitada en temas concernientes a Defensa Civil, siendo su difusión y cobertura escasa” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), correspondiéndole el valor de:  $F_e = 0.70$

- **Campañas de Difusión.**

De la Tabla N° 28 se ha determinado que para La Vulnerabilidad de la Variable es de grado ALTA, ya que “no hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de defensa

civil para la población local” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), por lo que:  $F_e = 0.85$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad Educativa a través de la siguiente formula:

$$V_{Ed} = \frac{E_c + E_{cp} + C_d}{3}$$

Reemplazando valores tenemos que:  $V_{Ed} = 0.75$

Por lo que según la Tabla N° 20 se tiene que la Vulnerabilidad Educativa tiene un grado de MUY ALTA.

#### **3.4.4.2.6 Vulnerabilidad Política e Institucional (VPI):**

Se ha determinado el grado de la vulnerabilidad de las siguientes variables:

- **Político y Legal:**

De la Tabla N° 29 se ha determinado que la Vulnerabilidad de esta variable es de grado Alta debido a que el “soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentran en el área de estudio, no se hacen cumplir. Existe poco interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en casi todo el territorio donde se encuentran el área de estudio” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), por lo que se le asigna el valor:  $PL = 0.70$

- **Organización y Capacidad Institucional.**

De la Tabla N°30 se determina que la Vulnerabilidad de la Variable es de grado Alta, ya que “las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

“Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia, pero en casos aislados, Existe cierta coordinación intersectorial” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011).

“No existe madurez política. Las instituciones privadas, generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), asignando el valor del grado de vulnerabilidad de:

$$O_c = 0.70$$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad Política e Institucional a través de la siguiente formula:

$$V_{PI} = \frac{PL + O_c}{3}$$

Reemplazando valores tenemos que:  $V_{PI} = 0.7$

Por lo que según la Tabla N° 20 la Vulnerabilidad Política e Institucional tiene un grado de ALTA.

#### **3.4.4.2.7 Vulnerabilidad Cultura e Ideológica (VCI):**

Se ha determinado el grado de la vulnerabilidad de las siguientes variables:

- **Conocimiento colectivo sobre la ocurrencia pasada de peligros (Cc):**

De la Tabla N°31 se asigna que la Vulnerabilidad de esta variable es de grado Medio debido al área de influencia cuenta con un indicador de que “Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), correspondiéndole un valor de:  $Cc = 0.40$



○ **Percepción local del riesgo (PI).**

De la Tabla N°32 se determina que la Vulnerabilidad de la Variable es de grado Alto, debido a que tiene como indicador que “La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico – religiosa sobre la ocurrencia y consecuencia de desastres” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), correspondiéndole un valor de:  $PI = 0.60$

○ **Actitud frente al riesgo (Ar).**

De la Tabla N° 33 se determina que la Vulnerabilidad de la Variable es de grado Alto, ya que “existe actitud escasamente previsor de la mayoría de la población. La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico – religiosa sobre la ocurrencia y consecuencia de desastres” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), correspondiéndole el valor de:  $PI = 0.70$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad Cultural e Ideológica a través de la siguiente formula:

$$V_{CI} = \frac{Cc + Pl + Ar}{3}$$

Reemplazando valores tenemos que:  $V_{CI} = 0.57$

Por lo que según la Tabla N° 20 la Vulnerabilidad Cultural e Ideológica tiene un grado de Vulnerabilidad ALTA.

**3.4.4.2.8 Vulnerabilidad Científica y Tecnológica (VCT):**

Se ha determinado el grado de la vulnerabilidad de las siguientes variables:

○ **Información y Soporte Técnico (Is):**

De la Tabla N°34 se determina que la Vulnerabilidad de esta variable es de Alto grado, debido a que ya que “existen estudios sobre el lugar, que pueden servir tangencialmente a la

estimación del Riesgo del Lugar en estudio. Los centros de investigación y/o organismos del estado cuentan con información algún tipo de información aislado del lugar. El área no cuenta con equipos tecnológicos que puedan monitorear y analizar el peligro, tampoco Mitigarlo. No existen técnicos calificados que puedan asesorar en la gestión del riesgo de desastre (prevención y mitigación)” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), correspondiéndole el valor de:  $I_s = 0.70$

○ **Conocimiento y cumplimiento de recomendaciones (Cc).**

De la Tabla N° 35 se ha determinado que la Vulnerabilidad de la Variable es de Alto grado, ya que “La población posee un conocimiento básico sobre los estudios realizados en el centro urbano o rural de los peligros más recurrentes, no cumpliendo las recomendaciones dadas, la minoría de la población tiene una percepción realista y más místico – religiosa sobre la ocurrencia y consecuencia de desastres” (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011), por lo que se le asigna el valor de:  $C_c = 0.70$

Establecidos los valores de cada variable, realiza el cálculo de la vulnerabilidad Científica y Tecnológica a través de la siguiente formula:

$$V_{CT} = \frac{I_s + C_c}{2}$$

Reemplazando valores tenemos que:  $V_{CT} = 0.70$

Por lo que según la Tabla N° 20 la Vulnerabilidad Científica y Tecnológica tiene un grado de Vulnerabilidad ALTA.

### 3.4.4.2.9 Ponderación y Estratificación de la Vulnerabilidad Total.

Considerando los valores obtenidos por los ocho (08) tipos de vulnerabilidades: Física, Ambiental y - Segunda Etapa Ecológica, Económica, Social, Educativa, Cultural e Ideológica, Política e Institucional, Científica y Tecnológica, determinara la Vulnerabilidad Total a través de la siguiente formula:

$$V_T = \frac{VF + VAe + VE + VS + VEd + VPI + VCI + VCT}{8}$$

En donde:

VT	=	Vulnerabilidad Total
VF	=	Vulnerabilidad Física
VAE	=	Vulnerabilidad Ambiental - Ecológica
VE	=	Vulnerabilidad Económica
VS	=	Vulnerabilidad Social
VEd	=	Vulnerabilidad Educativa
VPI	=	Vulnerabilidad Política – Institucional
VCI	=	Vulnerabilidad Cultural – Ideológica
VCT	=	Vulnerabilidad Científica – Tecnológica

Reemplazando valores:

$$V_T = \frac{0.75 + 0.575 + 0.65 + 0.425 + 0.75 + 0.70 + 0.57 + 0.70}{8}$$

$$VT = 0.64$$

Por lo tanto, ingresamos con este valor a la Tabla N°20 y determinamos que el Grado de Vulnerabilidad de la zona del proyecto es de **ALTO GRADO**.

### 3.5 DISEÑO HIDRAULICO:

#### 3.5.1 Consideraciones de Diseño

Dentro del marco para la elaboración de la tesis, se ha considerado aprovechar sin limitación los resultados de los estudios ingenieriles básicos, elaborados como partes integrantes del presente estudios, especialmente en lo que se refieren a los estudios de Topografía, geología y geotecnia, y también a la evaluación del régimen hidrológico de la cuenca del río Virú; y todos los conocimientos sobre el trazo del eje y definición del ancho de encauzamiento.

Bajo las circunstancias indicadas se realizará la evaluación hidráulica del cauce del río Virú en el tramo Zaraqúe Puente Virú, con la finalidad de determinar los parámetros de diseño hidráulico de las estructuras de protección.

De acuerdo con la práctica ingenieril para el diseño de obras de defensas contra inundaciones y de encauzamiento se distinguen lo siguiente:

##### 3.5.1.1 Trazo del Eje del Cauce del Río Virú:

Para realizar el trazo de ha considerado los siguientes aspectos:

- Existencia de Infraestructura Vial de cruce del río Virú ubicados en el Km 7+225.00 (Puente Alameda) y Km 10+740.50 (Puente Virú), en cuyos tramos son de cruce obligatorio debiéndose adecuarse a la sección existente.

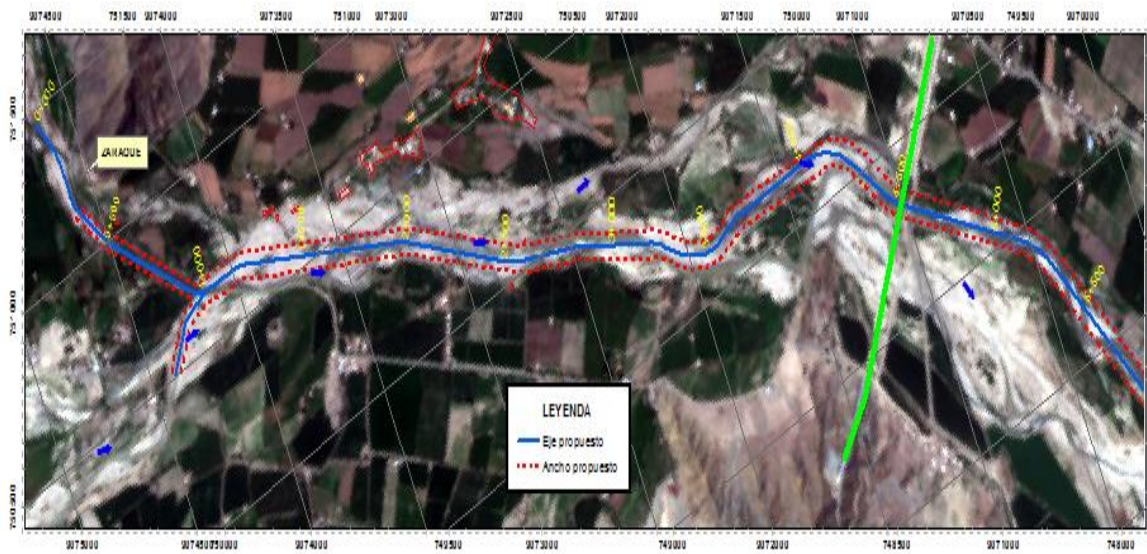
**Imagen 33 : Infraestructura vial existente en el tramo de estudio**



Fuente: Elaboración Propia

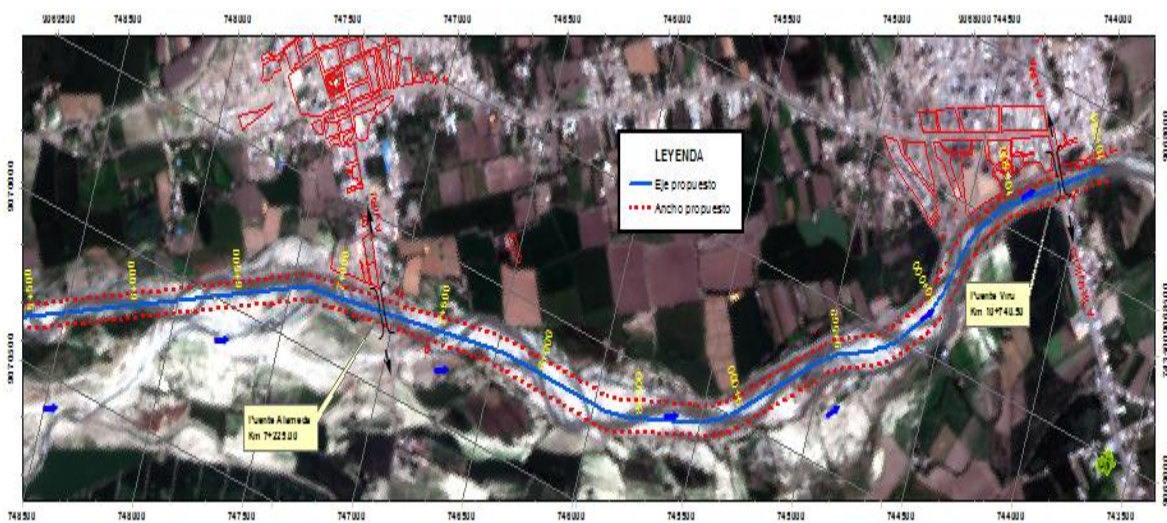
- Sinuosidad del cauce del río Virú, la cual en la última avenida de río Virú se han formado varios cauces secundarios, los cuales se han rectificado en tramos rectos o en su defecto en curvas de grandes radios, en las siguientes imágenes se muestra la rectificación del cauce del río.

**Imagen 34 : Rectificación del cauce del río Virú Km 0+000 - 5+500**



*Fuente: Elaboración Propia*

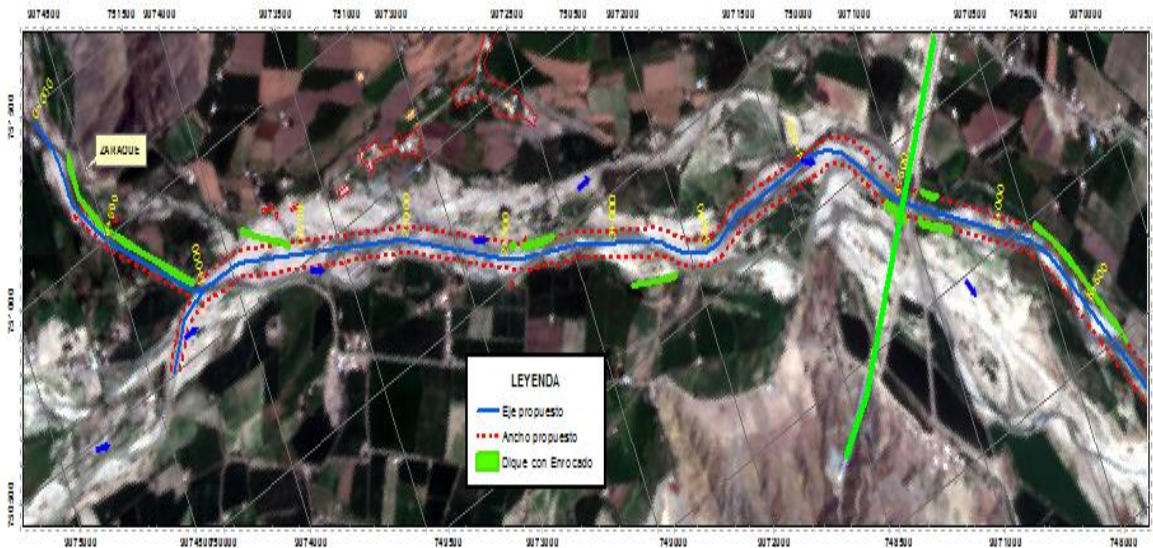
**Imagen 35 : Rectificación del cauce del río Virú Km 5+500 - 10+940**



*Fuente: Elaboración Propia*

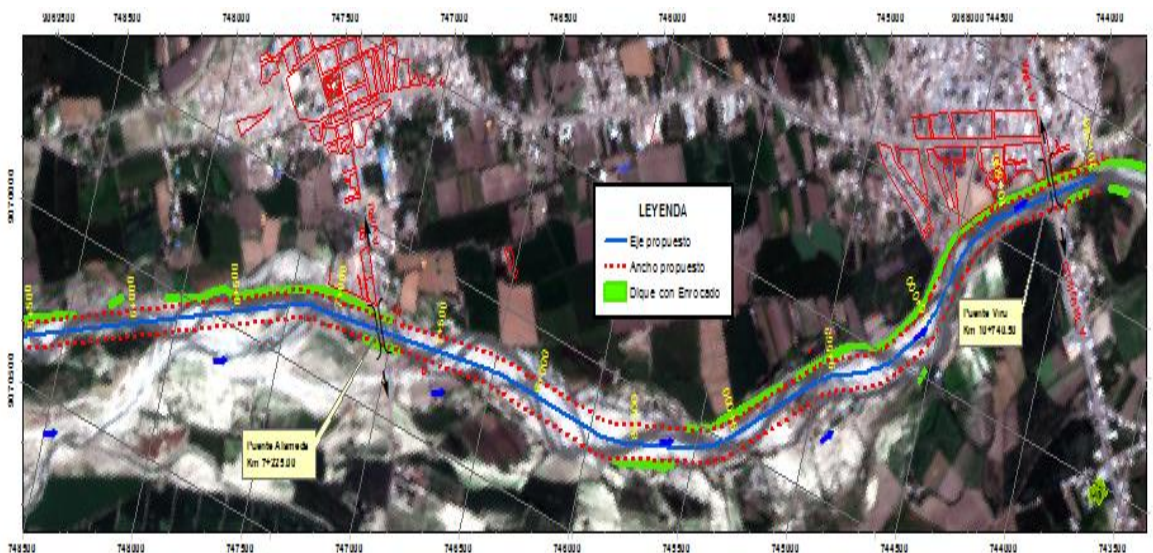
- Existencia de estructuras de protección compuestas por diques enrocados, los mismo que se encuentra en erosionados, sin embargo, nos permitieron definir el ancho del cauce de río en el tramo de estudio.

**Imagen 36 : Estructura de protección existente en el río Virú Km 0+000 - 5+500**



*Fuente: Elaboración Propia*

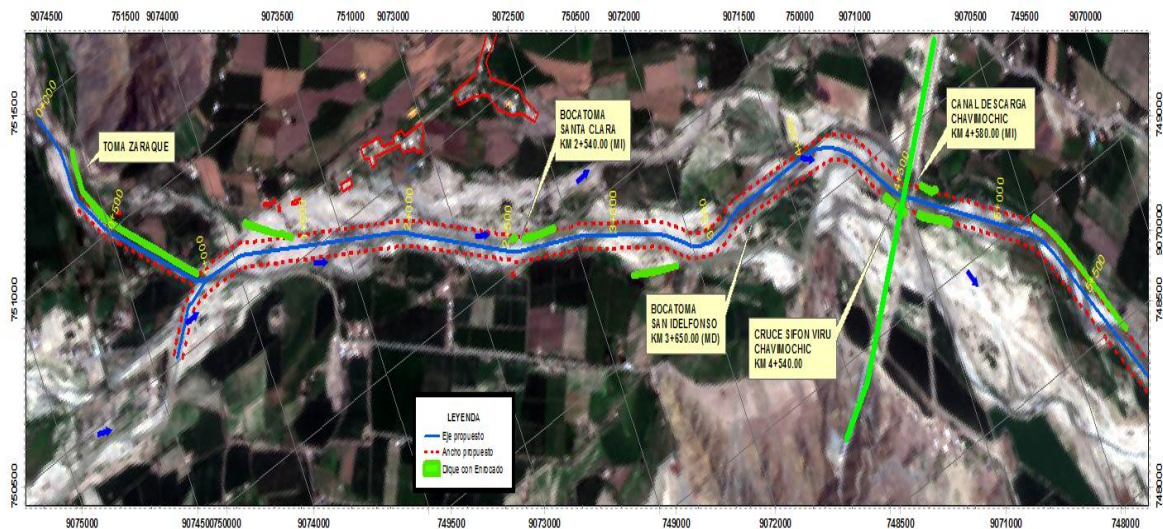
**Imagen 37 : Estructuras de protección existente en el río Virú Km 5+500 - 10+940**



*Fuente: Elaboración Propia*

- Existencia de la siguiente infraestructura de riego: Bocatoma Zaraque, Bocatoma Santa Clara Km 2+540 (margen izquierda), Bocatoma San Idelfonso Km 3+650 (margen derecha), Canal de Descarga y Cruce del Sifón Virú del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC en el Km 4+580 los cuales son de paso obligatorio del eje.

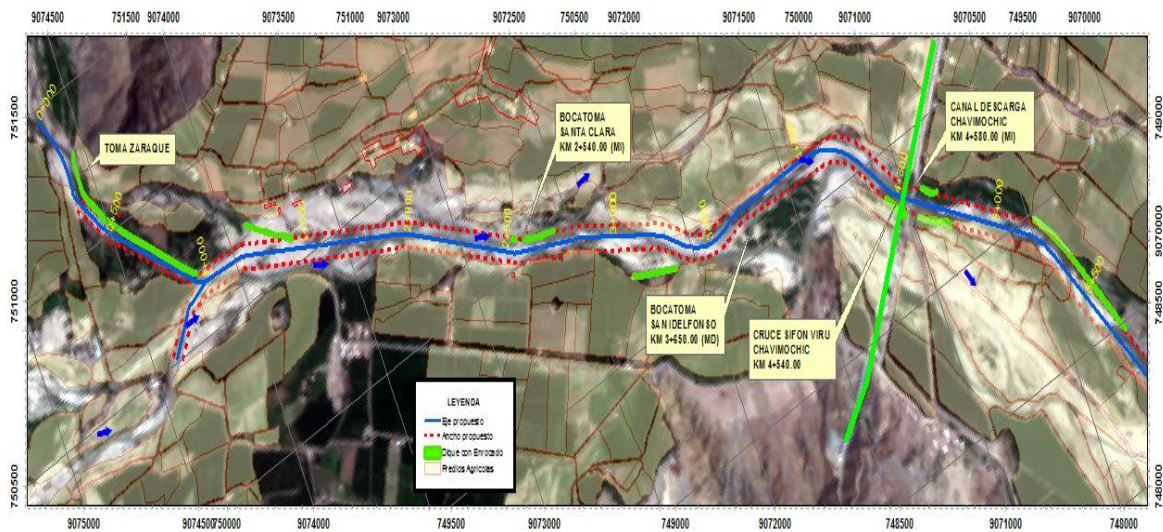
**Imagen 38 : Infraestructura de riego existente en el río Virú Km 0+000 - 5+500**



**Fuente: Elaboración Propia**

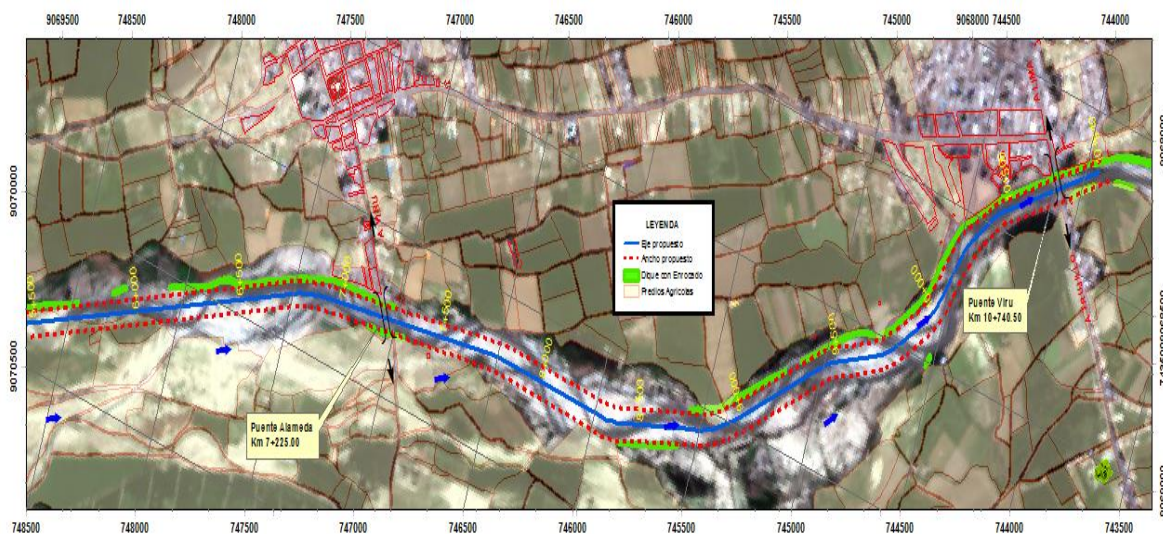
- Predios agrícolas que colindan con el cauce del río Virú en el tramo de estudio, se ha considerado sus límites para el trazo del eje con la finalidad de no afectar predios que ocasione reclamos de los propietarios, que en una eventual ejecución del proyecto impida el desarrollo del mismo.

### Imagen 39 : Predios Agrícolas que colindan con el río Virú Km 0+000 - 5+500



Fuente: Elaboración Propia

### Imagen 40 : Predios agrícolas que colindan con el río Virú Km 5+500 - 10+940

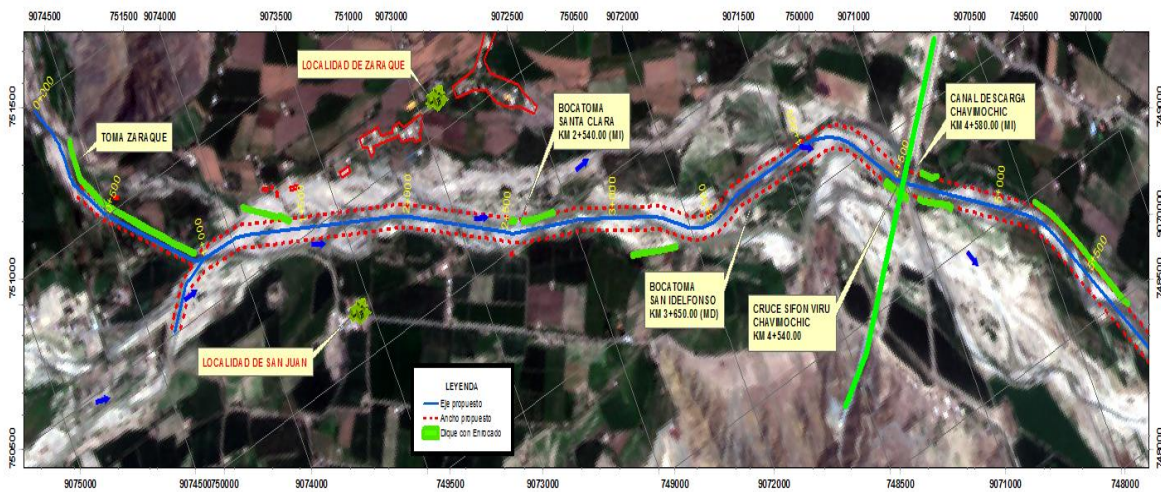


Fuente: Elaboración Propia

- Centros poblados rurales y áreas urbanas asentadas sobre las márgenes del río Virú, en las que se encuentra centro poblado rural de Zaraque, Población urbana de la localidad de Virú (Sector Alameda) y población urbana de la localidad de Puente Virú sobre la margen izquierda y la Población de la localidad de San Juan y Cerrito en la margen derecha.

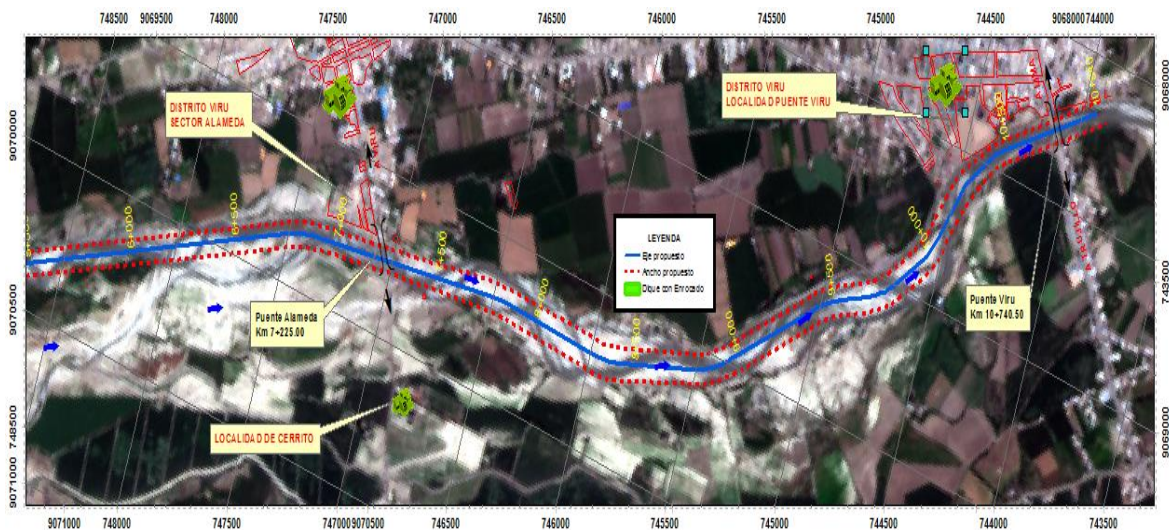


**Imagen 41 . Centros poblados que colindan con el río Virú Km 0+000 - 5+500**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen 42 : Centros poblados que colindan con el río Virú Km 5+500 - 10+636**



*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.5.1.2 Caudales de Diseño:

El caudal de diseño corresponde al calculado para el periodo de retorno de 140 años,  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3.5.2 Dimensionamiento del Cauce del Río Virú:

#### 3.5.2.1 Calculo del Ancho Estable.

El estudio de la sección estable, tiene como finalidad determinar el ancho de la sección óptima del río que permita circular a través de

ella el caudal máximo estimado en condiciones de equilibrio hidráulico, es decir que el flujo de agua no origine ni erosión ni tampoco sedimentación. El conocimiento de su valor, nos permite definir el dimensionamiento longitudinal de las estructuras de protección necesarias para el tratamiento del cauce del río Virú en el tramo Zaraqque – Puente Virú. Considerando que el cauce en el tramo de estudio está conformado por material granular (grava y arena); para analizar su estabilidad, es decir obtener una sección estable para que pueda controlar el desplazamiento del flujo del río Virú, se ha utilizado las siguientes métodos de cálculo, método de Blench, método de Altunin – Manning, método de Pettis y el método de Simons y Henderson, todas ellas empíricas y bajo la teoría del régimen estables, cuyos cálculos y resultados se muestran en los Cuadros N°30 y 31.

**Cuadro 30 . Cálculo del ancho estable del río Virú Km 0+000 - Km 4+526**

DATOS			METODO DE PETTIS	METODO DE SIMONS Y HENDERSON			METODO DE ALTUNIN - MANNING						METODO DE BLENCH				ANCHO PROMEDIO	ANCHO ELEGIDO	OBSERVACIONES		
TRAMO DE A	Q DISEÑO (m³/seg)	Pendiente (m/m)	B = 4.44 Q <sup>0.5</sup>	B = K <sub>1</sub> Q <sup>1/2</sup>			B = (Q <sup>1/2</sup> /S <sup>1/5</sup> ) (n K <sup>5/3</sup> ) <sup>3/(3+5m)</sup>						B = 1.81(Q F <sub>0</sub> /F <sub>s</sub> ) <sup>1/2</sup>				B (m)	B (m)		B (m)	
				Valores rugosidad de Manning (n)	Coeficiente Material del Cauce		Coeficiente de Tipo de Rio		B (m)		Factores										
			B (m)	Condiciones de Fondo de rio	K <sub>1</sub>	B (m)	Descripción	n	Descripción	K	Descripción	m	B (m)	Factor de Fondo	F <sub>0</sub>	Factor de Orilla	F <sub>s</sub>	B (m)	B (m)	B (m)	
0+000.00 - 0+527.00	393.53	0.01560	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Torrentes con derrubio grueso y acarreo movil = 0.045 - 0.050	0.05	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	54.38	Material Grueso	1.2	Materiales ligeramente cohesivos	0.2	87.95	71.98	50.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, considerando la existencia de infraestructura de proteccion a la margen izquierda en buen estado.
0+527.00 - 1+000.00	393.53	0.01100	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Torrentes con derrubio grueso y acarreo movil = 0.045 - 0.050	0.05	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	58.31	Material Grueso	1.2	Materiales ligeramente cohesivos	0.2	87.95	72.97	50.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, considerando la existencia de infraestructura de proteccion a la margen izquierda en buen estado.
1+000.00 - 1+520.00	393.53	0.01020	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	54.45	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	81.11	75.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, considerando los predios agricolas.
1+520.00 - 2+620.00	393.53	0.01130	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	53.34	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	80.83	75.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, existencia de Bocatoma Santa Clara en la margen izquierda y limite de terrenos agricolas sobre la margen derecha.
2+620.00 - 3+700.00	393.53	0.00980	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	54.88	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	81.22	75.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, existencia de Bocatoma San Idelfonso en la margen derecha y limite de terrenos agricolas sobre la margen izquierda.
3+700.00 - 4+580.00	393.53	0.00970	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	55.00	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	81.25	75.00	Ancho del cauce en cruce de Baden Viru , Canal de Descraga PECH y cruce de Sifon Virú.

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 31 : Cálculo del ancho estable del río Virú Km 4+256 - Km 10+636**

DATOS			METODO DE PETTIS	METODO DE SIMONS Y HENDERSON			METODO DE ALTUNIN - MANNING						METODO DE BLENCH				ANCHO PROMEDIO	ANCHO ELEGIDO	OBSERVACIONES			
TRAMO		Q DISEÑO (m³/seg)	Pendiente (m/m)	B = 4.44 Q <sup>0.5</sup>			B = (Q <sup>1/2</sup> /S <sup>1/5</sup> ) (n K <sup>5/3</sup> ) <sup>2/3(3+5m)</sup>						B = 1.81(Q F <sub>o</sub> /F <sub>s</sub> ) <sup>1/2</sup>				B (m)	B (m)		B (m)		
DE	A			B (m)	Condiciones de Fondo de río	K <sub>r</sub>	B (m)	Descripción	n	Descripción	K	Descripción	m	B (m)	Factor de Fondo	F <sub>o</sub>	Factor de Orilla	F <sub>s</sub>		B (m)	B (m)	B (m)
4+580.00	- 5+400.00	393.53	0.00930	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	52.75	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	80.69	75.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, considerando la existencia de infraestructura de protección a la margen izquierda y límite de terrenos agrícolas .
5+400.00	- 6+520.00	393.53	0.00870	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	53.46	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	80.86	75.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, considerando la existencia de infraestructura de protección a la margen izquierda y límite de terrenos agrícolas .
6+520.00	- 7+220.00	393.53	0.00690	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	Material aluvial = 8 a 12	8	Para cauces aluviales	1	56.00	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	81.50	75.00	Ancho del cauce en el Puente Alameda
7+220.00	- 7+620.00	393.53	0.00690	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16	Para cauces aluviales	1	86.36	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	89.09	90.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, existencia de infraestructura de protección sobre la margen izquierda y límite de terrenos agrícolas sobre las margens del río.
7+620.00	- 8+540.00	393.53	0.00710	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16	Para cauces aluviales	1	85.87	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	88.97	90.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, existencia de infraestructura de protección sobre la margen izquierda y límite de terrenos agrícolas sobre las margens del río.
8+540.00	- 10+940.00	393.53	0.00540	88.08	Fondo y orillas de grava	2.9	57.53	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16	Para cauces aluviales	1	90.70	Material Grueso	1.2	Materiales sueltos	0.1	124.38	90.17	90.00	Ancho del cauce en el Puente Viru

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la teoría del régimen el ancho estable para un caudal de diseño de 393.53 m<sup>3</sup>/s, dentro del marco de los regímenes hidrológico e hidráulico se considera 03 tramos que se ajustan a las condiciones actuales del río Virú, por lo que se tomara un ancho de la sección estable de 50 metros en el tramo Km 0+000.00 a Km 1+00.00 (Unión con la quebrada Carabamba), 75 metros en el tramo Km 1+000.00 a Km 7+220.00 y de 90 m en el tramo Km 7+220.00 – 10+940.00, se consideran éstos valores con la finalidad de alcanzar su condición de equilibrio, que permitirá tener un nivel de flujo adecuado. Ver cuadro N° 32.

**Cuadro 32 : Ancho estable del río Virú**

DATOS			ANCHO PROMEDIO	ANCHO ELEGIDO	OBSERVACIONES
TRAMO		Q DISEÑO (m <sup>3</sup> /seg)			
DE	A		B (m)	B (m)	
0+000.00	- 1+000.00	393.53	72.48	50.00	Ancho que se ajusta al tramo de estudio, considerando la existencia de infraestructura de protección a la margen izquierda en buen estado.
1+000.00	- 7+220.00	393.53	81.07	75.00	Ancho del cauce que se ajusta a las condiciones actuales, considerando la existencia de infraestructura de riego existente en sus margenes (Bocatomas Santa Clara y San Idelfonso, Cruce Sifon Viru y Salida del Canal de Descarga), Infraestructura Vial (Puente Alameda), Defensas existentes y límite de terrenos agrícolas sobre las margenes del río.
7+220.00	- 10+940.00	393.53	89.41	90.00	Ancho del cauce que se ajusta a las condiciones actuales, considerando la existencia de Infraestructura Vial (Puente Viru), Defensas existentes sobre la margen izquierda y límites de terrenos agrícolas sobre las margenes del río.

*Fuente: Elaboración Propia*

Los anchos considerados proporcionan mejores condiciones para el alineamiento del eje proyectado, el cual está adecuado a la faja marginal delimitada por la Autoridad Nacional del Agua.

### 3.5.2.2 Cálculo de la Altura respecto al ancho estable del río Virú.

Considerando los resultados del ancho estable, de los tramos analizados del río Virú, se procede a realizar el cálculo preliminar de la

altura de los diques o estructuras de encauzamiento, que permitan el tránsito de la avenida de diseño, para lo cual se ha utilizado el MÉTODO DE MANNING - STRICKLER ( $B > 30$  m), cuyos cálculos y resultados se presentan en los cuadros N°33 y 34.

De los resultados obtenidos se ha considerado como redimensionamientos que la altura que debería tener las estructuras de protección son de 3.50 metros para el tramo Km 0+000 a 1+000, de 3.00 metros para el tramo Km 1+000 a 7+220 y de 2.50 m para el tramo Km 7+220 a 10+940, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 33 : Altura dique de encauzamiento del río Virú**

DATOS		ANCHO ESTABLE B (m)	TIRANTE PROMEDIO y (m)	ALTURA PROMEDIO H (m)	ALTURA ELEGIDA (m) B (m)	SECCION TIPICA	
TRAMO DE	A						Q DISEÑO (m <sup>3</sup> /seg)
0+000.00 -	1+000.00	393.53	50.00	2.10	2.79	3.50	
1+000.00 -	7+220.00	393.53	75.00	1.55	2.16	3.00	
7+220.00 -	10+940.00	393.53	90.00	1.49	1.97	2.50	

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Con los resultados obtenidos se realizará la simulación hidráulica como condición propuesta en la cual se determinará y validará las alturas consideradas para cada tramo evaluado del río Virú.

**Cuadro 34 : Cálculo Hidráulico altura muro de encauzamiento del río Virú Km 0+00 - Km 4+256**

DATOS					CÁLCULO DEL TIRANTE			Formula de Manning : Velocidad Media (m/s) >>>> $V = R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n$										Numero de Froude : $F = V / (g \cdot y)^{1/2}$			ALTURA DE PROTECCION (H)			
TRAMO	Q DISEÑO (m³/seg)	Pendiente (m/m)	Ancho Estable (m)	MÉTODO DE MANNING - STRICKLER (B > 30 M)		Tirante medio (m)	Taluz de Borde	Perímetro (m)	Área (m²)	Radio Hidráulico R = A / P	Pendiente (m/m)	Coeficiente de Rugosidad de Manning	Velocidad (m/s)	Aceleración de la Gravedad	ym= A/B	F	H = y + BL							
				$t = ((Q / (Ks \cdot B \cdot S^{1/2}))^{3/5}$	t (m)												Bordo Libre BL = e e		ALTURA DE PROTECCION N(H)					
DE - A	Q	S	B	Descripción	Ks	y	Z	P	A	R	S	Descripción	n	V	g	y	F	e	e = V²/2g	BL	H (m)			
0+000.00 - 0+527.00	393.53	0.01560	50.00	Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 19 - 22	20	1.99	2	50.94	91.58	1.80	0.01560	Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050	0.050	3.70	9.81	1.83	0.87	1.1	0.70	0.77	2.76			
0+527.00 - 1+000.00	393.53	0.01100	50.00	Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 19 - 22	20	2.21	2	51.04	100.73	1.97	0.01100	Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050	0.050	3.30	9.81	2.01	0.74	1.1	0.55	0.61	2.82			
1+000.00 - 1+520.00	393.53	0.01020	75.00	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 25 - 28	25	1.55	2	75.73	111.45	1.47	0.01020	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.040	3.26	9.81	1.49	0.85	1.1	0.54	0.60	2.15			
1+520.00 - 2+620.00	393.53	0.0113	75.00	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 25 - 28	25	1.50	2	75.71	108	1.43	0.01130	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.040	3.37	9.81	1.44	0.90	1.1	0.58	0.64	2.14			
2+620.00 - 3+700.00	393.53	0.00980	75.00	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 25 - 28	25	1.57	2	75.74	112.82	1.49	0.00980	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.040	3.23	9.81	1.50	0.84	1.1	0.53	0.58	2.15			
3+700.00 - 4+580.00	393.53	0.00970	75.00	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 25 - 28	25	1.57	2	75.74	112.82	1.49	0.00970	Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.040	3.21	9.81	1.50	0.84	1.1	0.53	0.58	2.15			

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 35 : Cálculo hidráulico altura muro de encauzamiento del río Virú Km 4+256 - Km 10+636**

DATOS					CÁLCULO DEL TIRANTE				Formula de Manning : Velocidad Media (m/s) $V = R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n$								Numero de Froude : $F = V / (g \cdot y)^{1/2}$			ALTURA DE PROTECCION (H)			
TRAMO	Q DISEÑO (m³/seg)	Pendiente (m/m)	Ancho Estable (m)	MÉTODO DE MANNING - STRICKLER (B > 30 M)		Tirante medio (m)	Taluz de Borde	Perímetro (m)	Área (m²)	Radio Hidráulico R = A / P	Pendiente (m/m)	Coeficiente de Rugosidad de Manning	Velocidad (m/s)	Aceleración de la Gravedad	ym = A/B	F	H = y + BL						
				$t = ((Q / (Ks \cdot B \cdot S^{1/2}))^{3/5}$	t (m)												Bordo Libre BL = $\epsilon \cdot e$		ALTURA DE PROTECCION N (H)				
DE - A	Q	S	B	Descripción	Ks	1.49	y	Z	P	A	R	S	Descripción	n	V	g	y	F	$\epsilon$	$e = V^2/2g$	BL	H (m)	
4+580.00 - 5+400.00	393.53	0.00930	75.00	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28	28		1.49	1.49	2	75.70	107.31	1.42	0.00930	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	3.48	9.81	1.43	0.93	1.1	0.62	0.68	2.17
DE - A	Q	S	B	Descripción	Ks	1.52	y	Z	P	A	R	S	Descripción	n	V	g	y	F	$\epsilon$	$e = V^2/2g$	BL	H (m)	
5+400.00 - 6+520.00	393.53	0.00870	75.00	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28	28		1.52	1.52	2	75.72	109.38	1.44	0.00870	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	3.40	9.81	1.46	0.90	1.1	0.59	0.65	2.17
DE - A	Q	S	B	Descripción	Ks	1.63	y	Z	P	A	R	S	Descripción	n	V	g	y	F	$\epsilon$	$e = V^2/2g$	BL	H (m)	
6+520.00 - 7+220.00	393.53	0.00690	75.00	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28	28		1.63	1.63	2	75.77	116.94	1.54	0.00690	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	3.16	9.81	1.56	0.81	1.1	0.51	0.56	2.19
DE - A	Q	S	B	Descripción	Ks	1.46	y	Z	P	A	R	S	Descripción	n	V	g	y	F	$\epsilon$	$e = V^2/2g$	BL	H (m)	
7+220.00 - 7+620.00	393.53	0.00690	90.00	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28	28		1.46	1.46	2	90.69	127.14	1.40	0.00690	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	2.97	9.81	1.41	0.80	1.1	0.45	0.49	1.95
DE - A	Q	S	B	Descripción	Ks	1.45	y	Z	P	A	R	S	Descripción	n	V	g	y	F	$\epsilon$	$e = V^2/2g$	BL	H (m)	
7+620.00 - 8+540.00	393.53	0.00710	90.00	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28	28		1.45	1.45	2	90.68	126.3	1.39	0.00710	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	3.00	9.81	1.40	0.81	1.1	0.46	0.50	1.95
DE - A	Q	S	B	Descripción	Ks	1.57	y	Z	P	A	R	S	Descripción	n	V	g	y	F	$\epsilon$	$e = V^2/2g$	BL	H (m)	
8+540.00 - 10+940.00	393.53	0.00540	90.00	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28	28		1.57	1.57	2	90.74	136.37	1.50	0.00540	Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	2.75	9.81	1.52	0.71	1.1	0.39	0.42	1.99

Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.3 Cálculo Hidráulico mediante el modelo HEC-RAS.

Con el dimensionamiento del cauce estable de río, se realizará una estimación confiable de los parámetros hidráulicos para un caudal de diseño  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$ , utilizando el software HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos "U.S. Corp. of Engineers Hydrological Center, HEC".

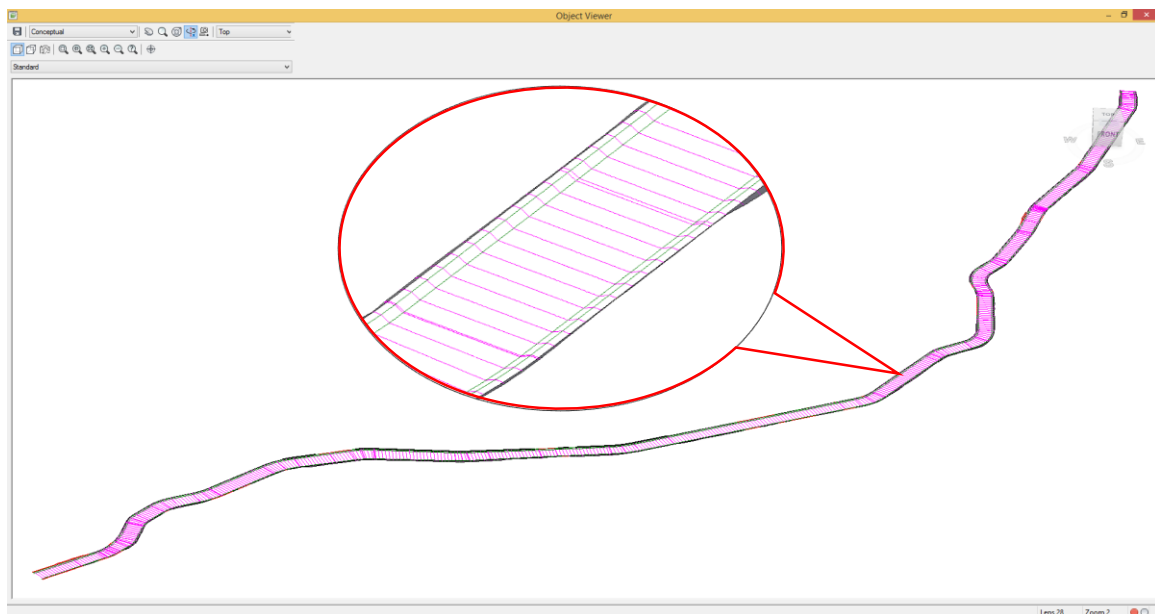
#### 3.5.3.1 Datos de Entrada

##### 3.5.3.1.1 Generación de la Geometría de Cauce.

Con los resultados obtenidos en el dimensionamiento del cauce de río Virú, se ha generado la geometría de la condición propuesta necesaria para su ingreso al HEC-RAS, realizando los siguientes pasos:

- a) Con los resultados del cálculo del ancho estable y altura de las estructuras de protección se ha elaborado el diseño correspondiente en el software AutoCAD Civil 3D, en la cual se ha proyectado los diques de encauzamiento en base a los parámetros ya estimados, generando el corredor de la condición propuesta, cuyo resultado de muestra en la imagen N° 43.

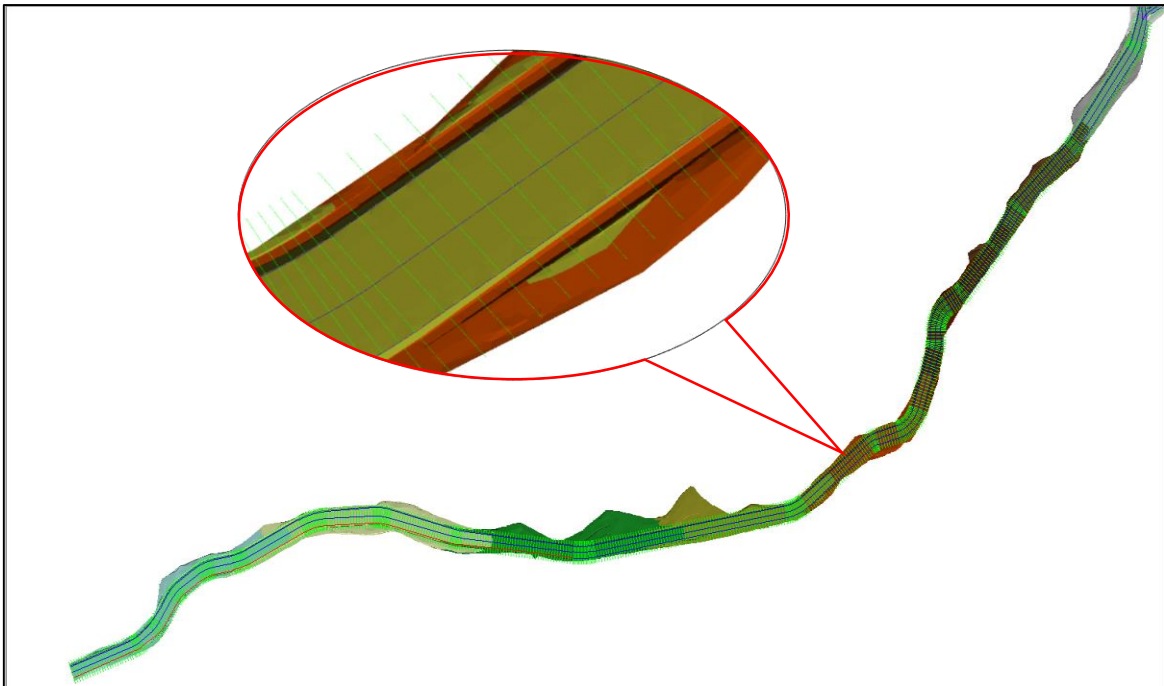
**Imagen 43 : Creación del corredor de la condición propuesta**



Fuente: *Elaboración Propia*

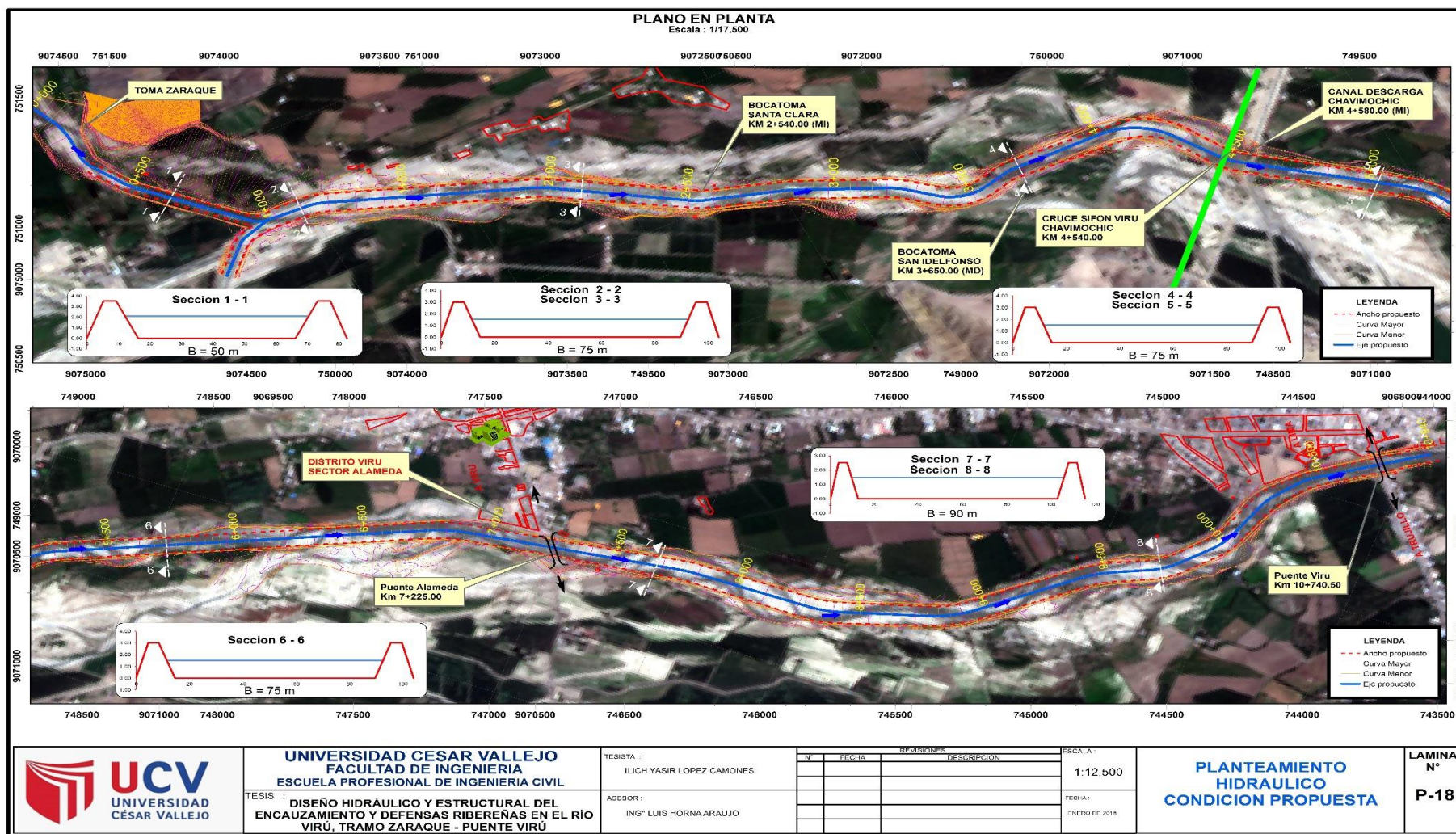
- b) Creación de la Superficie de terreno en la condición propuesta (Curvas de Nivel), con el Software AutoCAD Civil 3D, generando con esto el planteamiento hidráulico para el cauce del río Virú en la condición propuesta cuyos resultados se muestran en la imagen N°45.
- c) A partir de la curva de nivel generadas en la condición propuesta a través del software Arc Gis, se ha realizado el pre procesamiento de la información , generando el Modelo Digital de Elevación (TIN), el cual es la representación digital de la superficie del terreno; este conjunto de capas (formatos ráster) corresponde a la información requerida para el procesamiento de la geometría del cauce en la extensión de HEC GEO RAS, a través del cual se ha generado los Layers (capas) del eje de rio (river), bancos (Banks), dirección del flujo (Flowpath) y secciones transversales (XSCutlines) , según se muestra en la imagen siguiente.

**Imagen 44 : Pre - procesamiento de la geometría del río Virú en la condición propuesta**




Fuente: *Elaboración Propia*

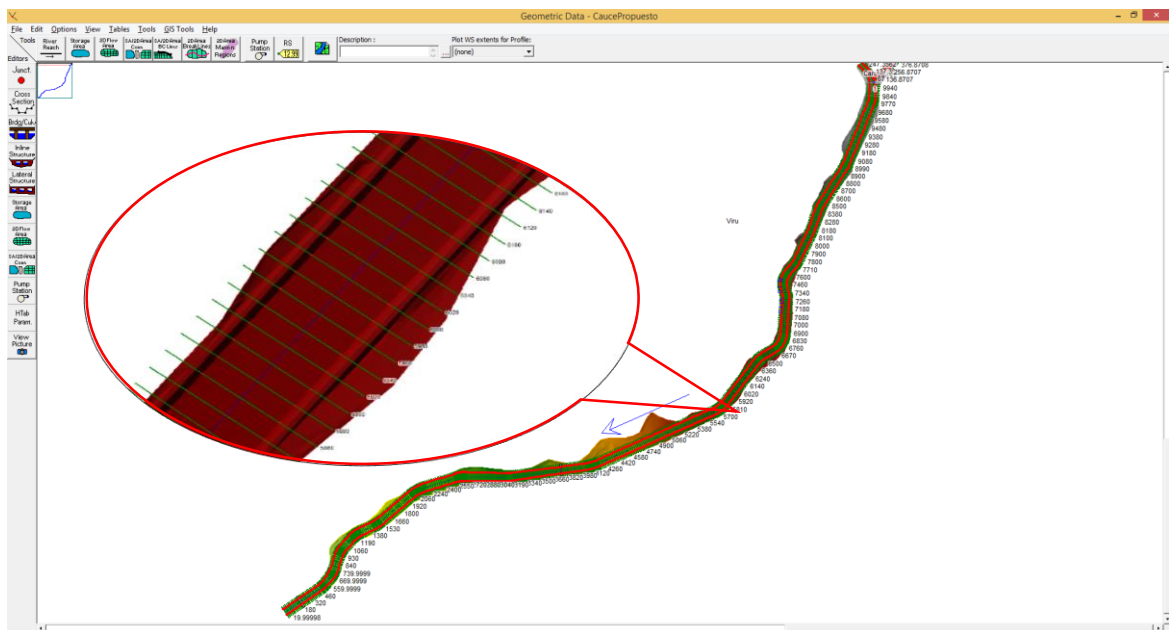
Imagen 45 : Planteamiento Hidráulico del río Virú en la condición propuesta



Fuente: Elaboración Propia

- d) Realizado el pre – procesamiento de la geometría del cauce del río Virú, se realizó del procesamiento respectivo generando las capas de River 3D y XsCutLines 3D, necesarios para le exportación de la geometría, como resultado de la exportación se creó el archivo  GISZRAS.RASImport , el cual corresponde a la data de la geometría del cauce que será importado por el HEC RAS.
- e) Con el empleo del software HEC RAS, se importa el archivo creado, teniendo como resultado el ingreso de la geometría del cauce del río Virú en su condición propuesta, en la cual se realizará el modelamiento hidráulico correspondiente, en la siguiente imagen se muestra la geometría del cauce del río ingresada al HEC RAS.

**Imagen 46 : Geometría del cauce del río Virú en la condición propuesta importada al HEC RAS**



Fuente: *Elaboración Propia*

### 3.5.3.1.2 Coeficientes de Manning

Otro factor importante que se ha tenido en cuenta es la estimación del coeficiente de rugosidad del modelo hidráulico del tramo de estudio, para lo cual se ha empleado conjuntamente

la información de la Tabla del Anexo N°01 y la inspección de campo realizada por el tesista, para lo cual se ha considerado los siguientes tramos:

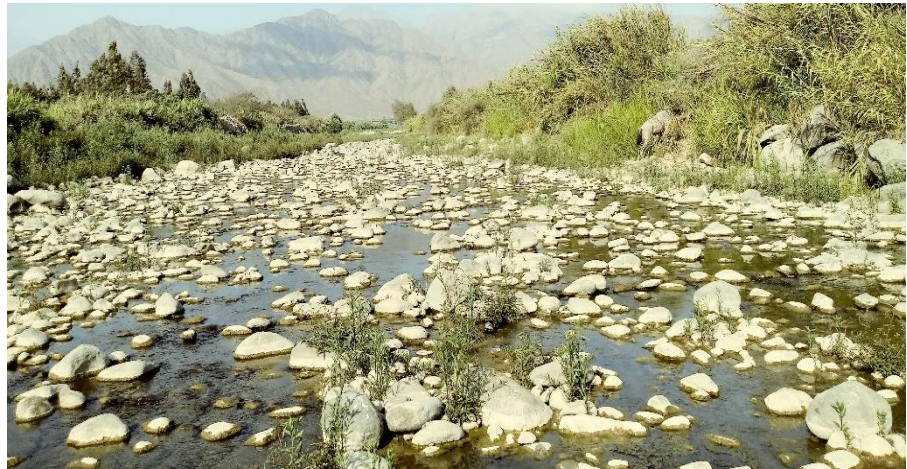
**Tramo Km 0+000 – 1+000:** Para el cauce principal del río Virú en este tramo de estudio se tiene un  $n = 0.045$ , ya se trata de un cauce recto en su mayor longitud con la presencia de rocas de grandes diámetros, para las riberas y planicies de inundación paralelas al cauce principal se asume un coeficiente ligeramente superior al del cauce,  $n = 0.050$ , considerándolo adecuado debido a que se cuenta con protección con roca grande y presencia de vegetación los cuales tiene mayor resistencia al flujo y permite obtener niveles mayores de flujo.

**Tramo Km 1+000 – 4+600:** Para el cauce principal del río Virú en este tramo de estudio se tiene un  $n = 0.040$ , ya se trata de un cauce recto en su mayor longitud con la presencia de piedras de tamaño de una cabeza, para las riberas y planicies de inundación paralelas al cauce principal se asume un coeficiente ligeramente superior al del cauce,  $n = 0.045$ , considerándolo adecuado debido a que se plantea la construcción de protección con roca grande los cuales tiene mayor resistencia al.

**Tramo Km 4+600 – 10+940:** Para el cauce principal del río Virú en este tramo de estudio se tiene un  $n = 0.035$ , ya se trata de un cauce recto en su mayor longitud con la presencia de gravas y arenas, para las riberas y planicies de inundación paralelas al cauce principal se asume un coeficiente ligeramente superior al del cauce,  $n = 0.040$ , considerándolo adecuado debido a se corresponden a áreas cultivadas.

En las siguientes Figuras se muestran las fotografías del tipo de material encontrado en el lecho del río, apreciando que el coeficiente de rugosidad asumido para cada tramo.

**Figura 9 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 0+00 - Km 1+000**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 10 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 1+000 - Km 2+580**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 11 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 2+580 - Km 4+600**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 12 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 4+600 - Km 7+300**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 13 : Descripción del material encontrado en el cauce del río Virú Km 7+300 - Km 10+640**



*Fuente: Elaboración Propia*

Estimados los coeficientes de rugosidad para cauce del río Virú en el tramo de estudios, se ingresan a la geometría importada al HEC RAS, teniendo como resultado la asignación de los coeficientes a cada sección transversal.

**Figura 14 . Coeficientes de Manning ingresados a la geometría del cauce (Software HEC RAS)**

Reach	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3	n #4	n #5
1 Viru	9939.115 1+000.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
2 Viru	9930 1+010.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
3 Viru	9920 1+020.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
4 Viru	9910 1+030.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
5 Viru	9900 1+040.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
6 Viru	9890 1+050.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
7 Viru	9880 1+060.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
8 Viru	9870 1+070.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
9 Viru	9860 1+080.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
10 Viru	9850 1+090.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
11 Viru	9840 1+100.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
12 Viru	9830 1+110.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
13 Viru	9820 1+120.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
14 Viru	9810 1+130.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
15 Viru	9800 1+140.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
16 Viru	9790 1+150.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
17 Viru	9780 1+160.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
18 Viru	9770 1+170.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
19 Viru	9760 1+180.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
20 Viru	9750 1+190.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
21 Viru	9740 1+200.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
22 Viru	9730 1+210.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
23 Viru	9720 1+220.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
24 Viru	9710 1+230.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
25 Viru	9700 1+240.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033
26 Viru	9690 1+250.00	n	0.033	0.045	0.04	0.045	0.033

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3.1.3 Condiciones iniciales o de Borde

Para la realización de un adecuado análisis de sensibilidad del modelo, se tomarán las siguientes consideraciones para el modelo hidráulico del tramo de estudio:

- En el tramo existen regímenes lentos y rápidos por lo que se considera realizar cálculo en un **Régimen del Flujo Mixto**, en el cual el software incluirá y combinará los resultados de los perfiles de flujo en los regímenes supercrítico y sub crítico.
- Se está considerando los valores propuestos por modelo para los coeficientes de expansión y contracción hidráulica, que son de 0.1 y 0.3 respectivamente.
- Las condiciones iniciales o de contorno se refieren a las condiciones necesarias para que el cálculo del perfil de flujo se realice en forma correcta, Para nuestro caso por la existencia de perfiles mixtos, se considera que el flujo está en condiciones normales, tanto para la sección



aguas abajo (Puente Virú) considerando un perfil sub crítico, como para la sección aguas arriba (Zaraque) en el caso del perfil supercrítico.

Por lo tanto, en el modelo HEC RAS se ingresa la pendiente del cauce para la estimación de la condición del flujo inicial, considerando el levantamiento topográfico realizado de la zona de estudio se tiene que las pendientes son de 0.0156 m/m y 0.0054 m/m para las secciones aguas arriba y aguas abajo respectivamente.

### **3.5.3.2 Resultados del Modelo Hidráulico.**

Ingresado la geometría del cauce del río Virú, coeficientes de rugosidad y condiciones de contorno calculados, se procede a ejecutar el modelo hidráulico para el caudal de diseño  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$  (periodo de retorno 140 años).

Como resultado del modelo hidráulico se obtienen tablas donde se presenta los resultados de las principales características del flujo para sección transversal, siendo las que presentan mayor interés para el estudio los niveles y velocidad del flujo, así como las condiciones del flujo crítico que nos indican el tipo de régimen del flujo que se presenta el tramo de estudio.

En los cuadros N° 36 al 43, se presentan los resultados de la simulación hidráulica para caudal de  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$ , periodo de retorno de 140 años, con cuyos resultados se procederá a dimensionar las estructuras de protección.

**Cuadro 36 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del Río Virú Km 0+000 - Km 1+400**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m <sup>2</sup> )	Espejo de Agua (m)	N° Froude
0+000.00	Q (PR140)	393.53	136.75	137.36	137.80	138.95	0.15619	5.40	71.51	131.86	2.29
0+020.00	Q (PR140)	393.53	136.44	137.58		137.90	0.01385	2.56	157.83	150.60	0.77
0+040.00	Q (PR140)	393.53	136.13	137.12	137.06	137.51	0.02039	2.81	142.70	154.51	0.91
0+060.00	Q (PR140)	393.53	135.81	136.74	136.69	137.11	0.02089	2.72	147.42	168.07	0.91
0+080.00	Q (PR140)	393.53	135.50	136.38		136.70	0.01858	2.51	158.13	183.90	0.85
0+100.00	Q (PR140)	393.53	135.00	136.06		136.33	0.01597	2.31	171.14	199.24	0.79
0+120.00	Q (PR140)	393.53	134.80	135.87		136.07	0.00816	1.98	200.75	209.02	0.64
0+140.00	Q (PR140)	393.53	134.56	135.68	135.39	135.89	0.00918	2.05	193.16	180.19	0.62
0+160.00	Q (PR140)	393.53	134.25	135.42	135.16	135.69	0.01099	2.30	171.03	147.71	0.68
0+180.00	Q (PR140)	393.53	133.93	135.10	134.94	135.45	0.01440	2.62	150.87	136.62	0.78
0+200.00	Q (PR140)	393.53	133.50	134.77	134.64	135.15	0.01544	2.70	144.83	132.06	0.81
0+220.00	Q (PR140)	393.53	133.25	134.55	134.36	134.89	0.01086	2.38	157.87	130.92	0.69
0+240.00	Q (PR140)	393.53	133.00	134.42	134.05	134.69	0.00732	2.15	176.08	129.52	0.58
0+260.00	Q (PR140)	393.53	132.69	134.31	133.82	134.55	0.00606	2.13	183.61	125.95	0.54
0+280.00	Q (PR140)	393.53	132.37	134.13	133.67	134.41	0.00693	2.39	166.96	109.85	0.58
0+300.00	Q (PR140)	393.53	132.05	133.90	133.51	134.25	0.00810	2.67	150.64	97.81	0.63
0+320.00	Q (PR140)	393.53	131.75	133.54	133.29	134.02	0.01132	3.13	129.07	82.72	0.75
0+340.00	Q (PR140)	393.53	131.45	133.31	133.03	133.80	0.01155	3.16	127.86	76.72	0.75
0+360.00	Q (PR140)	393.53	131.13	132.96	132.76	133.52	0.01328	3.41	120.88	73.53	0.81
0+380.00	Q (PR140)	393.53	130.75	132.65	132.43	133.25	0.01397	3.45	115.61	66.32	0.82
0+400.00	Q (PR140)	393.53	130.50	132.47	132.12	132.98	0.00881	3.16	124.21	65.84	0.72
0+420.00	Q (PR140)	393.53	130.20	132.13	131.94	132.75	0.01410	3.43	113.27	65.81	0.82
0+440.00	Q (PR140)	393.53	129.89	131.73	131.62	132.39	0.01681	3.62	109.55	67.31	0.89
0+460.00	Q (PR140)	393.53	129.57	131.48	131.29	132.07	0.01442	3.43	115.76	68.94	0.83
0+480.00	Q (PR140)	393.53	129.26	131.35	130.96	131.80	0.01015	3.06	131.79	72.31	0.71
0+500.00	Q (PR140)	393.53	128.95	131.04	130.69	131.58	0.01152	3.29	121.16	70.52	0.75
0+520.00	Q (PR140)	393.53	128.64	130.81	130.43	131.35	0.01059	3.18	121.04	60.90	0.73
0+540.00	Q (PR140)	393.53	128.39	130.57	130.22	131.13	0.01116	3.25	118.28	59.83	0.74
0+560.00	Q (PR140)	393.53	128.17	130.34	129.97	130.89	0.01091	3.25	119.01	59.63	0.74
0+580.00	Q (PR140)	393.53	127.91	130.15	129.73	130.67	0.01008	3.18	122.24	60.03	0.71
0+600.00	Q (PR140)	393.53	127.73	129.97	129.51	130.47	0.00949	3.10	124.76	60.45	0.69
0+620.00	Q (PR140)	393.53	127.51	129.76	129.31	130.26	0.00955	3.04	126.04	62.52	0.69
0+640.00	Q (PR140)	393.53	127.29	129.53	129.11	130.06	0.01013	3.20	122.02	60.19	0.72
0+660.00	Q (PR140)	393.53	127.07	129.28	128.90	129.84	0.01092	3.26	118.09	58.08	0.73
0+680.00	Q (PR140)	393.53	126.84	129.06	128.68	129.63	0.01080	3.15	118.83	58.69	0.72
0+700.00	Q (PR140)	393.53	126.66	128.83	128.47	129.40	0.01118	3.10	117.90	59.11	0.73
0+720.00	Q (PR140)	393.53	126.41	128.60	128.24	129.18	0.01137	3.18	116.80	58.26	0.73
0+740.00	Q (PR140)	393.53	126.18	128.35	128.00	128.94	0.01205	3.33	116.32	60.26	0.76
0+760.00	Q (PR140)	393.53	125.96	128.17	127.79	128.68	0.01066	3.19	124.08	64.17	0.71
0+780.00	Q (PR140)	393.53	125.75	128.01	127.51	128.47	0.00876	2.94	132.26	64.40	0.65
0+800.00	Q (PR140)	393.53	125.55	127.74	127.37	128.26	0.01103	3.12	122.77	64.15	0.72
0+820.00	Q (PR140)	393.53	125.30	127.52	127.15	128.04	0.01057	3.14	123.63	63.81	0.72
0+840.00	Q (PR140)	393.53	125.08	127.33	126.88	127.83	0.01004	3.10	124.86	63.11	0.71
0+860.00	Q (PR140)	393.53	124.87	127.10	126.69	127.63	0.01014	3.13	122.04	60.16	0.71
0+880.00	Q (PR140)	393.53	124.64	126.95	126.45	127.44	0.00893	3.09	126.94	60.42	0.68
0+900.00	Q (PR140)	393.53	124.42	126.81	126.22	127.26	0.00770	2.99	132.54	60.78	0.64
0+920.00	Q (PR140)	393.53	124.20	126.73	125.95	127.10	0.00543	2.71	146.75	63.60	0.55
0+940.00	Q (PR140)	393.53	123.98	126.68	125.68	126.98	0.00412	2.46	164.13	64.80	0.48
0+960.00	Q (PR140)	393.53	123.76	126.69	125.32	126.89	0.00253	2.05	199.91	72.37	0.38
0+980.00	Q (PR140)	393.53	123.54	126.32	125.51	126.79	0.00607	3.08	132.77	50.63	0.59
1+000.00	Q (PR140)	393.53	123.33	124.23	124.80	126.20	0.07734	6.25	63.70	76.57	2.16
1+020.00	Q (PR140)	393.53	123.12	124.62	124.58	125.28	0.01256	3.62	110.72	78.32	0.95
1+040.00	Q (PR140)	393.53	122.91	124.46	124.32	125.02	0.01017	3.34	119.77	81.35	0.86
1+060.00	Q (PR140)	393.53	122.71	124.25	124.10	124.79	0.00983	3.27	122.30	83.50	0.85
1+080.00	Q (PR140)	393.53	122.50	124.09	123.87	124.58	0.00846	3.12	128.44	84.40	0.79
1+100.00	Q (PR140)	393.53	122.30	123.84	123.71	124.39	0.01021	3.31	121.19	83.94	0.86
1+120.00	Q (PR140)	393.53	122.09	123.65	123.50	124.19	0.00987	3.28	122.26	83.66	0.85
1+140.00	Q (PR140)	393.53	121.89	123.50	123.28	123.99	0.00844	3.13	128.04	83.56	0.79
1+160.00	Q (PR140)	393.53	121.69	123.27	123.09	123.79	0.00929	3.23	124.08	82.93	0.83
1+180.00	Q (PR140)	393.53	121.48	123.08	122.87	123.59	0.00871	3.18	126.25	82.59	0.81
1+200.00	Q (PR140)	393.53	121.27	122.84	122.71	123.40	0.01024	3.34	120.14	82.32	0.87
1+220.00	Q (PR140)	393.53	121.06	122.60	122.50	123.18	0.01107	3.42	117.36	82.30	0.90
1+240.00	Q (PR140)	393.53	120.86	122.42	122.27	122.97	0.00977	3.29	121.90	82.43	0.85
1+260.00	Q (PR140)	393.53	120.66	122.27	122.06	122.77	0.00859	3.16	126.81	82.63	0.80
1+280.00	Q (PR140)	393.53	120.46	122.06	121.86	122.57	0.00893	3.20	125.37	82.61	0.81
1+300.00	Q (PR140)	393.53	120.25	121.84	121.63	122.35	0.00873	3.18	126.16	82.56	0.81
1+320.00	Q (PR140)	393.53	120.05	121.60	121.47	122.16	0.01019	3.33	120.38	82.43	0.86
1+340.00	Q (PR140)	393.53	119.84	121.37	121.26	121.95	0.01070	3.38	118.59	82.33	0.88
1+360.00	Q (PR140)	393.53	119.64	121.20	121.04	121.74	0.00968	3.28	122.25	82.45	0.84
1+380.00	Q (PR140)	393.53	119.43	121.01	120.83	121.54	0.00929	3.24	123.80	82.52	0.83
1+400.00	Q (PR140)	393.53	119.23	120.79	120.62	121.32	0.00938	3.25	123.41	82.46	0.83

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 37 : Resultado del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km  
1+420 - Km 2+800**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m <sup>2</sup> )	Espejo de Agua (m)	N° Froude
1+420.00	Q(PR140)	393.53	119.02	120.59	120.43	121.13	0.00955	3.27	122.73	82.46	0.84
1+440.00	Q(PR140)	393.53	118.82	120.35	120.24	120.92	0.01074	3.39	118.43	82.31	0.88
1+460.00	Q(PR140)	393.53	118.61	120.17	120.01	120.71	0.00962	3.27	122.47	82.44	0.84
1+480.00	Q(PR140)	393.53	118.41	120.02	119.80	120.52	0.00860	3.17	126.76	82.63	0.80
1+500.00	Q(PR140)	393.53	118.20	119.81	119.61	120.32	0.00869	3.18	126.38	82.63	0.80
1+520.00	Q(PR140)	393.53	118.00	119.54	119.38	120.08	0.00975	3.29	121.92	82.35	0.85
1+540.00	Q(PR140)	393.53	117.77	119.30	119.17	119.87	0.01044	3.36	119.40	82.30	0.87
1+560.00	Q(PR140)	393.53	117.55	119.09	118.96	119.65	0.01055	3.37	119.08	82.34	0.88
1+580.00	Q(PR140)	393.53	117.32	118.88	118.76	119.44	0.01028	3.34	120.07	82.45	0.87
1+600.00	Q(PR140)	393.53	117.10	118.57	118.54	119.21	0.01282	3.57	112.24	82.12	0.96
1+620.00	Q(PR140)	393.53	116.87	118.35	118.28	118.96	0.01180	3.48	115.05	82.13	0.92
1+640.00	Q(PR140)	393.53	116.64	118.19	118.03	118.73	0.00973	3.29	121.99	82.37	0.85
1+660.00	Q(PR140)	393.53	116.42	117.98	117.82	118.52	0.00968	3.28	122.23	82.43	0.84
1+680.00	Q(PR140)	393.53	116.19	117.79	117.60	118.31	0.00905	3.21	124.82	82.59	0.82
1+700.00	Q(PR140)	393.53	115.97	117.57	117.37	118.08	0.00878	3.18	126.02	82.64	0.81
1+720.00	Q(PR140)	393.53	115.74	117.32	117.13	117.84	0.00907	3.22	124.72	82.52	0.82
1+740.00	Q(PR140)	393.53	115.51	117.01	116.94	117.62	0.01188	3.49	114.85	82.18	0.93
1+760.00	Q(PR140)	393.53	115.29	116.81	116.70	117.39	0.01076	3.39	118.32	82.29	0.89
1+780.00	Q(PR140)	393.53	115.06	116.63	116.48	117.18	0.00998	3.31	121.15	82.45	0.86
1+800.00	Q(PR140)	393.53	114.84	116.45	116.27	116.98	0.00935	3.25	123.80	82.66	0.83
1+820.00	Q(PR140)	393.53	114.61	116.06	116.06	116.73	0.01399	3.66	109.12	81.98	1.00
1+840.00	Q(PR140)	393.53	114.38	115.90	115.78	116.46	0.01055	3.36	118.90	82.25	0.88
1+860.00	Q(PR140)	393.53	114.16	115.70	115.56	116.25	0.00995	3.31	121.26	82.38	0.85
1+870.00	Q(PR140)	393.53	114.05	115.56	115.46	116.14	0.01120	3.44	116.77	82.24	0.90
1+880.00	Q(PR140)	393.53	113.93	115.48	115.33	116.02	0.00987	3.31	121.45	82.40	0.85
1+900.00	Q(PR140)	393.53	113.71	115.29	115.11	115.82	0.00975	3.32	123.60	82.52	0.85
1+920.00	Q(PR140)	393.53	113.48	115.00	114.88	115.56	0.01062	3.38	119.12	82.27	0.88
1+940.00	Q(PR140)	393.53	113.25	114.82	114.63	115.34	0.00923	3.23	123.86	82.48	0.83
1+960.00	Q(PR140)	393.53	113.03	114.55	114.46	115.13	0.01144	3.41	116.86	82.32	0.90
1+980.00	Q(PR140)	393.53	112.80	114.31	114.22	114.89	0.01144	3.42	116.51	82.26	0.91
2+000.00	Q(PR140)	393.53	112.57	114.11	113.99	114.67	0.01074	3.32	119.15	82.36	0.87
2+020.00	Q(PR140)	393.53	112.35	113.86	113.77	114.44	0.01146	3.38	116.82	82.26	0.90
2+040.00	Q(PR140)	393.53	112.12	113.65	113.53	114.21	0.01082	3.33	118.93	82.32	0.88
2+060.00	Q(PR140)	393.53	111.90	113.48	113.31	114.00	0.00963	3.22	123.31	82.54	0.83
2+080.00	Q(PR140)	393.53	111.67	113.22	113.07	113.76	0.01010	3.26	121.49	82.42	0.85
2+100.00	Q(PR140)	393.53	111.45	112.97	112.85	113.53	0.01053	3.37	119.10	82.32	0.88
2+120.00	Q(PR140)	393.53	111.22	112.81	112.61	113.31	0.00926	3.17	124.85	82.57	0.82
2+140.00	Q(PR140)	393.53	110.99	112.60	112.37	113.09	0.00882	3.13	127.13	82.63	0.80
2+160.00	Q(PR140)	393.53	110.77	112.28	112.21	112.88	0.01177	3.48	115.32	82.26	0.92
2+180.00	Q(PR140)	393.53	110.54	112.05	111.97	112.65	0.01152	3.46	116.06	82.26	0.91
2+200.00	Q(PR140)	393.53	110.32	111.83	111.74	112.42	0.01135	3.44	116.59	82.26	0.91
2+220.00	Q(PR140)	393.53	110.09	111.65	111.51	112.20	0.01008	3.31	120.87	82.46	0.86
2+240.00	Q(PR140)	393.53	109.86	111.34	111.30	111.97	0.01275	3.54	112.65	82.15	0.95
2+260.00	Q(PR140)	393.53	109.64	111.19	111.04	111.73	0.01014	3.28	120.89	82.43	0.86
2+280.00	Q(PR140)	393.53	109.41	110.97	110.81	111.50	0.00987	3.25	121.99	82.47	0.85
2+300.00	Q(PR140)	393.53	109.19	110.73	110.59	111.28	0.01026	3.29	120.55	82.43	0.86
2+320.00	Q(PR140)	393.53	108.96	110.55	110.36	111.05	0.00933	3.18	124.57	82.58	0.82
2+340.00	Q(PR140)	393.53	108.73	110.25	110.12	110.80	0.00796	3.30	119.90	82.31	0.87
2+360.00	Q(PR140)	393.53	108.51	110.05	109.91	110.59	0.01031	3.28	120.33	82.41	0.86
2+380.00	Q(PR140)	393.53	108.28	109.80	109.71	110.38	0.01135	3.38	117.16	82.34	0.90
2+400.00	Q(PR140)	393.53	108.06	109.58	109.48	110.15	0.01118	3.38	117.71	82.34	0.89
2+420.00	Q(PR140)	393.53	107.83	109.37	109.24	109.93	0.01064	3.34	119.16	82.41	0.87
2+440.00	Q(PR140)	393.53	107.60	109.11	109.03	109.70	0.01148	3.47	116.32	82.26	0.91
2+460.00	Q(PR140)	393.53	107.38	108.90	108.79	109.47	0.01084	3.40	118.24	82.33	0.89
2+480.00	Q(PR140)	393.53	107.15	108.73	108.55	109.25	0.00942	3.25	123.41	82.56	0.83
2+500.00	Q(PR140)	393.53	106.92	108.46	108.33	109.02	0.01043	3.35	119.64	82.38	0.87
2+520.00	Q(PR140)	393.53	106.70	108.30	108.10	108.80	0.00894	3.20	126.31	83.37	0.81
2+540.00	Q(PR140)	393.53	106.47	108.17	107.87	108.62	0.00729	3.02	133.56	82.64	0.74
2+560.00	Q(PR140)	393.53	106.25	107.97	107.68	108.44	0.00767	3.08	129.57	78.82	0.76
2+580.00	Q(PR140)	393.53	106.02	107.61	107.50	108.21	0.01095	3.47	114.10	76.04	0.89
2+600.00	Q(PR140)	393.53	105.80	107.39	107.28	108.00	0.01072	3.43	114.53	76.57	0.88
2+620.00	Q(PR140)	393.53	105.58	107.16	107.07	107.78	0.01104	3.43	113.15	77.03	0.89
2+640.00	Q(PR140)	393.53	105.38	107.00	106.85	107.56	0.00938	3.24	118.71	77.66	0.83
2+660.00	Q(PR140)	393.53	105.18	106.86	106.64	107.37	0.00873	3.18	124.44	78.36	0.80
2+680.00	Q(PR140)	393.53	104.98	106.63	106.42	107.15	0.00905	3.20	123.33	78.69	0.81
2+700.00	Q(PR140)	393.53	104.79	106.43	106.25	106.96	0.00948	3.26	121.75	79.16	0.83
2+720.00	Q(PR140)	393.53	104.59	106.17	106.06	106.76	0.01101	3.43	116.07	79.39	0.89
2+740.00	Q(PR140)	393.53	104.40	106.03	105.84	106.55	0.00899	3.25	123.33	80.08	0.82
2+760.00	Q(PR140)	393.53	104.20	105.78	105.63	106.33	0.00978	3.34	120.83	80.37	0.85
2+780.00	Q(PR140)	393.53	104.01	105.62	105.42	106.13	0.00891	3.24	124.49	80.96	0.82
2+800.00	Q(PR140)	393.53	103.81	105.35	105.25	105.94	0.01091	3.46	117.06	81.18	0.89

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 38: Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 2+820 - Km 4+220**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m³/s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m²)	Espejo de Agua (m)	N° Froude
2+820.00	Q(PR140)	393.53	103.62	105.18	105.03	105.72	0.00987	3.33	120.99	81.74	0.85
2+840.00	Q(PR140)	393.53	103.42	105.01	104.82	105.52	0.00914	3.24	124.31	82.48	0.82
2+860.00	Q(PR140)	393.53	103.23	104.84	104.62	105.33	0.00858	3.17	127.01	82.69	0.80
2+880.00	Q(PR140)	393.53	103.03	104.62	104.46	105.15	0.00966	3.28	122.16	82.54	0.84
2+900.00	Q(PR140)	393.53	102.84	104.42	104.26	104.95	0.00968	3.25	122.68	82.54	0.84
2+920.00	Q(PR140)	393.53	102.64	104.27	104.04	104.76	0.00849	3.11	127.79	82.77	0.79
2+940.00	Q(PR140)	393.53	102.45	104.11	103.85	104.58	0.00798	3.04	130.29	82.86	0.77
2+960.00	Q(PR140)	393.53	102.25	103.87	103.63	104.35	0.00826	3.07	128.85	82.69	0.78
2+980.00	Q(PR140)	393.53	102.06	103.63	103.48	104.16	0.00989	3.26	121.87	82.51	0.85
3+000.00	Q(PR140)	393.53	101.86	103.43	103.28	103.97	0.00986	3.24	122.01	82.50	0.84
3+020.00	Q(PR140)	393.53	101.66	103.28	103.06	103.77	0.00875	3.12	126.59	82.64	0.80
3+040.00	Q(PR140)	393.53	101.47	103.09	102.86	103.58	0.00855	3.08	127.96	82.70	0.79
3+060.00	Q(PR140)	393.53	101.27	102.85	102.70	103.39	0.01018	3.30	121.13	82.50	0.85
3+080.00	Q(PR140)	393.53	101.08	102.66	102.49	103.19	0.00971	3.21	122.95	82.55	0.83
3+100.00	Q(PR140)	393.53	100.88	102.52	102.28	103.00	0.00844	3.08	128.46	82.74	0.78
3+120.00	Q(PR140)	393.53	100.69	102.28	102.09	102.79	0.00919	3.18	124.72	82.58	0.82
3+140.00	Q(PR140)	393.53	100.49	102.11	101.87	102.59	0.00828	3.09	128.25	82.67	0.78
3+160.00	Q(PR140)	393.53	100.30	101.86	101.72	102.41	0.01011	3.33	120.43	82.44	0.86
3+180.00	Q(PR140)	393.53	100.10	101.66	101.52	102.20	0.01001	3.32	120.82	82.43	0.86
3+200.00	Q(PR140)	393.53	99.91	101.49	101.31	102.01	0.00946	3.22	123.40	82.41	0.83
3+220.00	Q(PR140)	393.53	99.71	101.31	101.11	101.81	0.00891	3.15	125.73	82.34	0.81
3+240.00	Q(PR140)	393.53	99.51	101.11	100.92	101.62	0.00907	3.17	124.98	82.34	0.81
3+260.00	Q(PR140)	393.53	99.31	100.91	100.74	101.43	0.00968	3.25	122.64	82.47	0.84
3+280.00	Q(PR140)	393.53	99.13	100.75	100.53	101.24	0.00854	3.14	127.29	82.78	0.80
3+300.00	Q(PR140)	393.53	98.93	100.52	100.33	101.04	0.00918	3.23	124.48	82.65	0.82
3+320.00	Q(PR140)	393.53	98.74	100.34	100.13	100.84	0.00853	3.16	127.17	82.74	0.80
3+340.00	Q(PR140)	393.53	98.54	100.10	99.96	100.66	0.01010	3.32	120.76	82.57	0.86
3+360.00	Q(PR140)	393.53	98.34	99.92	99.76	100.46	0.00970	3.28	122.27	82.61	0.84
3+380.00	Q(PR140)	393.53	98.15	99.74	99.56	100.26	0.00920	3.23	124.41	82.62	0.82
3+400.00	Q(PR140)	393.53	97.95	99.60	99.35	100.07	0.00815	3.09	128.82	82.62	0.78
3+420.00	Q(PR140)	393.53	97.76	99.34	99.17	99.86	0.00942	3.21	123.45	82.26	0.83
3+440.00	Q(PR140)	393.53	97.55	99.17	98.97	99.68	0.00910	3.19	124.62	82.20	0.82
3+460.00	Q(PR140)	393.53	97.36	98.99	98.79	99.50	0.00903	3.18	125.12	82.18	0.81
3+480.00	Q(PR140)	393.53	97.17	98.75	98.59	99.29	0.00989	3.25	122.01	81.95	0.84
3+500.00	Q(PR140)	393.53	96.98	98.59	98.37	99.09	0.00867	3.13	126.59	82.04	0.80
3+520.00	Q(PR140)	393.53	96.78	98.35	98.22	98.90	0.01030	3.33	119.97	81.86	0.86
3+540.00	Q(PR140)	393.53	96.58	98.17	98.01	98.70	0.00998	3.27	121.46	81.91	0.85
3+560.00	Q(PR140)	393.53	96.38	98.05	97.80	98.52	0.00815	3.07	129.03	82.23	0.78
3+580.00	Q(PR140)	393.53	96.20	97.88	97.61	98.35	0.00776	3.06	130.31	82.21	0.76
3+600.00	Q(PR140)	393.53	96.00	97.69	97.39	98.14	0.00725	3.02	132.81	82.11	0.74
3+620.00	Q(PR140)	393.53	95.81	97.36	97.27	97.95	0.01123	3.47	116.21	81.43	0.91
3+640.00	Q(PR140)	393.53	95.60	97.21	97.04	97.74	0.00927	3.28	123.14	81.04	0.83
3+660.00	Q(PR140)	393.53	95.28	97.00	96.81	97.52	0.00919	3.26	123.89	80.68	0.83
3+680.00	Q(PR140)	393.53	95.05	96.77	96.57	97.27	0.00893	3.16	126.35	83.56	0.81
3+700.00	Q(PR140)	393.53	95.00	96.55	96.40	97.07	0.01060	3.21	122.41	84.98	0.86
3+720.00	Q(PR140)	393.53	94.82	96.31	96.19	96.85	0.01101	3.26	120.58	84.93	0.87
3+740.00	Q(PR140)	393.53	94.50	96.18	95.94	96.64	0.00851	3.00	131.27	86.38	0.78
3+760.00	Q(PR140)	393.53	94.33	96.03	95.74	96.45	0.00743	2.88	136.84	87.84	0.74
3+780.00	Q(PR140)	393.53	94.25	95.85	95.57	96.29	0.00771	3.00	135.16	86.79	0.76
3+800.00	Q(PR140)	393.53	94.00	95.71	95.40	96.14	0.00711	2.95	136.70	84.98	0.73
3+820.00	Q(PR140)	393.53	93.79	95.60	95.22	96.00	0.00613	2.82	142.28	84.28	0.68
3+840.00	Q(PR140)	393.53	93.67	95.31	95.12	95.84	0.00912	3.29	123.28	79.64	0.83
3+860.00	Q(PR140)	393.53	93.48	95.14	94.91	95.64	0.00841	3.20	126.48	79.95	0.80
3+880.00	Q(PR140)	393.53	93.29	94.89	94.75	95.46	0.01004	3.39	119.73	79.96	0.86
3+900.00	Q(PR140)	393.53	93.09	94.67	94.55	95.24	0.01043	3.42	118.58	80.05	0.88
3+920.00	Q(PR140)	393.53	92.90	94.52	94.32	95.04	0.00897	3.24	123.72	80.41	0.82
3+940.00	Q(PR140)	393.53	92.71	94.33	94.13	94.84	0.00900	3.19	124.02	80.64	0.81
3+960.00	Q(PR140)	393.53	92.51	94.12	93.93	94.64	0.00916	3.21	123.71	80.80	0.82
3+980.00	Q(PR140)	393.53	92.32	93.92	93.75	94.45	0.00967	3.24	122.18	81.00	0.84
4+000.00	Q(PR140)	393.53	92.13	93.76	93.55	94.26	0.00897	3.18	124.86	81.32	0.81
4+020.00	Q(PR140)	393.53	91.94	93.53	93.36	94.06	0.00745	3.26	122.26	81.39	0.84
4+040.00	Q(PR140)	393.53	91.74	93.39	93.14	93.86	0.00813	3.07	128.93	81.82	0.77
4+060.00	Q(PR140)	393.53	91.55	93.15	92.98	93.68	0.00961	3.23	122.90	81.86	0.83
4+080.00	Q(PR140)	393.53	91.35	92.96	92.78	93.48	0.00963	3.25	123.70	82.05	0.83
4+100.00	Q(PR140)	393.53	91.16	92.80	92.57	93.29	0.00859	3.11	127.53	82.35	0.79
4+120.00	Q(PR140)	393.53	90.96	92.62	92.37	93.09	0.00805	3.06	129.73	82.55	0.77
4+140.00	Q(PR140)	393.53	90.77	92.39	92.21	92.91	0.00936	3.21	123.97	82.55	0.83
4+160.00	Q(PR140)	393.53	90.58	92.17	92.02	92.71	0.01003	3.28	121.40	82.54	0.85
4+180.00	Q(PR140)	393.53	90.38	92.01	91.80	92.51	0.00872	3.17	126.44	82.78	0.80
4+200.00	Q(PR140)	393.53	90.19	91.78	91.60	92.30	0.00916	3.22	124.45	82.69	0.82
4+220.00	Q(PR140)	393.53	90.00	91.59	91.38	92.10	0.00865	3.17	126.63	82.77	0.80

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 39 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km  
4+240 - Km 5+640**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m <sup>2</sup> )	Espejo de Agua (m)	N° Froude
4+240.00	Q(PR140)	393.53	89.80	91.38	91.22	91.91	0.00967	3.26	122.63	82.74	0.84
4+260.00	Q(PR140)	393.53	89.61	91.21	91.02	91.72	0.00920	3.19	124.84	82.83	0.82
4+280.00	Q(PR140)	393.53	89.42	91.00	90.82	91.52	0.00929	3.19	124.41	82.78	0.82
4+300.00	Q(PR140)	393.53	89.23	90.82	90.62	91.32	0.00693	3.14	126.38	82.85	0.81
4+320.00	Q(PR140)	393.53	89.03	90.61	90.46	91.14	0.00989	3.27	122.00	82.78	0.85
4+340.00	Q(PR140)	393.53	88.84	90.41	90.25	90.94	0.00992	3.25	121.93	82.76	0.85
4+360.00	Q(PR140)	393.53	88.65	90.26	90.04	90.75	0.00871	3.12	126.93	82.95	0.80
4+380.00	Q(PR140)	393.53	88.45	90.07	89.85	90.56	0.00850	3.10	127.91	83.00	0.79
4+400.00	Q(PR140)	393.53	88.26	89.86	89.65	90.36	0.00910	3.15	125.67	82.93	0.81
4+420.00	Q(PR140)	393.53	88.07	89.66	89.48	90.17	0.00946	3.20	123.74	82.92	0.83
4+440.00	Q(PR140)	393.53	87.88	89.49	89.28	89.99	0.00892	3.15	126.15	83.03	0.81
4+460.00	Q(PR140)	393.53	87.68	89.29	89.09	89.79	0.00897	3.14	126.29	83.04	0.81
4+480.00	Q(PR140)	393.53	87.49	89.10	88.87	89.58	0.00854	3.10	127.64	82.81	0.79
4+500.00	Q(PR140)	393.53	87.30	88.86	88.72	89.40	0.01021	3.30	120.68	82.44	0.86
4+520.00	Q(PR140)	393.53	87.10	88.69	88.52	89.21	0.00963	3.23	122.93	82.49	0.84
4+540.00	Q(PR140)	393.53	86.91	88.49	88.32	89.02	0.00943	3.26	123.63	82.56	0.83
4+560.00	Q(PR140)	393.53	86.72	88.28	88.12	88.81	0.00964	3.28	122.43	82.46	0.84
4+580.00	Q(PR140)	393.53	86.52	88.28	87.93	88.60	0.00516	2.58	162.50	113.80	0.63
4+600.00	Q(PR140)	393.53	86.34	87.84	87.76	88.44	0.01149	3.45	116.02	82.24	0.91
4+620.00	Q(PR140)	393.53	86.15	87.57	87.56	88.23	0.01034	3.63	110.39	81.91	0.98
4+640.00	Q(PR140)	393.53	85.83	87.48	87.27	87.95	0.00671	3.10	130.14	88.90	0.80
4+660.00	Q(PR140)	393.53	85.75	87.37	87.12	87.81	0.00610	3.00	134.74	90.29	0.77
4+680.00	Q(PR140)	393.53	85.59	87.01	87.01	87.65	0.01056	3.60	112.81	88.19	0.99
4+700.00	Q(PR140)	393.53	85.25	86.90	86.69	87.38	0.00688	3.13	129.31	87.65	0.81
4+720.00	Q(PR140)	393.53	84.99	86.81	86.51	87.24	0.00559	2.95	136.94	86.17	0.74
4+740.00	Q(PR140)	393.53	85.00	86.62	86.40	87.11	0.00670	3.17	128.24	84.23	0.81
4+760.00	Q(PR140)	393.53	84.85	86.31	86.27	86.95	0.00996	3.62	112.31	82.05	0.97
4+780.00	Q(PR140)	393.53	84.66	86.16	86.06	86.75	0.00868	3.47	117.28	82.22	0.91
4+800.00	Q(PR140)	393.53	84.48	86.03	85.87	86.56	0.00734	3.27	122.62	82.46	0.84
4+820.00	Q(PR140)	393.53	84.29	85.76	85.72	86.39	0.00975	3.62	112.82	82.11	0.96
4+840.00	Q(PR140)	393.53	84.10	85.58	85.52	86.19	0.00924	3.55	114.46	82.14	0.93
4+860.00	Q(PR140)	393.53	83.92	85.45	85.33	86.01	0.00809	3.38	118.99	82.34	0.88
4+880.00	Q(PR140)	393.53	83.73	85.29	85.12	85.81	0.00721	3.26	123.25	82.47	0.83
4+900.00	Q(PR140)	393.53	83.55	85.02	84.97	85.65	0.00963	3.59	113.17	82.13	0.95
4+920.00	Q(PR140)	393.53	83.36	84.83	84.78	85.45	0.00940	3.53	113.60	82.10	0.94
4+940.00	Q(PR140)	393.53	83.17	84.69	84.58	85.25	0.00842	3.37	117.98	82.27	0.89
4+960.00	Q(PR140)	393.53	82.99	84.53	84.37	85.06	0.00763	3.26	121.63	82.38	0.85
4+980.00	Q(PR140)	393.53	82.80	84.31	84.22	84.89	0.00882	3.43	116.25	82.25	0.91
5+000.00	Q(PR140)	393.53	82.62	84.18	84.03	84.72	0.00768	3.27	121.48	82.48	0.85
5+020.00	Q(PR140)	393.53	82.43	84.08	83.84	84.55	0.00642	3.08	128.81	82.81	0.78
5+040.00	Q(PR140)	393.53	82.24	83.68	83.68	84.38	0.01114	3.74	106.15	75.45	1.01
5+060.00	Q(PR140)	393.53	82.06	83.55	83.48	84.15	0.00920	3.45	115.14	82.19	0.92
5+080.00	Q(PR140)	393.53	81.87	83.42	83.28	83.96	0.00792	3.29	120.74	82.43	0.86
5+100.00	Q(PR140)	393.53	81.69	83.28	83.09	83.79	0.00704	3.19	124.50	82.62	0.82
5+120.00	Q(PR140)	393.53	81.50	83.09	82.87	83.59	0.00670	3.18	126.05	82.58	0.81
5+140.00	Q(PR140)	393.53	81.31	82.82	82.74	83.41	0.00888	3.50	115.82	82.23	0.92
5+160.00	Q(PR140)	393.53	81.13	82.68	82.54	83.23	0.00780	3.36	120.95	82.38	0.87
5+180.00	Q(PR140)	393.53	80.94	82.52	82.35	83.04	0.00732	3.28	122.95	82.40	0.84
5+200.00	Q(PR140)	393.53	80.76	82.13	82.15	82.82	0.01165	3.78	106.74	81.51	1.04
5+220.00	Q(PR140)	393.53	80.50	82.04	81.95	82.61	0.00870	3.44	118.06	85.69	0.91
5+240.00	Q(PR140)	393.53	80.38	81.76	81.76	82.41	0.01094	3.66	110.82	85.08	1.00
5+260.00	Q(PR140)	393.53	80.03	81.30	81.45	82.12	0.01613	3.91	98.71	85.57	1.18
5+280.00	Q(PR140)	393.53	80.00	81.43	81.25	81.90	0.00642	2.89	131.18	87.78	0.78
5+300.00	Q(PR140)	393.53	79.75	81.30	81.09	81.76	0.01014	2.90	133.81	87.95	0.76
5+320.00	Q(PR140)	393.53	79.53	81.16	80.92	81.61	0.00636	3.02	132.53	86.99	0.78
5+340.00	Q(PR140)	393.53	79.28	80.91	80.76	81.43	0.00771	3.25	124.05	86.30	0.85
5+360.00	Q(PR140)	393.53	79.25	80.79	80.59	81.27	0.00687	3.13	128.87	87.55	0.81
5+380.00	Q(PR140)	393.53	79.08	80.64	80.45	81.13	0.00697	3.20	128.26	88.17	0.82
5+400.00	Q(PR140)	393.53	78.90	80.47	80.31	80.98	0.00719	3.26	125.25	87.70	0.83
5+420.00	Q(PR140)	393.53	78.72	80.32	80.14	80.82	0.00674	3.20	127.50	87.64	0.81
5+440.00	Q(PR140)	393.53	78.55	80.09	80.01	80.67	0.00839	3.45	119.14	88.07	0.90
5+460.00	Q(PR140)	393.53	78.37	79.96	79.82	80.49	0.00740	3.31	124.03	87.78	0.85
5+480.00	Q(PR140)	393.53	78.20	79.85	79.64	80.33	0.00642	3.13	129.94	87.67	0.79
5+500.00	Q(PR140)	393.53	78.02	79.55	79.48	80.17	0.00929	3.53	114.15	82.22	0.93
5+520.00	Q(PR140)	393.53	77.85	79.43	79.29	79.99	0.00779	3.35	119.98	81.02	0.86
5+540.00	Q(PR140)	393.53	77.67	79.30	79.12	79.83	0.00725	3.27	122.64	81.11	0.84
5+560.00	Q(PR140)	393.53	77.50	79.13	78.90	79.63	0.00651	3.17	126.54	81.03	0.80
5+580.00	Q(PR140)	393.53	77.32	78.85	78.76	79.45	0.00873	3.47	115.54	80.52	0.91
5+600.00	Q(PR140)	393.53	77.15	78.69	78.58	79.27	0.00821	3.41	117.63	80.48	0.88
5+620.00	Q(PR140)	393.53	76.97	78.54	78.39	79.09	0.00771	3.37	120.61	80.48	0.86
5+640.00	Q(PR140)	393.53	76.80	78.35	78.24	78.93	0.00836	3.41	116.95	80.35	0.89

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 40 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km  
5+660 - Km 7+060**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m³/s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m²)	Espejo de Agua (m)	N° Froude
5+660.00	Q(PR140)	393.53	76.62	78.23	78.06	78.76	0.00736	3.27	121.72	80.46	0.84
5+680.00	Q(PR140)	393.53	76.45	78.07	77.88	78.58	0.00698	3.20	123.94	80.82	0.82
5+700.00	Q(PR140)	393.53	76.25	77.85	77.72	78.41	0.00801	3.38	118.46	80.21	0.87
5+720.00	Q(PR140)	393.53	76.10	77.70	77.55	78.25	0.00770	3.31	119.92	80.15	0.86
5+740.00	Q(PR140)	393.53	75.92	77.54	77.38	78.09	0.00746	3.33	120.87	80.09	0.85
5+760.00	Q(PR140)	393.53	75.75	77.38	77.17	77.90	0.00662	3.22	125.25	80.08	0.80
5+780.00	Q(PR140)	393.53	75.57	77.05	77.02	77.71	0.00994	3.64	110.40	79.38	0.97
5+800.00	Q(PR140)	393.53	75.40	76.85	76.82	77.51	0.00993	3.61	111.09	80.58	0.97
5+820.00	Q(PR140)	393.53	75.22	76.48	76.59	77.27	0.01437	3.97	100.81	83.34	1.13
5+840.00	Q(PR140)	393.53	75.05	76.40	76.40	77.04	0.01087	3.56	112.15	88.36	0.99
5+860.00	Q(PR140)	393.53	74.87	76.17	76.16	76.78	0.01071	3.48	114.85	92.74	0.98
5+880.00	Q(PR140)	393.53	74.70	75.87	75.94	76.54	0.01361	3.66	108.80	96.83	1.09
5+900.00	Q(PR140)	393.53	74.52	75.74	75.74	76.32	0.01132	3.40	117.25	101.66	1.00
5+920.00	Q(PR140)	393.53	74.35	75.44	75.51	76.09	0.01434	3.58	110.96	105.75	1.11
5+940.00	Q(PR140)	393.53	74.17	75.48	75.32	75.90	0.00737	2.89	137.90	110.54	0.82
5+960.00	Q(PR140)	393.53	74.00	75.27	75.11	75.68	0.00735	2.87	138.77	112.08	0.81
5+980.00	Q(PR140)	393.53	73.82	75.09	74.96	75.53	0.00787	2.93	135.72	111.55	0.84
6+000.00	Q(PR140)	393.53	73.65	74.95	74.79	75.37	0.00746	2.90	137.17	110.10	0.82
6+020.00	Q(PR140)	393.53	73.47	74.82	74.61	75.21	0.00659	2.81	141.77	108.73	0.78
6+040.00	Q(PR140)	393.53	73.30	74.64	74.48	75.07	0.00751	2.95	135.55	107.16	0.83
6+060.00	Q(PR140)	393.53	73.12	74.50	74.32	74.92	0.00686	2.88	138.64	105.78	0.79
6+080.00	Q(PR140)	393.53	72.95	74.37	74.14	74.77	0.00630	2.82	141.47	104.37	0.76
6+100.00	Q(PR140)	393.53	72.77	74.13	74.02	74.62	0.00851	3.11	128.02	102.57	0.88
6+120.00	Q(PR140)	393.53	72.60	73.96	73.84	74.44	0.00821	3.09	128.96	101.05	0.86
6+140.00	Q(PR140)	393.53	72.42	73.80	73.66	74.27	0.00797	3.07	129.20	99.54	0.85
6+160.00	Q(PR140)	393.53	72.25	73.67	73.46	74.10	0.00674	2.93	135.17	98.16	0.79
6+180.00	Q(PR140)	393.53	72.07	73.49	73.33	73.95	0.00753	3.05	129.91	96.59	0.83
6+200.00	Q(PR140)	393.53	71.90	73.34	73.17	73.80	0.00718	3.02	131.20	95.18	0.82
6+220.00	Q(PR140)	393.53	71.72	73.21	72.99	73.65	0.00658	2.96	133.87	93.76	0.79
6+240.00	Q(PR140)	393.53	71.55	73.02	72.86	73.50	0.00750	3.12	127.72	92.16	0.84
6+260.00	Q(PR140)	393.53	71.37	72.89	72.69	73.35	0.00692	3.06	130.27	90.77	0.81
6+280.00	Q(PR140)	393.53	71.20	72.75	72.52	73.20	0.00653	3.01	131.64	89.36	0.79
6+300.00	Q(PR140)	393.53	71.02	72.56	72.39	73.06	0.00732	3.16	126.17	87.77	0.83
6+320.00	Q(PR140)	393.53	70.85	72.38	72.24	72.90	0.00778	3.23	123.04	86.19	0.85
6+340.00	Q(PR140)	393.53	70.67	72.24	72.07	72.75	0.00736	3.19	124.55	85.08	0.83
6+360.00	Q(PR140)	393.53	70.50	72.05	71.85	72.54	0.00697	3.13	126.45	84.86	0.81
6+380.00	Q(PR140)	393.53	70.32	71.80	71.69	72.36	0.00833	3.32	119.54	84.48	0.88
6+400.00	Q(PR140)	393.53	70.15	71.65	71.51	72.19	0.00797	3.27	121.21	84.46	0.86
6+420.00	Q(PR140)	393.53	69.97	71.51	71.33	72.02	0.00740	3.18	124.44	84.49	0.83
6+440.00	Q(PR140)	393.53	69.80	71.30	71.19	71.86	0.00858	3.34	118.74	84.24	0.89
6+460.00	Q(PR140)	393.53	69.62	71.16	71.01	71.69	0.00767	3.23	123.02	84.30	0.85
6+480.00	Q(PR140)	393.53	69.45	71.00	70.83	71.51	0.00736	3.18	124.49	84.25	0.83
6+500.00	Q(PR140)	393.53	69.27	70.84	70.68	71.36	0.00754	3.23	123.41	84.21	0.84
6+520.00	Q(PR140)	393.53	69.11	70.74	70.50	71.21	0.00642	3.06	129.98	84.42	0.78
6+540.00	Q(PR140)	393.53	68.96	70.63	70.34	71.07	0.00576	2.97	133.58	84.40	0.75
6+560.00	Q(PR140)	393.53	68.82	70.41	70.25	70.93	0.00748	3.23	123.24	83.99	0.84
6+580.00	Q(PR140)	393.53	68.68	70.27	70.08	70.77	0.00722	3.16	124.96	83.86	0.82
6+600.00	Q(PR140)	393.53	68.54	70.11	69.94	70.63	0.00754	3.21	123.30	83.67	0.84
6+620.00	Q(PR140)	393.53	68.40	69.98	69.79	70.48	0.00699	3.15	126.16	85.41	0.82
6+640.00	Q(PR140)	393.53	68.26	69.85	69.65	70.33	0.00697	3.12	127.61	86.35	0.81
6+660.00	Q(PR140)	393.53	68.13	69.68	69.51	70.19	0.00745	3.18	125.20	85.96	0.83
6+680.00	Q(PR140)	393.53	67.99	69.57	69.33	70.03	0.00650	3.03	131.03	86.29	0.78
6+700.00	Q(PR140)	393.53	67.85	69.44	69.21	69.90	0.00667	3.06	130.44	87.00	0.79
6+720.00	Q(PR140)	393.53	67.71	69.31	69.06	69.76	0.00641	3.02	131.84	86.58	0.78
6+740.00	Q(PR140)	393.53	67.57	69.16	68.94	69.63	0.00672	3.03	129.10	86.40	0.79
6+760.00	Q(PR140)	393.53	67.43	69.05	68.79	69.50	0.00617	2.97	132.68	86.46	0.76
6+780.00	Q(PR140)	393.53	67.29	68.89	68.67	69.36	0.00710	3.15	131.17	87.67	0.82
6+800.00	Q(PR140)	393.53	67.15	68.79	68.52	69.22	0.00593	2.93	135.15	88.36	0.75
6+820.00	Q(PR140)	393.53	67.02	68.52	68.43	69.07	0.00878	3.34	119.74	87.83	0.90
6+840.00	Q(PR140)	393.53	66.87	68.38	68.25	68.90	0.00813	3.26	123.99	89.98	0.86
6+860.00	Q(PR140)	393.53	66.74	68.28	68.06	68.73	0.00665	3.02	133.61	92.25	0.79
6+880.00	Q(PR140)	393.53	66.60	68.18	67.92	68.59	0.00598	2.90	138.71	94.69	0.75
6+900.00	Q(PR140)	393.53	66.46	68.05	67.78	68.45	0.00580	2.86	141.63	97.29	0.74
6+920.00	Q(PR140)	393.53	66.32	67.83	67.71	68.31	0.00788	3.18	129.25	99.49	0.86
6+940.00	Q(PR140)	393.53	66.18	67.71	67.55	68.15	0.00689	3.05	135.44	102.05	0.80
6+960.00	Q(PR140)	393.53	66.05	67.60	67.41	68.01	0.00642	2.97	139.55	104.03	0.78
6+980.00	Q(PR140)	393.53	65.91	67.51	67.25	67.89	0.00539	2.85	147.43	104.22	0.72
7+000.00	Q(PR140)	393.53	65.77	67.41	67.11	67.77	0.00510	2.81	150.26	103.55	0.71
7+020.00	Q(PR140)	393.53	65.63	67.30	67.00	67.67	0.00495	2.81	149.19	101.77	0.70
7+040.00	Q(PR140)	393.53	65.49	67.19	66.88	67.56	0.00472	2.80	149.81	99.88	0.68
7+060.00	Q(PR140)	393.53	65.35	66.93	66.81	67.42	0.00732	3.29	129.76	97.08	0.84

Fuente: *Elaboración Propia*

**Cuadro 41 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 7+080 - Km 8+440**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m³/s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m²)	Espejo de Agua (m)	N° Froude
7+080.00	Q(PR140)	393.53	65.21	66.81	66.63	67.27	0.00665	3.17	133.50	94.78	0.80
7+100.00	Q(PR140)	393.53	65.07	66.68	66.47	67.14	0.00642	3.08	133.61	92.76	0.79
7+120.00	Q(PR140)	393.53	64.94	66.59	66.31	67.01	0.00576	2.93	138.47	90.80	0.74
7+140.00	Q(PR140)	393.53	64.80	66.45	66.19	66.89	0.00617	3.01	134.78	88.88	0.76
7+160.00	Q(PR140)	393.53	64.55	66.33	66.04	66.76	0.00567	2.98	135.99	86.09	0.74
7+180.00	Q(PR140)	393.53	64.47	66.16	65.92	66.64	0.00616	3.12	129.74	82.48	0.78
7+200.00	Q(PR140)	393.53	64.25	66.16	65.70	66.50	0.00406	2.64	150.94	87.74	0.64
7+220.00	Q(PR140)	393.53	64.24	66.13	65.58	66.43	0.00339	2.47	162.50	90.72	0.58
7+225.00	Q(PR140)	PUENTE ALAMEDA									
7+230.00	Q(PR140)	393.53	64.13	66.03	65.46	66.33	0.00335	2.45	163.77	90.28	0.58
7+240.00	Q(PR140)	393.53	64.00	65.92	65.44	66.27	0.00394	2.64	151.28	85.72	0.62
7+260.00	Q(PR140)	393.53	63.97	65.72	65.39	66.16	0.00539	2.95	134.00	80.15	0.72
7+280.00	Q(PR140)	393.53	63.83	65.55	65.29	66.03	0.00618	3.10	127.60	78.59	0.77
7+300.00	Q(PR140)	393.53	63.69	65.39	65.15	65.89	0.00655	3.15	125.54	78.80	0.79
7+320.00	Q(PR140)	393.53	63.55	65.19	65.03	65.73	0.00986	3.31	120.88	79.94	0.85
7+340.00	Q(PR140)	393.53	63.42	65.05	64.86	65.57	0.00709	3.20	123.76	80.69	0.82
7+360.00	Q(PR140)	393.53	63.28	64.92	64.72	65.43	0.00696	3.18	124.84	81.46	0.81
7+380.00	Q(PR140)	393.53	63.14	64.80	64.57	65.29	0.00651	3.10	127.99	82.32	0.79
7+400.00	Q(PR140)	393.53	63.00	64.63	64.40	65.11	0.00651	3.08	128.25	82.95	0.79
7+420.00	Q(PR140)	393.53	62.87	64.49	64.27	64.98	0.00675	3.12	127.53	83.70	0.80
7+440.00	Q(PR140)	393.53	62.73	64.33	64.10	64.81	0.00650	3.08	128.81	84.37	0.79
7+460.00	Q(PR140)	393.53	62.59	64.19	63.97	64.67	0.00658	3.10	128.61	85.12	0.79
7+480.00	Q(PR140)	393.53	62.46	64.08	63.81	64.53	0.00600	3.01	132.67	85.99	0.76
7+500.00	Q(PR140)	393.53	62.32	63.85	63.72	64.39	0.00797	3.29	122.47	86.40	0.87
7+520.00	Q(PR140)	393.53	62.18	63.75	63.54	64.23	0.00667	3.10	129.44	87.30	0.80
7+540.00	Q(PR140)	393.53	62.04	63.55	63.42	64.08	0.00791	3.26	123.29	87.82	0.86
7+560.00	Q(PR140)	393.53	61.91	63.43	63.25	63.92	0.00711	3.14	127.92	88.66	0.82
7+580.00	Q(PR140)	393.53	61.77	63.31	63.10	63.78	0.00678	3.09	130.34	89.47	0.80
7+600.00	Q(PR140)	393.53	61.63	63.20	62.96	63.64	0.00617	2.97	134.42	90.39	0.77
7+620.00	Q(PR140)	393.53	61.49	63.07	62.78	63.49	0.00572	2.88	138.55	91.18	0.74
7+640.00	Q(PR140)	393.53	61.35	62.86	62.66	63.32	0.00678	3.02	131.58	91.67	0.80
7+660.00	Q(PR140)	393.53	61.21	62.75	62.50	63.17	0.00610	2.91	136.25	92.55	0.76
7+680.00	Q(PR140)	393.53	61.07	62.51	62.40	63.03	0.00838	3.20	124.04	92.95	0.88
7+700.00	Q(PR140)	393.53	60.92	62.41	62.21	62.86	0.00688	3.02	132.23	93.84	0.80
7+720.00	Q(PR140)	393.53	60.78	62.26	62.08	62.72	0.00699	3.04	131.78	94.60	0.81
7+740.00	Q(PR140)	393.53	60.64	62.14	61.93	62.58	0.00662	2.98	134.23	95.43	0.79
7+760.00	Q(PR140)	393.53	60.50	61.98	61.74	62.40	0.00611	2.90	137.82	96.08	0.76
7+780.00	Q(PR140)	393.53	60.35	61.82	61.62	62.27	0.00662	2.96	134.90	96.63	0.79
7+800.00	Q(PR140)	393.53	60.21	61.72	61.46	62.13	0.00587	2.85	140.22	97.31	0.75
7+820.00	Q(PR140)	393.53	60.07	61.49	61.37	61.98	0.00817	3.14	127.12	97.46	0.87
7+840.00	Q(PR140)	393.53	59.93	61.38	61.18	61.82	0.00667	2.95	135.36	98.00	0.79
7+860.00	Q(PR140)	393.53	59.79	61.24	61.05	61.69	0.00688	2.97	134.30	98.39	0.80
7+880.00	Q(PR140)	393.53	59.64	61.12	60.90	61.55	0.00641	2.91	137.51	98.88	0.78
7+900.00	Q(PR140)	393.53	59.50	60.97	60.71	61.37	0.00588	2.83	141.22	99.22	0.75
7+920.00	Q(PR140)	393.53	59.36	60.81	60.60	61.24	0.00650	2.91	137.24	99.54	0.78
7+940.00	Q(PR140)	393.53	59.22	60.66	60.44	61.08	0.00638	2.89	138.22	99.89	0.77
7+960.00	Q(PR140)	393.53	59.07	60.47	60.32	60.93	0.00749	3.03	131.87	100.09	0.83
7+980.00	Q(PR140)	393.53	58.93	60.37	60.15	60.78	0.00638	2.88	138.64	100.62	0.77
8+000.00	Q(PR140)	393.53	58.79	60.16	60.04	60.64	0.00799	3.08	129.66	100.77	0.85
8+020.00	Q(PR140)	393.53	58.65	60.03	59.87	60.48	0.00736	3.00	133.12	101.20	0.82
8+040.00	Q(PR140)	393.53	58.50	59.92	59.69	60.33	0.00628	2.85	139.84	101.71	0.77
8+060.00	Q(PR140)	393.53	58.36	59.80	59.57	60.20	0.00625	2.84	140.33	102.17	0.76
8+080.00	Q(PR140)	393.53	58.22	59.62	59.42	60.04	0.00665	2.89	137.88	102.41	0.79
8+100.00	Q(PR140)	393.53	58.08	59.46	59.28	59.89	0.00701	2.94	135.87	102.73	0.80
8+120.00	Q(PR140)	393.53	57.94	59.35	59.12	59.75	0.00632	2.84	140.47	103.23	0.77
8+140.00	Q(PR140)	393.53	57.79	59.15	59.02	59.61	0.00785	3.03	131.70	103.41	0.85
8+160.00	Q(PR140)	393.53	57.65	59.02	58.85	59.46	0.00716	2.94	135.64	103.85	0.81
8+180.00	Q(PR140)	393.53	57.51	58.91	58.69	59.31	0.00640	2.84	140.72	104.35	0.77
8+200.00	Q(PR140)	393.53	57.37	58.78	58.55	59.18	0.00636	2.84	141.62	104.80	0.77
8+220.00	Q(PR140)	393.53	57.22	58.62	58.40	59.02	0.00650	2.85	141.13	105.09	0.77
8+240.00	Q(PR140)	393.53	57.08	58.46	58.26	58.87	0.00662	2.86	139.84	105.43	0.78
8+260.00	Q(PR140)	393.53	56.94	58.36	58.11	58.74	0.00591	2.75	144.87	105.96	0.74
8+280.00	Q(PR140)	393.53	56.80	58.11	58.02	58.59	0.00878	3.10	128.68	105.94	0.89
8+300.00	Q(PR140)	393.53	56.65	58.00	57.83	58.43	0.00718	2.91	136.99	106.59	0.81
8+320.00	Q(PR140)	393.53	56.51	57.88	57.68	58.28	0.00652	2.82	141.23	107.18	0.77
8+340.00	Q(PR140)	393.53	56.37	57.76	57.54	58.15	0.00622	2.78	143.48	107.50	0.76
8+360.00	Q(PR140)	393.53	56.23	57.64	57.38	58.01	0.00585	2.73	146.14	107.51	0.74
8+380.00	Q(PR140)	393.53	56.09	57.48	57.27	57.88	0.00653	2.82	141.19	107.16	0.78
8+400.00	Q(PR140)	393.53	55.94	57.35	57.11	57.73	0.00618	2.75	143.98	106.61	0.75
8+420.00	Q(PR140)	393.53	55.80	57.20	57.00	57.60	0.00675	2.84	139.76	106.11	0.78
8+440.00	Q(PR140)	393.53	55.66	57.09	56.85	57.47	0.00618	2.77	143.56	106.42	0.75

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 42 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 8+460 - Km 9+860**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m³/s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m²)	Espejo de Agua (m)	N° Froude
8+460.00	Q(PR140)	393.53	55.52	56.92	56.74	57.34	0.00706	2.90	137.51	105.96	0.80
8+480.00	Q(PR140)	393.53	55.37	56.82	56.56	57.20	0.00597	2.75	144.44	104.86	0.74
8+500.00	Q(PR140)	393.53	55.23	56.72	56.41	57.07	0.00521	2.63	150.43	104.53	0.70
8+520.00	Q(PR140)	393.53	55.09	56.59	56.30	56.96	0.00552	2.69	147.52	104.28	0.72
8+540.00	Q(PR140)	393.53	54.96	56.49	56.15	56.83	0.00503	2.61	151.94	105.47	0.69
8+560.00	Q(PR140)	393.53	54.84	56.38	56.05	56.72	0.00497	2.61	152.20	105.48	0.68
8+580.00	Q(PR140)	393.53	54.73	56.28	55.92	56.61	0.00468	2.56	155.04	104.73	0.66
8+600.00	Q(PR140)	393.53	54.62	56.17	55.84	56.51	0.00493	2.61	152.48	105.06	0.68
8+620.00	Q(PR140)	393.53	54.51	56.06	55.76	56.41	0.00529	2.68	149.50	105.44	0.70
8+640.00	Q(PR140)	393.53	54.40	55.97	55.62	56.30	0.00472	2.58	154.86	105.21	0.67
8+660.00	Q(PR140)	393.53	54.30	55.85	55.53	56.20	0.00517	2.65	149.61	103.18	0.70
8+680.00	Q(PR140)	393.53	54.19	55.75	55.41	56.10	0.00499	2.64	151.13	101.25	0.68
8+700.00	Q(PR140)	393.53	54.08	55.65	55.31	56.00	0.00501	2.65	149.96	100.88	0.69
8+720.00	Q(PR140)	393.53	53.97	55.55	55.18	55.89	0.00476	2.60	152.15	100.50	0.67
8+740.00	Q(PR140)	393.53	53.86	55.43	55.10	55.79	0.00502	2.66	149.39	100.10	0.69
8+760.00	Q(PR140)	393.53	53.75	55.35	54.96	55.68	0.00452	2.58	153.58	99.80	0.66
8+780.00	Q(PR140)	393.53	53.64	55.22	54.90	55.58	0.00520	2.69	147.67	99.31	0.70
8+800.00	Q(PR140)	393.53	53.53	55.11	54.80	55.48	0.00529	2.72	145.94	98.93	0.71
8+820.00	Q(PR140)	393.53	53.42	55.02	54.67	55.37	0.00495	2.66	149.30	98.69	0.68
8+840.00	Q(PR140)	393.53	53.32	54.89	54.59	55.27	0.00541	2.75	144.68	98.35	0.72
8+860.00	Q(PR140)	393.53	53.21	54.75	54.46	55.13	0.00550	2.76	143.76	97.98	0.72
8+880.00	Q(PR140)	393.53	53.10	54.62	54.37	55.01	0.00579	2.81	142.89	101.70	0.74
8+900.00	Q(PR140)	393.53	52.99	54.55	54.22	54.89	0.00479	2.64	152.69	104.16	0.68
8+920.00	Q(PR140)	393.53	52.88	54.43	54.14	54.80	0.00516	2.71	149.50	105.65	0.70
8+940.00	Q(PR140)	393.53	52.77	54.33	54.04	54.69	0.00534	2.74	149.49	106.12	0.71
8+960.00	Q(PR140)	393.53	52.66	54.24	53.90	54.58	0.00478	2.63	153.28	104.54	0.68
8+980.00	Q(PR140)	393.53	52.56	54.08	53.83	54.47	0.00590	2.82	143.86	103.44	0.75
9+000.00	Q(PR140)	393.53	52.45	54.00	53.68	54.35	0.00505	2.68	150.17	103.24	0.69
9+020.00	Q(PR140)	393.53	52.34	53.89	53.58	54.25	0.00506	2.69	149.87	103.04	0.70
9+040.00	Q(PR140)	393.53	52.23	53.80	53.45	54.14	0.00471	2.63	153.01	102.91	0.67
9+060.00	Q(PR140)	393.53	52.12	53.67	53.37	54.04	0.00519	2.72	148.50	102.68	0.70
9+080.00	Q(PR140)	393.53	52.01	53.56	53.26	53.93	0.00531	2.73	147.40	102.44	0.71
9+100.00	Q(PR140)	393.53	51.90	53.46	53.15	53.82	0.00506	2.69	149.68	102.50	0.70
9+120.00	Q(PR140)	393.53	51.80	53.36	53.06	53.72	0.00522	2.70	149.31	103.94	0.71
9+140.00	Q(PR140)	393.53	51.69	53.27	52.93	53.61	0.00478	2.63	153.19	103.48	0.68
9+160.00	Q(PR140)	393.53	51.58	53.18	52.81	53.52	0.00459	2.61	154.50	102.41	0.67
9+180.00	Q(PR140)	393.53	51.47	53.09	52.68	53.41	0.00427	2.56	157.60	101.41	0.65
9+200.00	Q(PR140)	393.53	51.36	52.97	52.62	53.32	0.00478	2.66	151.84	100.77	0.68
9+220.00	Q(PR140)	393.53	51.25	52.84	52.50	53.20	0.00483	2.68	150.05	99.39	0.68
9+240.00	Q(PR140)	393.53	51.14	52.71	52.41	53.10	0.00534	2.77	144.37	97.50	0.72
9+260.00	Q(PR140)	393.53	51.03	52.60	52.31	52.99	0.00545	2.79	143.44	97.48	0.72
9+280.00	Q(PR140)	393.53	50.93	52.50	52.18	52.88	0.00510	2.73	146.39	97.55	0.70
9+300.00	Q(PR140)	393.53	50.82	52.40	52.09	52.78	0.00521	2.75	145.41	97.54	0.71
9+320.00	Q(PR140)	393.53	50.71	52.31	51.96	52.67	0.00476	2.68	149.47	97.63	0.68
9+340.00	Q(PR140)	393.53	50.60	52.18	51.88	52.57	0.00535	2.77	144.43	97.56	0.72
9+360.00	Q(PR140)	393.53	50.49	52.10	51.73	52.45	0.00462	2.65	151.14	97.66	0.67
9+380.00	Q(PR140)	393.53	50.38	51.98	51.65	52.35	0.00510	2.73	146.66	97.60	0.70
9+400.00	Q(PR140)	393.53	50.27	51.86	51.56	52.24	0.00528	2.76	145.14	97.55	0.71
9+420.00	Q(PR140)	393.53	50.16	51.77	51.43	52.14	0.00492	2.69	148.56	97.59	0.69
9+440.00	Q(PR140)	393.53	50.06	51.62	51.36	52.03	0.00585	2.83	140.46	97.41	0.74
9+460.00	Q(PR140)	393.53	49.95	51.53	51.21	51.90	0.00537	2.77	145.65	97.45	0.72
9+480.00	Q(PR140)	393.53	49.84	51.42	51.10	51.80	0.00515	2.73	146.10	97.50	0.70
9+500.00	Q(PR140)	393.53	49.73	51.33	50.97	51.68	0.00465	2.64	150.40	97.60	0.67
9+520.00	Q(PR140)	393.53	49.62	51.21	50.88	51.58	0.00513	2.74	146.78	97.60	0.70
9+540.00	Q(PR140)	393.53	49.51	51.10	50.79	51.48	0.00526	2.77	145.61	97.60	0.71
9+560.00	Q(PR140)	393.53	49.40	51.00	50.67	51.37	0.00497	2.71	147.79	97.65	0.69
9+580.00	Q(PR140)	393.53	49.30	50.86	50.59	51.26	0.00561	2.81	142.35	97.55	0.73
9+600.00	Q(PR140)	393.53	49.19	50.77	50.46	51.15	0.00523	2.75	145.33	97.58	0.71
9+620.00	Q(PR140)	393.53	49.08	50.66	50.35	51.04	0.00517	2.74	145.82	97.61	0.71
9+640.00	Q(PR140)	393.53	48.97	50.57	50.21	50.93	0.00471	2.67	149.98	97.68	0.68
9+660.00	Q(PR140)	393.53	48.86	50.44	50.14	50.83	0.00543	2.79	143.81	97.58	0.72
9+680.00	Q(PR140)	393.53	48.75	50.33	49.99	50.69	0.00496	2.71	147.94	97.78	0.69
9+700.00	Q(PR140)	393.53	48.64	50.20	49.91	50.58	0.00556	2.79	143.34	97.94	0.73
9+720.00	Q(PR140)	393.53	48.54	50.08	49.81	50.47	0.00576	2.83	141.66	98.12	0.74
9+740.00	Q(PR140)	393.53	48.43	49.99	49.67	50.36	0.00518	2.72	146.21	98.43	0.70
9+760.00	Q(PR140)	393.53	48.32	49.88	49.57	50.26	0.00535	2.75	145.59	98.65	0.71
9+780.00	Q(PR140)	393.53	48.21	49.78	49.44	50.14	0.00491	2.66	149.17	98.92	0.69
9+800.00	Q(PR140)	393.53	48.10	49.66	49.36	50.04	0.00543	2.74	145.16	99.07	0.72
9+820.00	Q(PR140)	393.53	47.99	49.56	49.21	49.91	0.00485	2.63	150.29	99.58	0.68
9+840.00	Q(PR140)	393.53	47.88	49.42	49.13	49.80	0.00552	2.76	145.66	100.02	0.72
9+860.00	Q(PR140)	393.53	47.77	49.31	49.02	49.69	0.00550	2.75	145.53	100.55	0.72

Fuente: Elaboración Propia



**Cuadro 43 : Resultados del modelo HEC RAS para el cauce del río Virú Km 9+880 - Km 10+940**

Sección N°	Perfil flujo	Q Total (m³/s)	Cota Cauce (m)	Nivel agua (m)	Nivel Crítico (m)	Línea energía (m)	Pend. L. energía (m/m)	Vel cauce (m/s)	Área flujo (m²)	Espejo de Agua (m)	N° Froude
9+880.00	Q(PR140)	393.53	47.67	49.22	48.90	49.58	0.00509	2.67	148.75	101.16	0.70
9+900.00	Q(PR140)	393.53	47.56	49.06	48.83	49.46	0.00620	2.84	140.32	101.52	0.76
9+920.00	Q(PR140)	393.53	47.45	48.98	48.67	49.34	0.00527	2.69	148.16	102.17	0.71
9+940.00	Q(PR140)	393.53	47.33	48.87	48.56	49.23	0.00520	2.68	148.65	102.72	0.70
9+960.00	Q(PR140)	393.53	47.23	48.77	48.42	49.11	0.00474	2.60	152.63	102.70	0.67
9+980.00	Q(PR140)	393.53	47.12	48.65	48.34	49.01	0.00519	2.69	148.66	102.24	0.70
10+000.00	Q(PR140)	393.53	47.01	48.53	48.26	48.91	0.00570	2.77	143.97	101.73	0.73
10+020.00	Q(PR140)	393.53	46.90	48.43	48.12	48.80	0.00525	2.69	147.62	101.35	0.70
10+040.00	Q(PR140)	393.53	46.79	48.30	48.04	48.69	0.00589	2.78	142.63	100.78	0.74
10+060.00	Q(PR140)	393.53	46.69	48.20	47.90	48.57	0.00537	2.70	146.76	101.31	0.71
10+080.00	Q(PR140)	393.53	46.58	48.10	47.79	48.46	0.00532	2.69	147.47	102.22	0.71
10+100.00	Q(PR140)	393.53	46.47	48.00	47.66	48.34	0.00485	2.61	152.15	103.18	0.68
10+120.00	Q(PR140)	393.53	46.36	47.87	47.58	48.24	0.00550	2.71	147.40	103.99	0.72
10+140.00	Q(PR140)	393.53	46.25	47.76	47.43	48.10	0.00496	2.60	152.71	104.90	0.68
10+160.00	Q(PR140)	393.53	46.14	47.63	47.35	47.99	0.00538	2.69	149.09	105.78	0.71
10+180.00	Q(PR140)	393.53	46.04	47.52	47.25	47.88	0.00558	2.73	148.25	107.26	0.72
10+200.00	Q(PR140)	393.53	45.93	47.45	47.10	47.77	0.00475	2.58	159.04	109.60	0.67
10+220.00	Q(PR140)	393.53	45.81	47.38	46.97	47.67	0.00415	2.46	166.59	112.18	0.63
10+240.00	Q(PR140)	393.53	45.71	47.32	46.84	47.59	0.00356	2.33	174.90	112.93	0.59
10+260.00	Q(PR140)	393.53	45.60	47.26	46.75	47.52	0.00330	2.29	177.42	111.91	0.57
10+280.00	Q(PR140)	393.53	45.49	47.21	46.64	47.45	0.00299	2.24	181.07	109.30	0.55
10+300.00	Q(PR140)	393.53	45.38	47.12	46.59	47.39	0.00323	2.30	173.64	105.17	0.56
10+320.00	Q(PR140)	393.53	45.28	47.03	46.54	47.32	0.00361	2.42	165.51	101.18	0.60
10+340.00	Q(PR140)	393.53	45.17	46.95	46.44	47.24	0.00354	2.43	164.67	97.95	0.59
10+360.00	Q(PR140)	393.53	45.06	46.83	46.39	47.16	0.00415	2.59	156.39	95.22	0.64
10+380.00	Q(PR140)	393.53	44.95	46.76	46.27	47.08	0.00393	2.56	158.68	93.15	0.62
10+400.00	Q(PR140)	393.53	44.84	46.64	46.21	46.99	0.00435	2.70	151.39	90.95	0.66
10+420.00	Q(PR140)	393.53	44.73	46.55	46.07	46.89	0.00396	2.67	155.10	89.46	0.63
10+440.00	Q(PR140)	393.53	44.62	46.45	46.01	46.80	0.00420	2.72	149.22	88.03	0.65
10+460.00	Q(PR140)	393.53	44.51	46.30	45.96	46.71	0.00504	2.92	139.89	86.16	0.71
10+480.00	Q(PR140)	393.53	44.41	46.20	45.83	46.60	0.00488	2.90	141.14	84.74	0.70
10+500.00	Q(PR140)	393.53	44.30	46.08	45.74	46.50	0.00512	2.95	138.31	83.88	0.72
10+520.00	Q(PR140)	393.53	44.19	45.99	45.61	46.39	0.00473	2.88	140.25	83.12	0.69
10+540.00	Q(PR140)	393.53	44.08	45.89	45.51	46.30	0.00476	2.91	139.24	82.31	0.69
10+560.00	Q(PR140)	393.53	43.97	45.78	45.39	46.19	0.00462	2.88	140.14	81.51	0.68
10+580.00	Q(PR140)	393.53	43.86	45.64	45.32	46.08	0.00540	3.05	133.58	80.97	0.74
10+600.00	Q(PR140)	393.53	43.75	45.52	45.17	45.95	0.00511	2.97	136.24	81.56	0.72
10+620.00	Q(PR140)	393.53	43.65	45.41	45.08	45.84	0.00523	2.98	135.45	82.18	0.72
10+640.00	Q(PR140)	393.53	43.54	45.30	44.99	45.74	0.00529	3.01	135.23	82.81	0.73
10+660.00	Q(PR140)	393.53	43.43	45.23	44.84	45.63	0.00463	2.86	141.45	83.58	0.68
10+680.00	Q(PR140)	393.53	43.32	45.15	44.74	45.54	0.00448	2.77	143.48	84.30	0.67
10+700.00	Q(PR140)	393.53	43.21	45.09	44.60	45.44	0.00383	2.67	150.87	85.13	0.63
10+720.00	Q(PR140)	393.53	43.10	45.03	44.51	45.36	0.00362	2.64	154.41	85.93	0.61
10+740.00	Q(PR140)	393.53	42.96	44.98	44.34	45.27	0.00292	2.44	165.31	87.23	0.55
10+740.50	Q(PR140)	PUENTE VIRU									
10+760.00	Q(PR140)	393.53	42.88	44.86	44.28	45.17	0.00324	2.54	159.32	86.29	0.58
10+780.00	Q(PR140)	393.53	42.78	44.79	44.21	45.11	0.00326	2.58	159.04	85.49	0.58
10+800.00	Q(PR140)	393.53	42.67	44.70	44.12	45.04	0.00335	2.63	153.86	81.11	0.59
10+820.00	Q(PR140)	393.53	42.56	44.52	44.10	44.95	0.00454	2.99	137.80	76.10	0.69
10+840.00	Q(PR140)	393.53	42.45	44.39	44.01	44.85	0.00486	3.07	132.23	72.97	0.71
10+860.00	Q(PR140)	393.53	42.34	44.26	43.93	44.75	0.00534	3.19	129.29	73.04	0.74
10+880.00	Q(PR140)	393.53	42.23	44.18	43.77	44.63	0.00507	3.16	133.98	73.27	0.73
10+900.00	Q(PR140)	393.53	42.12	44.08	43.69	44.53	0.00483	3.07	132.44	73.46	0.71
10+920.00	Q(PR140)	393.53	42.01	43.97	43.60	44.43	0.00510	3.14	131.89	73.60	0.73
10+940.00	Q(PR140)	393.53	42.00	43.84	43.51	44.32	0.00541	3.15	128.53	73.66	0.74

Fuente: Elaboración Propia

### **3.5.3.2.1 Perfiles de Flujo**

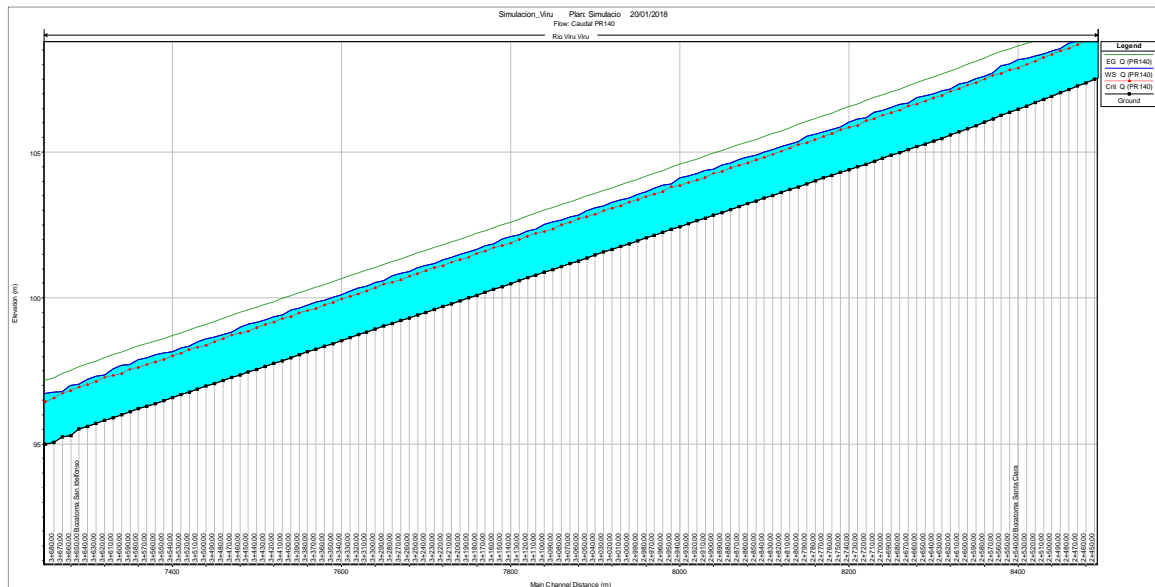
Hec Ras representa el comportamiento del cauce en forma de perfil de flujo; en el caso del río Virú en el tramo Zaraqúe – Puente Virú se tiene más de 10 kilómetros, siendo necesario presentar el perfil del flujo en varios gráficos.

En el Anexo N° 04 se muestra el perfil del flujo del río Virú en el Tramo Zaraqúe – Puente Virú, para poder visualizar el perfil del flujo de todo el tramo estudiado es necesario unir las figuras de forma consecutiva.

Los resultados que se observan en el perfil de flujo nos han proporcionado información muy importante para el cálculo de las estructuras de protección, puesto que es posible detectar los tramos donde se pueden presentar problemas por la presencia de resalto hidráulicos , socavación del cauce y remansos de flujo, por lo que se han analizado sectores donde se ubican la infraestructura vial (Puentes Alameda y Virú), de riego (Bocatomas Santa Clara , Bocatoma San Idelfonso y entrega del canal de descarga del Proyecto Especial CHAVIMO-CHIC entre los más importantes) y sectores donde se encuentra las poblaciones afectadas.

El primer tramo analizado corresponde al Km 2+500 al Km 3+680, en el cual se ubican las Bocatomas Santa Clara y San Idelfonso mostrada en el Grafico N°04, donde se puede observar de manera más detalla el perfil de flujo para el caudal de diseño para el periodo de retorno de 140 años, en cuyo tramo se aprecia que el flujo alcanza un tirante máximo de 1.82 metros, no sobrepasando al atura considerada para el ancho estable de 75 m.

**Gráfico 4 : Perfil de flujo del río Virú entre Las Bocatomas Santa Clara y San Idelfonso (Km 2+500 – Km 3+680)**

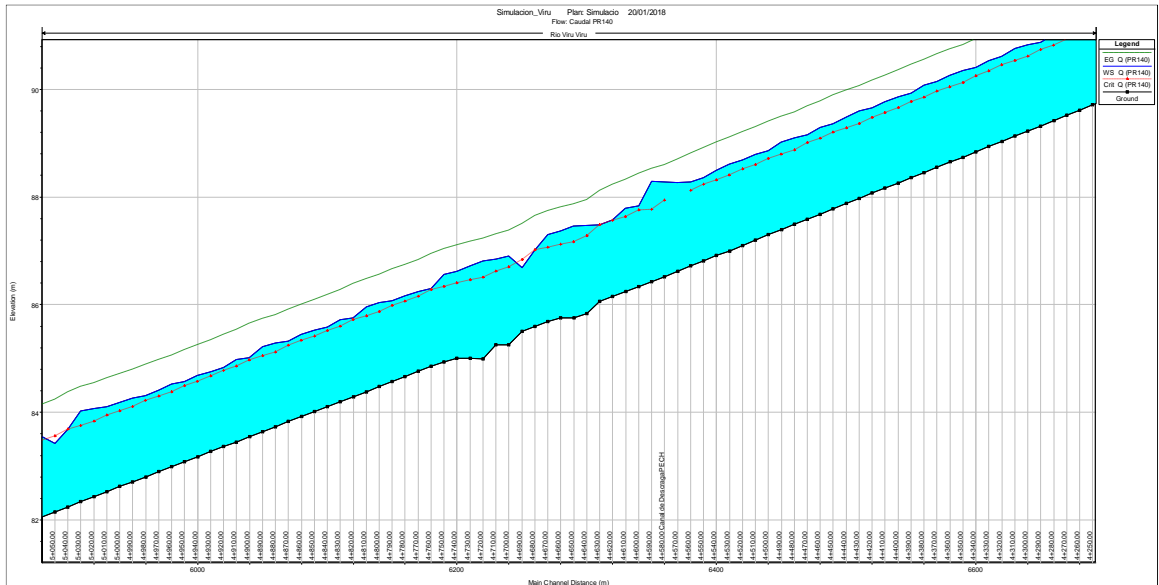


**Fuente:** *Elaboración Propia*

El segundo tramo analizado corresponde al Km 4+260 al Km 5+040, en el cual se ubican la salida del Canal de Descarga del Proyecto Especial Chavimochic mostrada en el Grafico N°05, en cuyo tramo se aprecia que existe aguas arriba del Badén Virú un remanso que será considerado en el cálculo de la altura de las estructuras de protección a diseñar, así mismo en este tramo se presentan evidencias de socavación por lo que deberán analizar las velocidades aguas arriba del tramo.

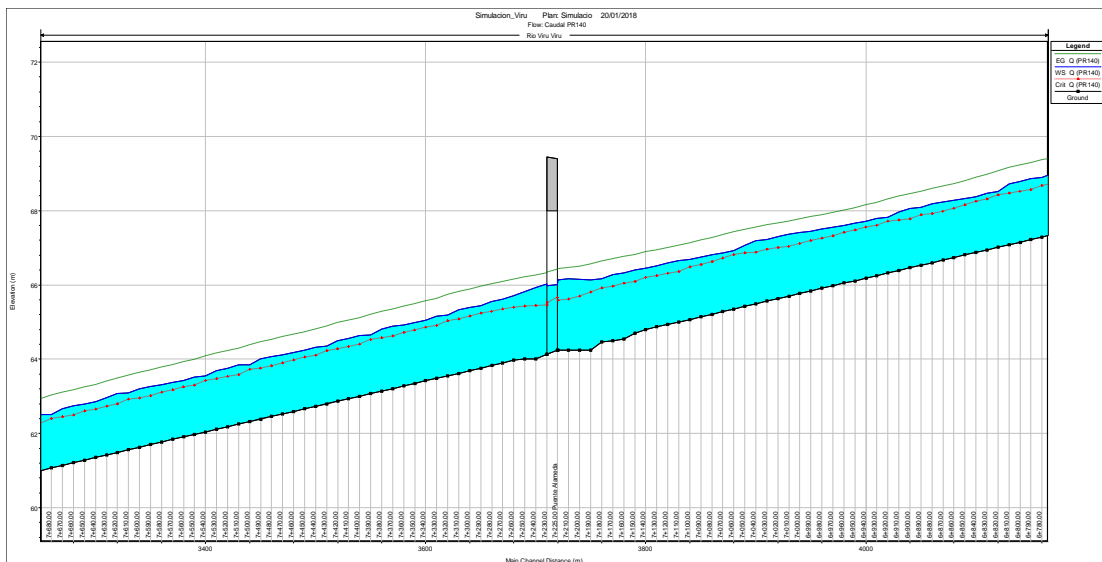
El tercer tramo analizado corresponde al Km 6+780 al Km 7+680, en el cual se ubica el Puente Alameda mostrada en el Grafico N°06, en el cual se aprecia que el flujo pasa por debajo del puente, así mismo aguas arriba del Puente Alameda se forma un remanso debido al cambio de sección (de 75 a 90 metros de ancho estable), así mismo en este tramo al igual que el anterior se presentan evidencias de socavación por lo que deberán analizar las velocidades aguas arriba y abajo del tramo estudiado.

**Gráfico 5 : Perfil de Flujo del río Virú en el tramo del canal de descarga del PECH (Km 4+260 – Km 5+040)**



Fuente: *Elaboración Propia*

**Gráfico 6 : Perfil de flujo del río Virú en el Puente Alameda (Km 6+780 - Km 7+680)**

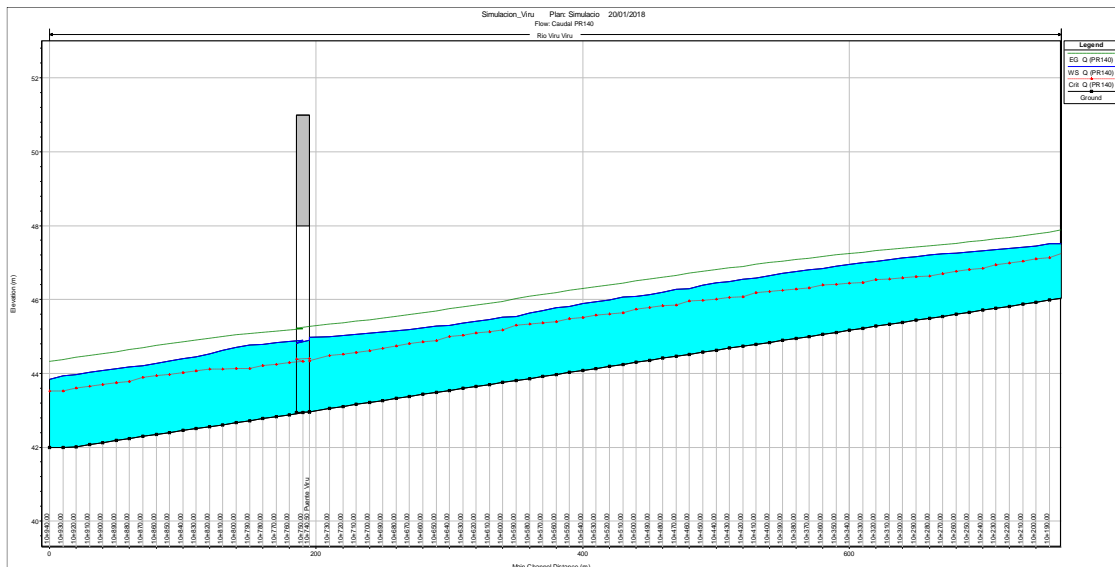


Fuente: *Elaboración Propia*

El cuarto tramo analizado corresponde al Km 10+200 al Km 10+940, en el cual se ubica el Puente Virú mostrada en el Gra-

fico N°07, en cuyo tramo se aprecia que el flujo pasa por debajo del puente, así mismo en este tramo al igual que el anterior se presentan evidencias de socavación por lo que serán analizadas en la estimación correspondiente.

**Gráfico 7 : Perfil de flujo del río Virú en el puente Virú (Km 10+200 - Km 10+620)**

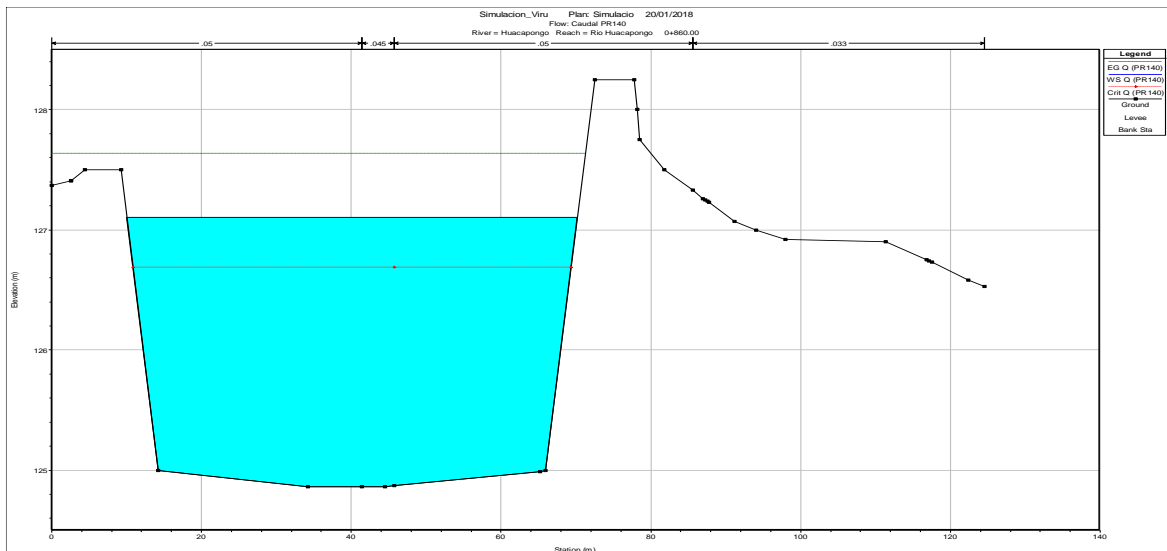


Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3.2.2 Secciones transversales

El modelo HEC RAS nos ha suministrado información hidráulica para cada sección sobre los niveles del flujo alcanzado para el caudal de diseño  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$ , periodo de retorno de 140 años, cuyos resultados se presentan en el Anexo N° 04 , a continuación se presentan algunas secciones de interés del tramo de estudio con los correspondientes niveles de flujo. En el grafico N° 08 se muestra la zona antes de la desembocadura del río Carabamba sección del Km 0+930, en el cual se puede apreciar que el ancho estable y altura calculadas son las correctas ya que no existe problemas de inundación.

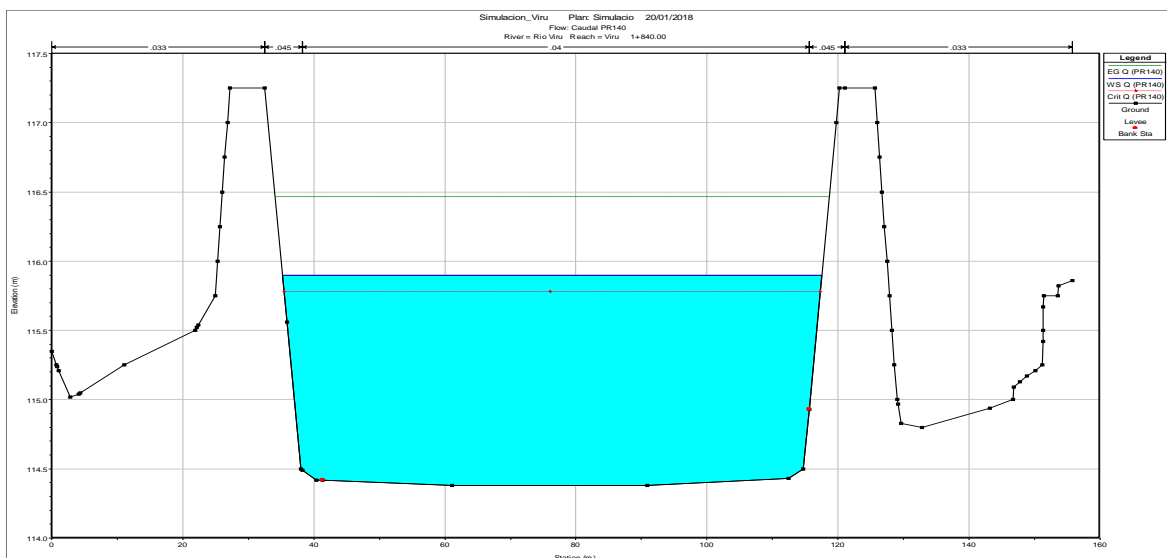
**Gráfico 8 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 0+480**



**Fuente: Elaboración Propia**

En la grafico N° 09 se muestra la zona aguas arriba de la Bocatoma Santa Clara sección Km 1+840, en la cual al igual que en la sección anterior se puede apreciar que el ancho estable y altura calculadas son las correctas ya que no existe problemas de inundación.

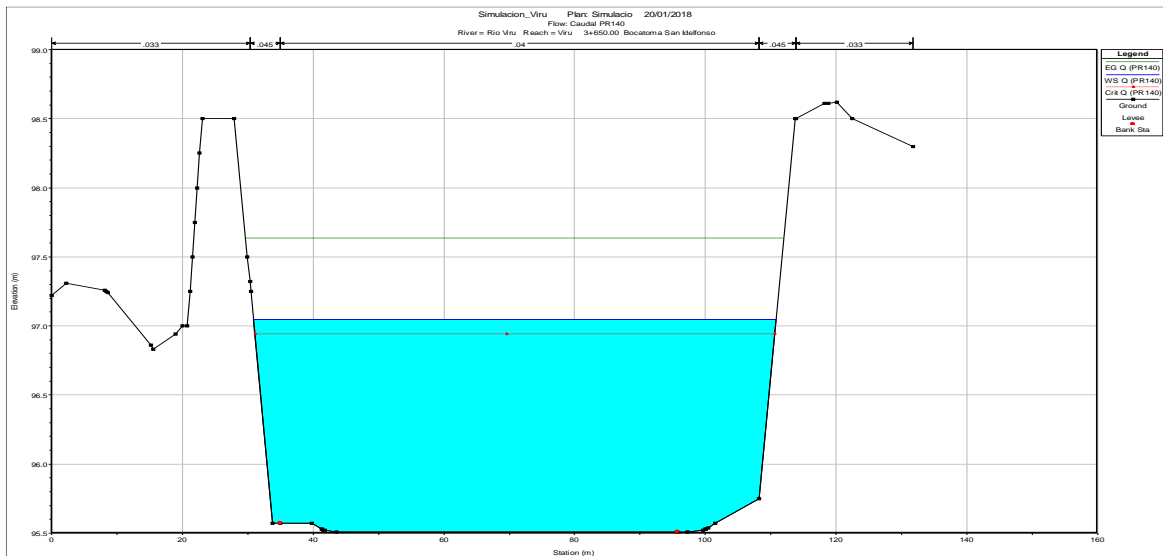
**Gráfico 9 : Resultado del modelo HEC RAS en las sección 1+840**



**Fuente: Elaboración Propia**

En el grafico N°10 se muestra la sección en la Bocatoma San Idelfonso Km 3+650, en el que se puede apreciar que el flujo no sobrepasa la sección dimensionada del cauce y altura de los muros de encauzamiento, no existiendo problemas de inundación.

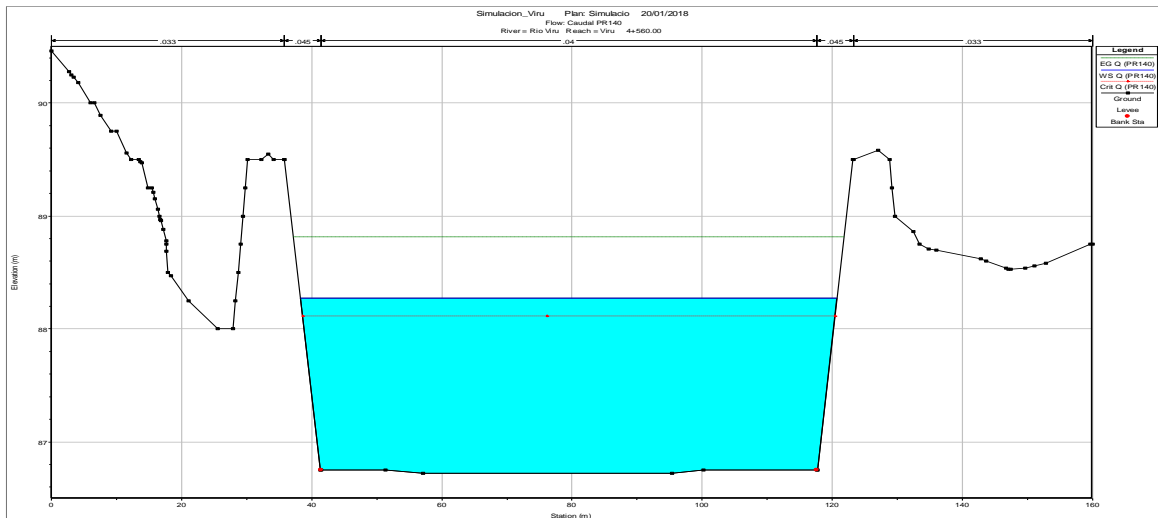
**Gráfico 10 : Resultados del modelo HEC RAS en la sección 3+320**



**Fuente: Elaboración Propia**

En el grafico N° 11 se muestra la sección correspondiente al cruce del sifón Virú Km 4+560, se puede observar que el flujo no sobrepasa la sección dimensionada del cauce y altura de los muros de encauzamiento, no existiendo problemas de inundación.

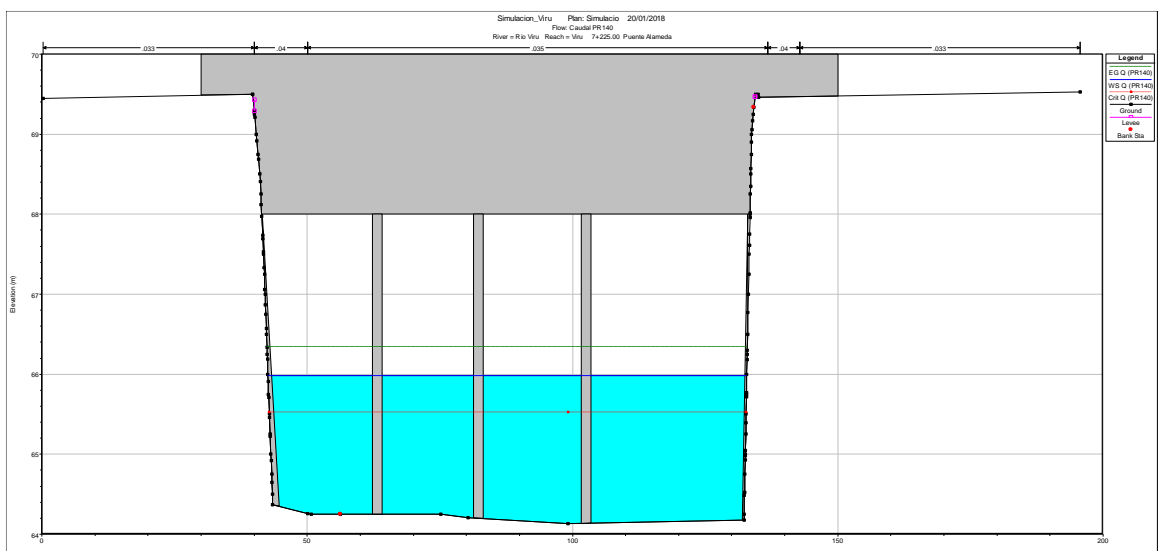
**Gráfico 11 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 4+260**



**Fuente: Elaboración Propia**

En los gráficos N° 12 y 13 se muestran las secciones correspondientes a los Puentes Alameda y Virú Km 7+225 y 10+740.50 respectivamente, en las cuales se puede observar que el flujo no sobrepasa la sección existente por lo que se proyecta el empalme del ancho proyectado a la de las secciones existentes en los respectivos puentes.

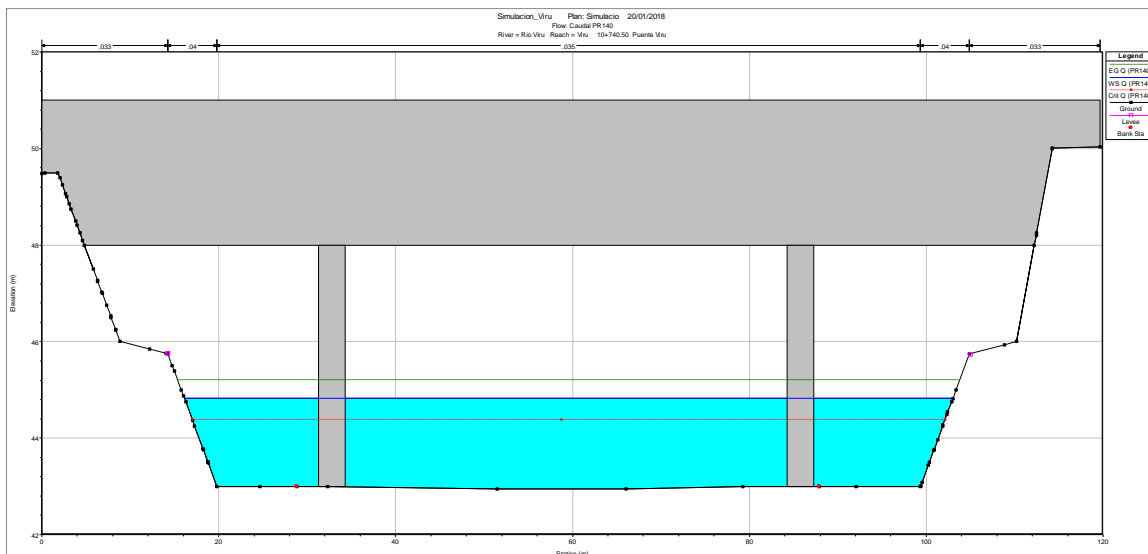
**Gráfico 12 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 7+225**



**Fuente: Elaboración Propia**



**Gráfico 13 : Resultado del modelo HEC RAS en la sección 10+740.50**



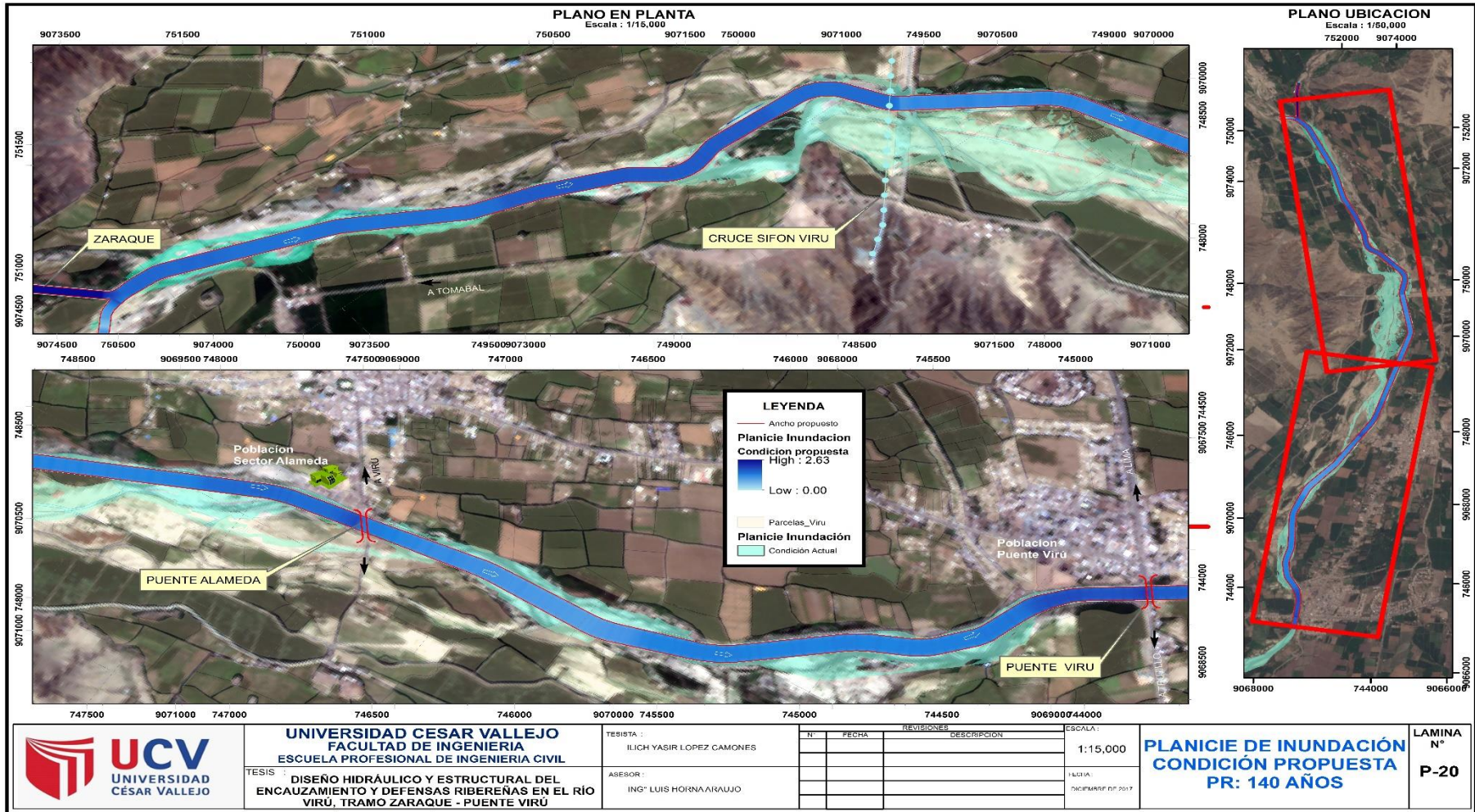
**Fuente: Elaboración Propia**

### 3.5.3.2.3 Planicie de Inundación condición propuesta

A través de la utilización de la herramienta del RAS Mapper del HECRAS, se ha realizado el procesamiento de la llanura de inundación en la condición propuesta, con cuyos resultados con la utilización del software Arc Gis se ha digitalizado y elaborado el mapa de inundación para el perfil de flujo seleccionado.

Los resultados de los análisis se presentan en forma de mancha de inundación, en el cual se observa que, para el planteamiento hidráulico propuesto, el cauce del río Virú en el tramo Zaraque – Puente Virú soporta el tránsito de un caudal de  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondiente para el periodo de retorno de 174 años, sin provocar desbordes e inundaciones.

Imagen 47 : Planicie de inundación planteamiento hidráulico del río Viru tramo Zaraque - Puente Virú Q= 393.53 m3/s para PR =140 años



Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.4 Cálculo del Nivel de cresta de los diques de encauzamiento.

Para el cálculo del nivel de cresta del borde superior de las estructuras de protección se ha considerado los resultados de la simulación hidráulica (perfiles de flujo) obtenidos con el software HEC RAS, siendo la altura de las estructuras protección el nivel de agua máximo correspondiente al caudal de diseño para cada tramo analizado.

De acuerdo a los criterios de diseño considerados, la altura del dique de encauzamiento se calculará según la siguiente fórmula:

$$H = \text{tirante máximo} + f$$

$$f = \phi \left[ \frac{V^2}{2g} \right]$$

Donde:

$\phi$ : Coeficiente de corrección que depende del caudal de diseño, que según Tabla N° 45 para nuestro caso es de 1.10.

$g$ : Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ) = 9.81

Los resultados indican que las alturas de las estructuras de protección tendrán una altura entre 2.8 m a 3.50 m dependiendo del tramo evaluado, con respecto al fondo de la rasante de diseño de muro de encauzamiento para un caudal de diseño con periodo de retorno de 140 años, en el tramo Zaraqúe – Puente Virú. (Ver Gráficos N° 14 y 15)

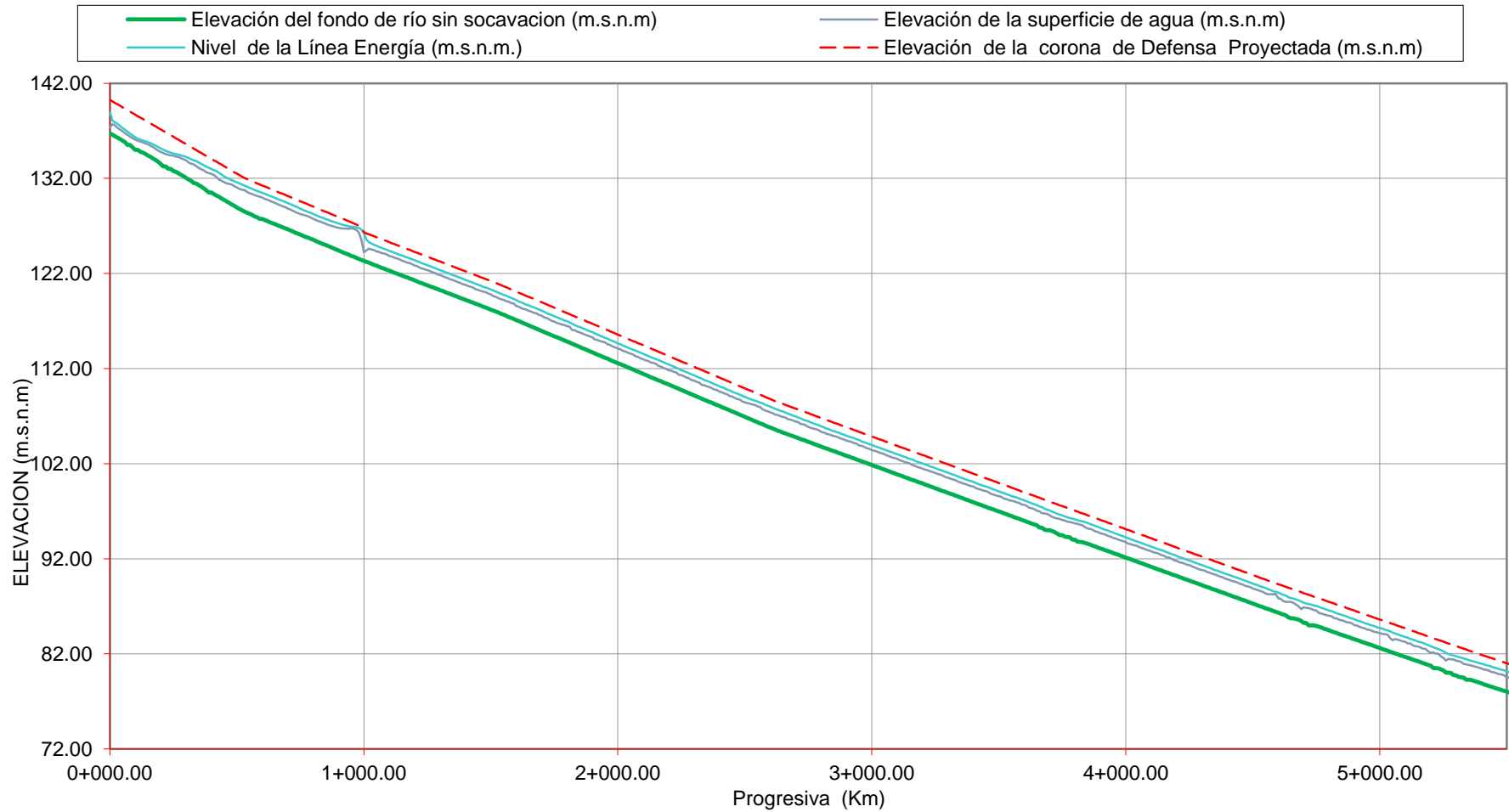
Los cálculos y resultados por cada tramo se presentan en el Anexo N°4, cuyo resumen se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 44 : Resumen del resultado del cálculo de la altura de muros de encauzamiento**

Río	Tramo	Velocidad Máxima  (m/s)	Tirante Máximo  (m)	Bordo Libre BL = $\phi e$			Altura de corona de Defensa  (m)	Altura Propuesta  H (m)
				$\phi$	$e = V^2/2g$	BL		
VIRU	Km 0+000.00 - Km 1+000.00	3.73	2.62	1.10	0.71	0.78	3.40	3.50
	Km 1+000.00 - Km 4+580.00	3.66	1.86	1.10	0.68	0.75	2.61	3.00
	Km 4+580.00 - Km 7+220.00	3.97	1.91	1.10	0.80	0.88	2.79	3.00
	Km 7+220.00 - Km 9+380.00	3.31	1.92	1.10	0.56	0.62	2.54	2.80
	Km 9+380.00 - Km 10+940.00	3.21	2.05	1.10	0.53	0.58	2.63	2.80

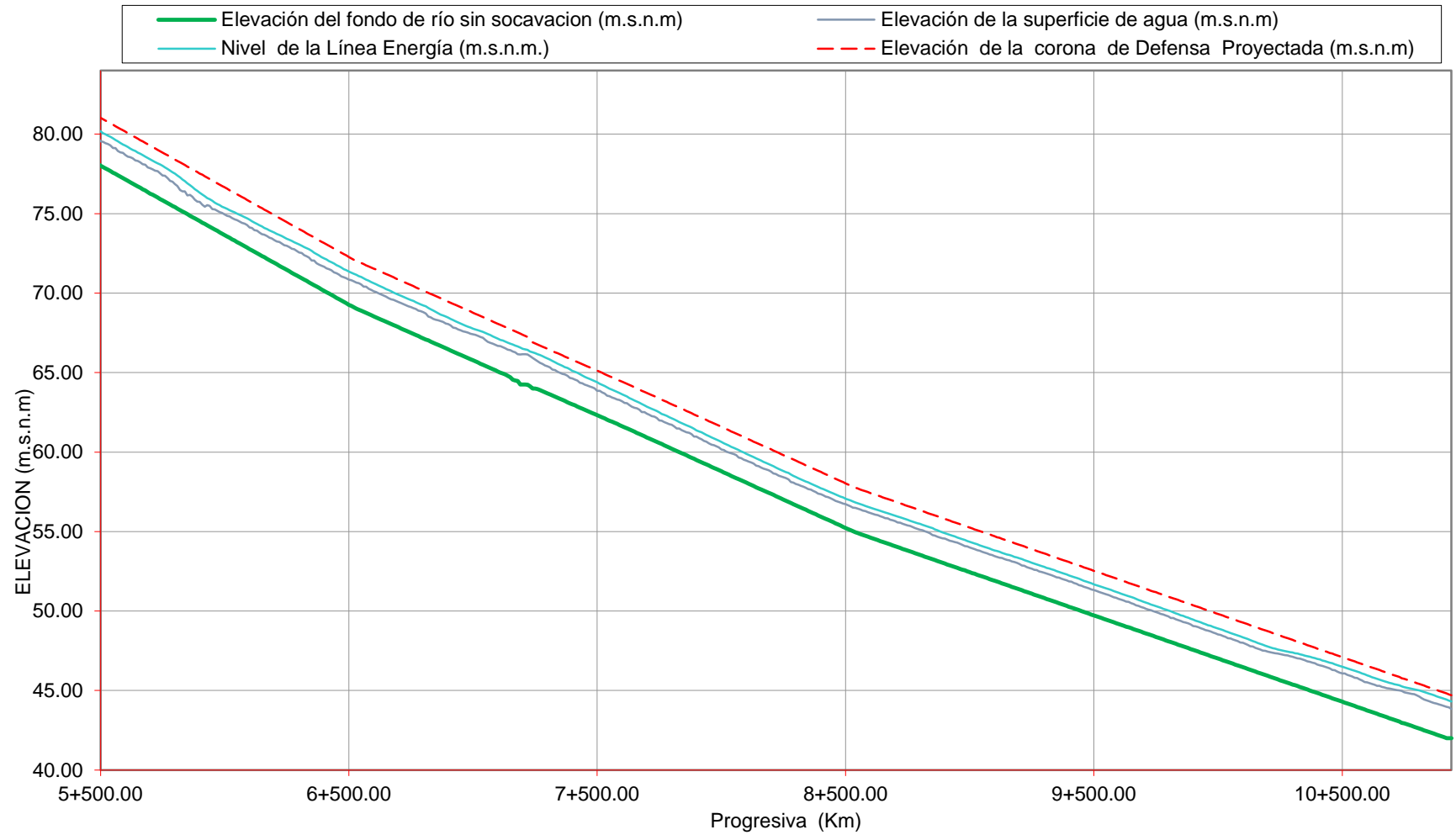
Fuente: *Elaboración Propia*

**Gráfico 14 : Altura de estructura de protección Km 0+000 - Km 5+500**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Gráfico 15 : Altura de estructuras de protección Km 5+500 - Km 10+940**



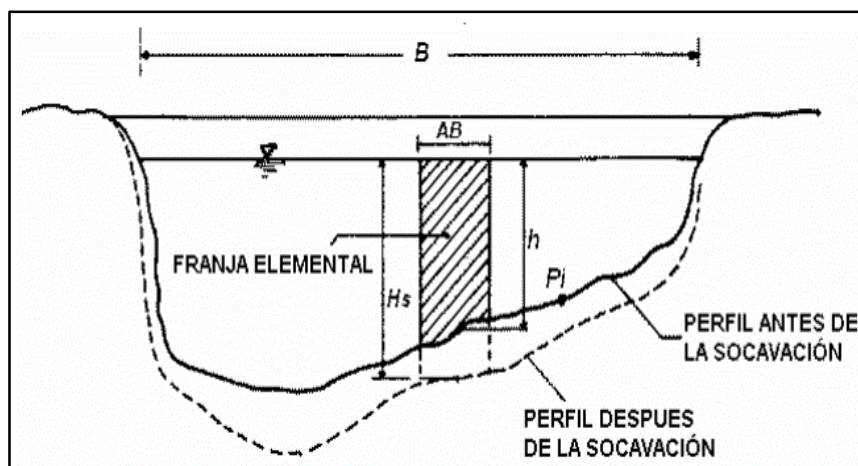
Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.5 Cálculo de la Socavación Potencial.

El método propuesto de la socavación general del cauce de estudio, es el planteado por LIST VAN LEVEDIEV para suelos no cohesivos. “Se fundamenta en el equilibrio que debe existir entre la velocidad del al corriente ( $V_r$ ) y la velocidad media erosiva ( $V_e$ ). La velocidad erosiva no es la que da inicio al movimiento de las partículas en suelos sueltos, sino la velocidad mínima que mantiene un movimiento generalizado del material del fondo. Si el suelo es cohesivo, es la velocidad que es capaz de levantar y poner el sedimento en suspensión. La velocidad erosiva es función de las características del sedimento de fondo y de la profundidad del agua. La velocidad real está dada principalmente en función de las características del río: pendiente, rugosidad y tirante o profundidad del agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

“El método se basa en suponer que el caudal unitario correspondiente a cada franja elemental en que se divide el cauce natural (Imagen N°48 permanece constante durante el proceso erosivo y puede aplicarse, con los debidos ajustes, para casos de cauces definidos o no, materiales de fondo cohesivos o friccionantes y para condiciones de distribución de los materiales del fondo del cauce homogénea o heterogénea” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

**Imagen 48 : Sección transversal del cauce**



Fuente: (Chow, 1994)

Determinación de la profundidad de socavación en suelos homogéneos  
 “La profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene cuando la velocidad media del cauce iguala a la velocidad erosiva ( $V_r = V_e$ ). Conocido el perfil transversal de la sección bajo el puente antes del paso de la avenida, se escogen algunos puntos en cuyas verticales se desea conocer la profundidad de socavación. Uniendo estos puntos se obtiene el perfil de socavación. Considerando que la hipótesis del método es que el gasto en cada franja del cauce permanece constante durante el proceso erosivo, la profundidad de socavación será igual a 0 en las orillas, por lo que no se permite estimar ninguna erosión lateral de las márgenes” (Paredes Carrion, 2018).

**a) Para suelos granulares**

$$d_s = \left( \frac{\alpha * (d_o)^{\frac{5}{3}}}{0.60 * D_m^{1.18} * \beta} \right)^{\frac{1}{(1+x)}}$$

$$\alpha = \frac{Q_d}{\left( d_m^{\frac{5}{3}} * B_e * \mu \right)}$$

- Dónde:
- $d_s$ : Tirante después de producirse la socavación (m)
  - A: Coeficiente.
  - $d_o$ : Tirante sin socavación (m)
  - $D_m$ : Diámetro medio (mm)
  - $Q_d$ : Caudal del río ( $m^3/s$ )
  - $\beta$ : Coeficiente que depende del PR (Tabla N°42)
  - X: Exponente que depende de:
    - $D_m$ : Para suelos Granulares, no cohesivos (Ver Tabla N°44)
    - $D_m$ : Tirante medio (A/Be)
    - Be: Ancho de la sección sin obstáculos (m)
    - $\mu$ : Coeficiente de contracción (Tabla N°41)

Se ha realizado el cálculo de las condiciones de socavación en el río Virú tramo Zaraque - Puente Virú, dadas las condiciones geométricas

del cauce y las condiciones hidráulicas del flujo para un caudal de diseño de hasta 174 años de período de retorno. Los cálculos de socavación se realizaron utilizando las fórmulas de materiales no cohesivos, detalladas en el apartado anterior. A continuación, se presentan el cuadro resumen de los resultados obtenidos, cuyo detalle se presenta en el AnexoN°03.

**Cuadro 45 : Resultados de la Estimación de las profundidades de socavación.**

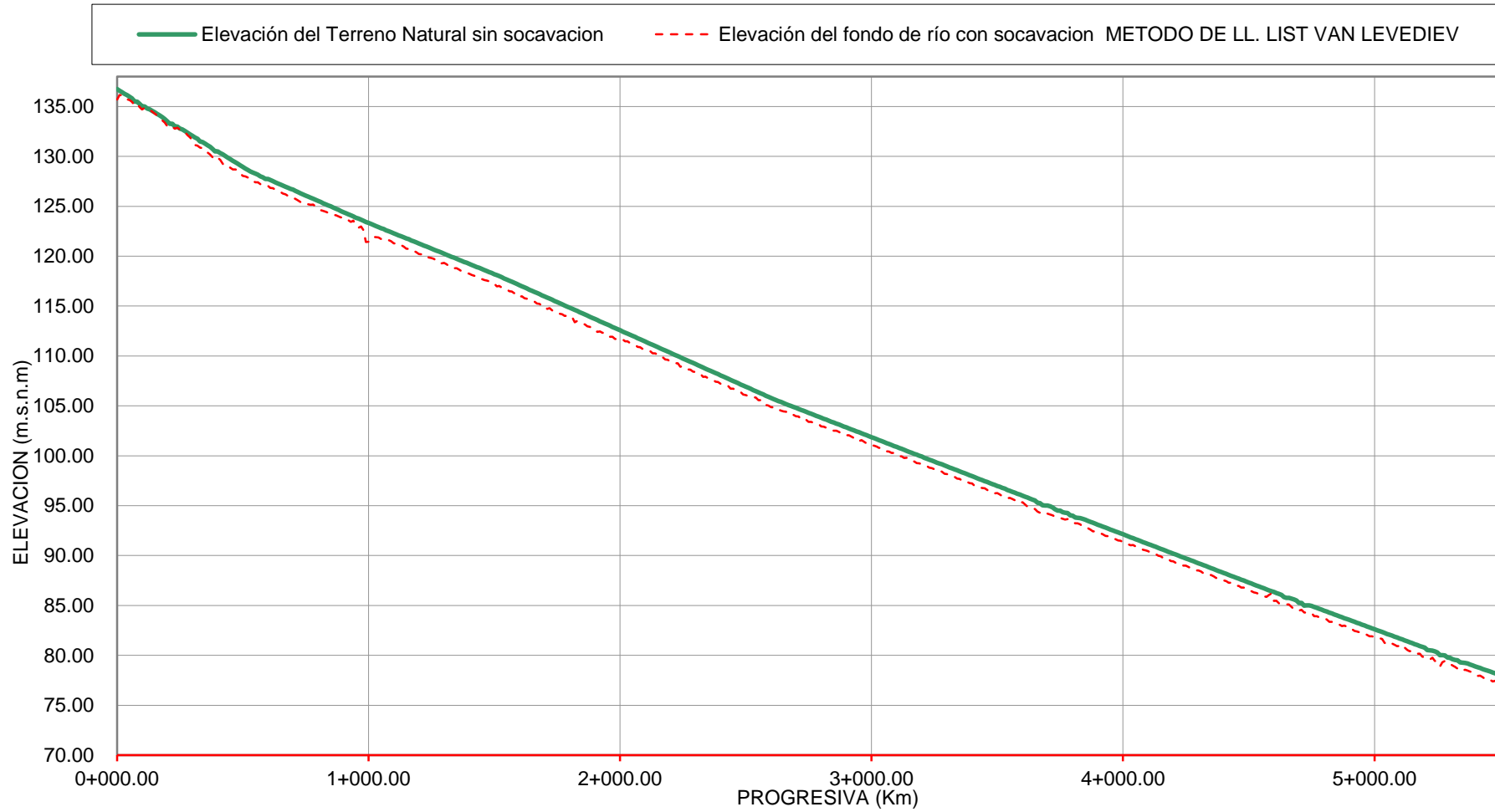
Rio	Tramo	Profundidad de Socavacion Hs (m)
		Max.
VIRU	Km 0+000.00 - Km 1+000.00	2.01
	Km 1+000.00 - Km 4+580.00	1.58
	Km 4+580.00 - Km 7+220.00	1.21
	Km 7+220.00 - Km 9+380.00	0.94
	Km 9+380.00 - Km 10+940.00	1.09

**Fuente: Elaboración Propia**

En los siguientes gráficos se observa la profundidad de socavación a lo largo del Cauce del Río Virú en el Tramo Zaraqúe – Puente Virú, así mismo en el Anexo 04 se presentan los cálculos y gráficos de la estimación de la socavación por cada sección transversal del río Virú en el tramo de estudio.

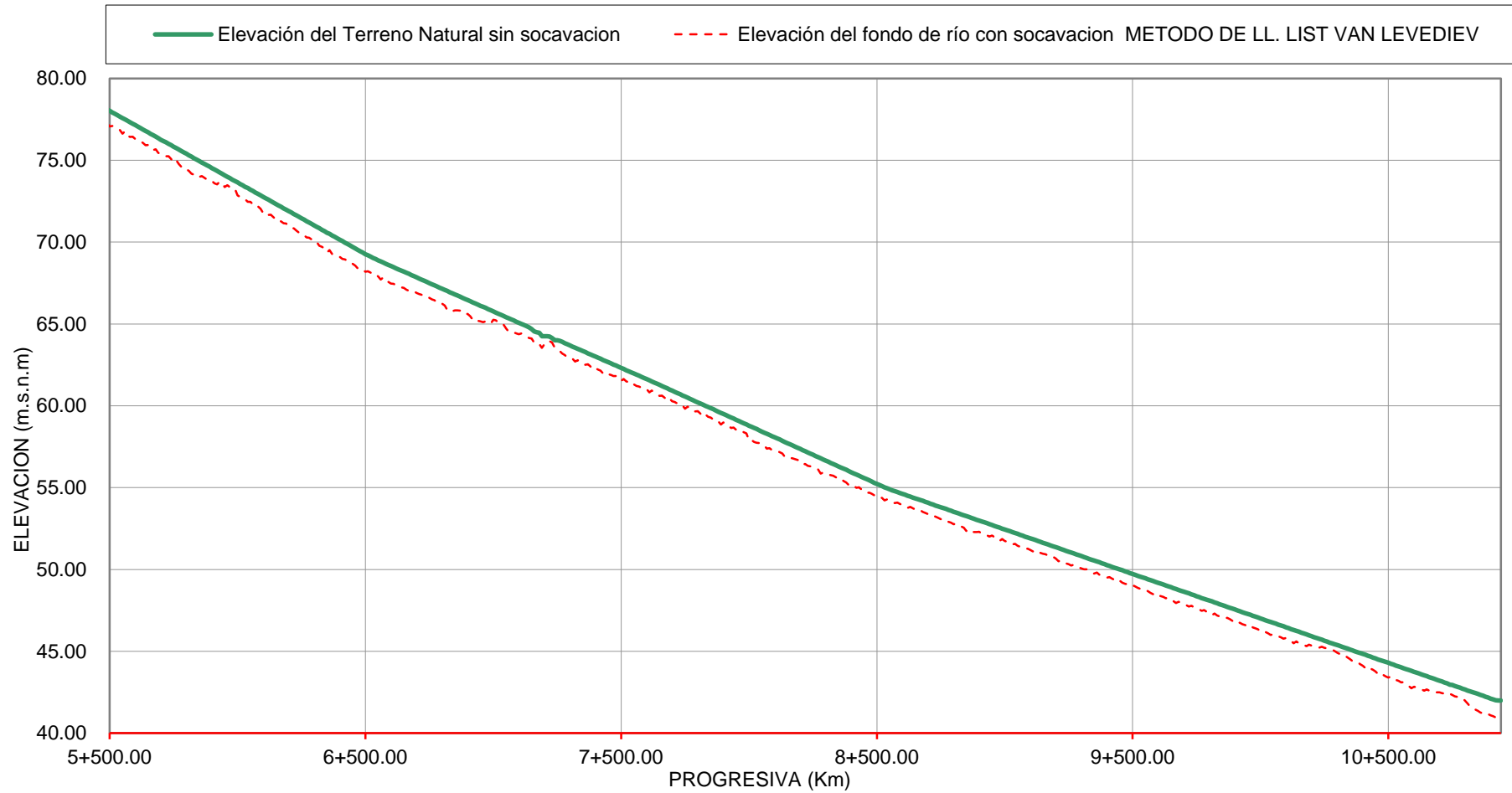


**Gráfico 16: Cálculo de la Socavación general en el río Virú Km 0+000 - Km 5+500**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Gráfico 17 : Cálculo de la socavación general en el río Virú Km 5+500 - km 10+940**



*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.5.6 Análisis de Resultados.**

De análisis de los resultados obtenidos en la condición actual del cauce del río Virú en el Tramo Zaraqúe – Puente Virú, que para un caudal de diseño seleccionado de  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$ , para el periodo de retorno de 140 años, los niveles alcanzados por el agua a lo largo del tramo sobrepasan el cauce del río, provocando zonas inundables que ponen en riesgo, a la población de la localidad de Virú, así como infraestructura Vial como los Puentes Virú y Alameda , terrenos agrícolas e infraestructura de riego ubicada sobre las márgenes del río Virú .

Dada la vulnerabilidad del tramo de estudio en las condiciones actuales, para mejorar sus condiciones hidráulicas se propone un tratamiento del cauce del río Virú, planteando anchos estables de 50 m, 75 m y 90 metros, con estructuras de protección de para mejorar sus condiciones hidráulicas 3.50 m, 3.00 m y 2.80 metros de altura.

De igual manera para el caudal de diseño  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$ , se ha realizado el cálculo de la profundidad de socavación, teniendo como resultado que la máxima profundidad de socavación es de 2.01m, por lo que las medidas estructurales a diseñar deben considerar este valor para su dimensionamiento.

### **3.5.7 Selección de Medidas Estructurales.**

Luego de los resultados hidráulicos obtenidos en el ítem 3.5.3 y de la visita de campo, se plantea como medida estructural para la protección del tramo de estudio, la Protección con Diques de encauzamiento con enrocados, para el cual se realizaría su dimensionamiento estructural.

## **3.6 DISEÑO ESTRUCTURAL**

### **3.6.1 Parámetros Hidráulicos requeridos**

Los parámetros hidráulicos corresponden a los resultados de la simulación hidráulica en la condición propuesta para un periodo de retorno

de 140 años, siendo este parámetro la velocidad y tirantes máximos por tramo, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 46 : Parámetros Hidráulicos requeridos**

Rio	Tramo	Velocidad Maxima	Tirante Maximo
		(m/s)	(m)
VIRU	Km 0+000.00 - Km 1+000.00	3.73	2.62
	Km 1+000.00 - Km 4+580.00	3.66	1.86
	Km 4+580.00 - Km 7+220.00	3.97	1.91
	Km 7+220.00 - Km 9+380.00	3.31	1.92
	Km 9+380.00 - Km 10+940.00	3.21	2.05

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.6.2 Taludes

De las pautas de para el diseño de la estabilidad de ríos y protección usando enrocados (RIP-RAP) recomienda los siguientes taludes para estructura de protección con enrocados:

**Tabla 51 : Taludes recomendados para enrocados**

Talud	Angulo de inclinacion correspondiente (°)
1.5 H : 1 V	34
2.0 H : 1 V	30
2.5 H : 1 V	22
3.0 H : 1 V	18.5

*Fuente:* (Associate Professor R. J. Keller, 2005)

Para nuestro caso se considera un talud de enrocado de 2:1 (H: V).

### 3.6.3 Gravedad Especifica de la roca

Corresponde a la densidad de la roca compuesta en relación con la densidad del agua, en la “Guidelines for the Design of River Bank Stability and Protection using RIP-RAP”, se presenta la Tabla N°52, de valores de densidad para diferentes tipos de roca.

**Tabla 52 : Gravedad específica de los tipos de roca típica utilizados en enrocados de protección**

Tipo de Roca	Densidad Relativa
Arenisca	2.10 - 2.40
Granito	2.50 - 3.10 (Típico 2.65)
Piedra caliza (cristalina)	2.60
Basalto	2.70 - 3.20

*Fuente:* (Associate Professor R. J. Keller, 2005)

Considerando que el tipo de roca a utilizar es Granito para nuestro caso se considera un valor de la Gravedad Especifica de 2.65

### 3.6.4 Angulo de Reposo de la roca

Consideran la recomendación dada en la “Guidelines for the Design of River Bank Stability and Protection using RIP-RAP” (Associate Professor R. J. Keller, 2005), el ángulo de reposo de la roca varía entre 30° a 43°, dependiendo del tamaño y la forma de la roca, el ángulo natural entre 41° a 42° cubre la mayoría situación de diseño.

Por lo que se considera para el estudio un ángulo de reposo de la roca de 42°.

En base a los cálculos efectuados en el siguiente cuadro se muestran los parámetros necesarios para el cálculo estructural.

**Cuadro 47 : Parámetros considerados**

Parametros	Valores	Simbolo
Angulo del Talud	2 : 1 (H : V)	$\Theta$
Angulo de reposo de la roca	42°	$\emptyset$
Gravedad especifica	2.65	$\gamma_s$

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.6.5 Nivel de cresta del enrocado de protección

Corresponde a los resultados obtenidos en el ítem 3.5.4, en el cual se ha realizado el cálculo de la altura de las estructuras de protección en base a los resultados del perfil de flujo que arrojó del modelamiento hidráulico.

Por lo que las alturas de los enrocados de protección serán lo que se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 48 : Resultado de altura de enrocado**

Rio	Tramo	Altura Propuesta
		H (m)
VIRU	Km 0+000.00 - Km 1+000.00	3.50
	Km 1+000.00 - Km 4+580.00	3.00
	Km 4+580.00 - Km 7+220.00	3.00
	Km 7+220.00 - Km 9+380.00	2.80
	Km 9+380.00 - Km 10+940.00	2.80

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.6.6 Dimensiones y nivel de profundidad de cimentación (Protección del Pie de Talud):

Las dimensiones y niveles de la profundidad de cimentación para la protección del pie del talud, se determinarán de acuerdo a los resultados de la evaluación de la socavación general del cauce del río Virú en el tramo Zaraqúe – Puente Virú.

Por lo que para el cálculo de la profundidad de cimentación se utilizara la siguiente formula:

$$Pc = FS \times Hs$$

Donde:

Pc : Profundidad de cimentación (m)

FS : Factor de seguridad = 1.50

Hs : Profundidad de socavación (m)

Los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 49 : Resultado de profundidad de cimentación (uña) enrocado**

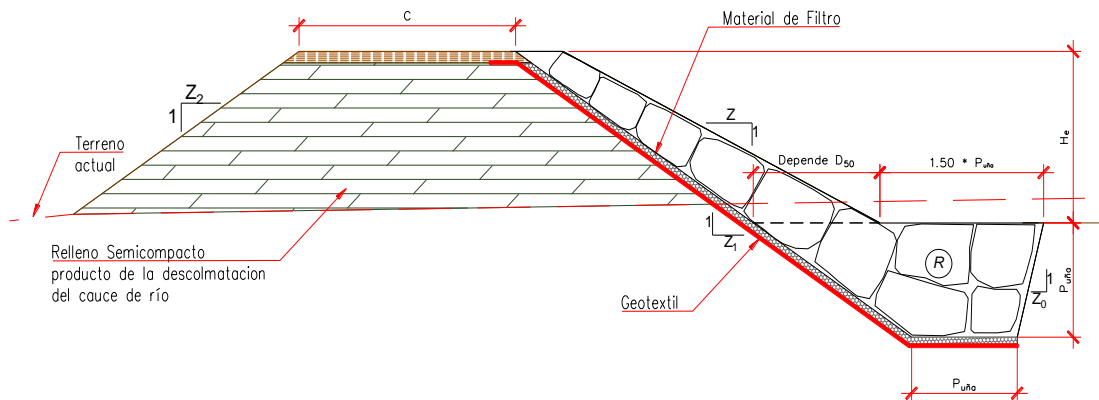
Rio	Tramo	Profundidad de Socavacion Hs (m)	Profundidad cimentacion		
		Max.	FS	Pc Calculado (m)	Pc (m) Asumida
VIRU	Km 0+000.00 - Km 1+000.00	2.01	1.50	3.02	3.00
	Km 1+000.00 - Km 4+580.00	1.58	1.50	2.37	2.50
	Km 4+580.00 - Km 7+220.00	1.21	1.50	1.82	2.00
	Km 7+220.00 - Km 9+380.00	0.94	1.50	1.40	2.00
	Km 9+380.00 - Km 10+940.00	1.09	1.50	1.63	2.00

*Fuente: Elaboración propia*

Los resultados se visualizan en los gráficos N°19 y 20

Realizado el cálculo de procedió a dimensionar la uña de protección considerando los parámetros mostrados en el gráfico N°18, cuyos resultados se muestran en el cuadro N° 50:

**Gráfico 18 : Características geométricas del enrocado de protección**



**Fuente: Elaboración propia**

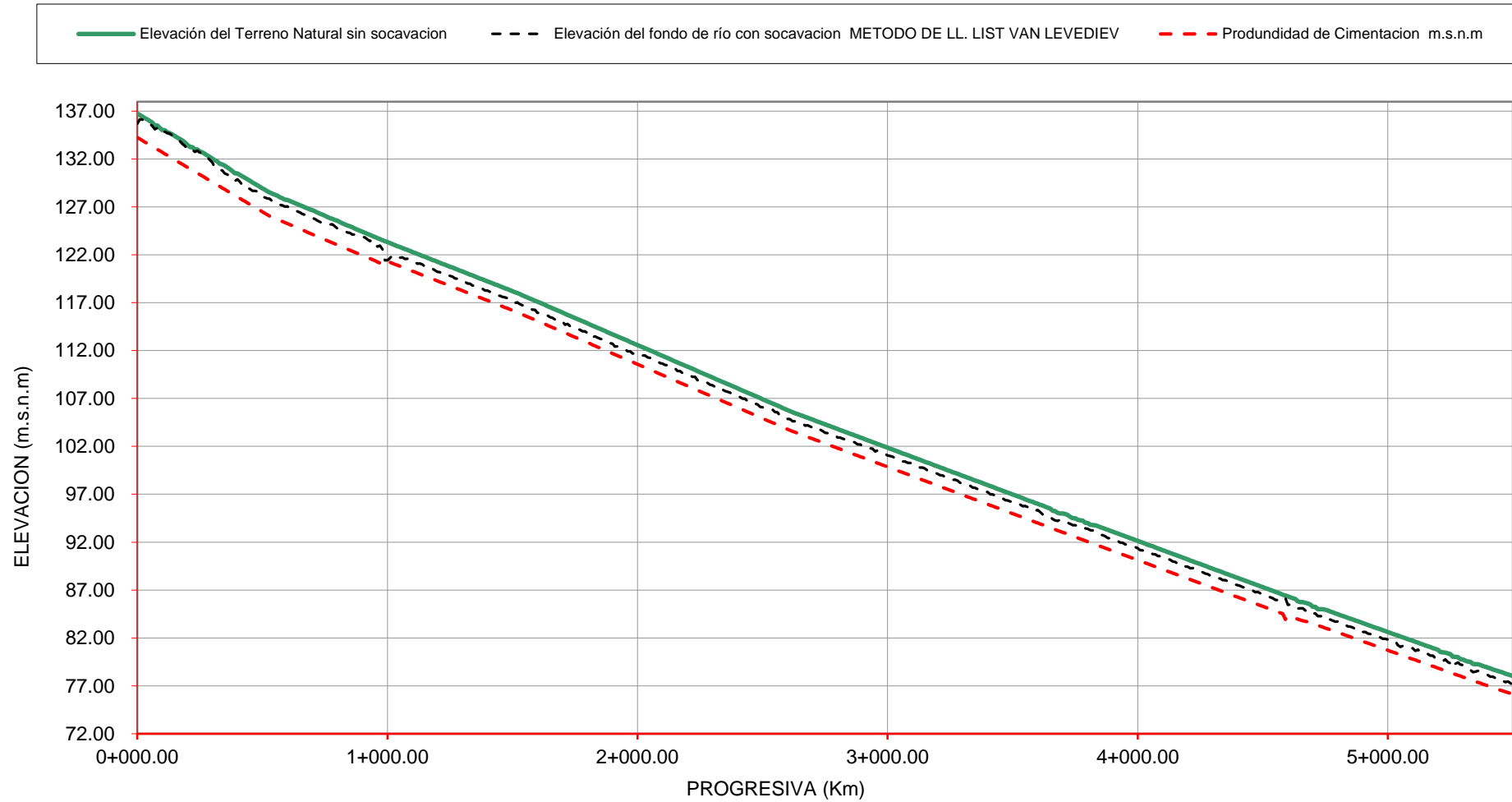
**Cuadro 50 : Resultado del dimensionamiento de la uña**

Tramo	Dimensiones de Uña de cimentación				Taludes (H : V)			
	Profundidad de Uña $P_{uña}$ (m)	Ancho Inferior (m) $A_i = P_{uña}$ (m)	Ancho Superior (m)		Z	$Z_0$	$Z_1$	$Z_2$
			Recomendado $A_s = 1.50 * P_{uña}$ (m)	Asumido As (m)				
Km 0+000.00 - Km 1+000.00	2.50	2.50	3.75	4.22	2 : 1	0.25 : 1	1.50 : 1	1.50 : 1
Km 1+000.00 - Km 4+580.00	2.00	2.00	3.00	3.10	2 : 1	0.25 : 1	1.50 : 1	1.50 : 1
Km 4+580.00 - Km 7+220.00								
Km 7+220.00 - Km 9+380.00	2.00	2.00	3.00	3.20	2 : 1	0.25 : 1	1.50 : 1	1.50 : 1
Km 9+380.00 - Km 10+940.00								

**Fuente: Elaboración propia**

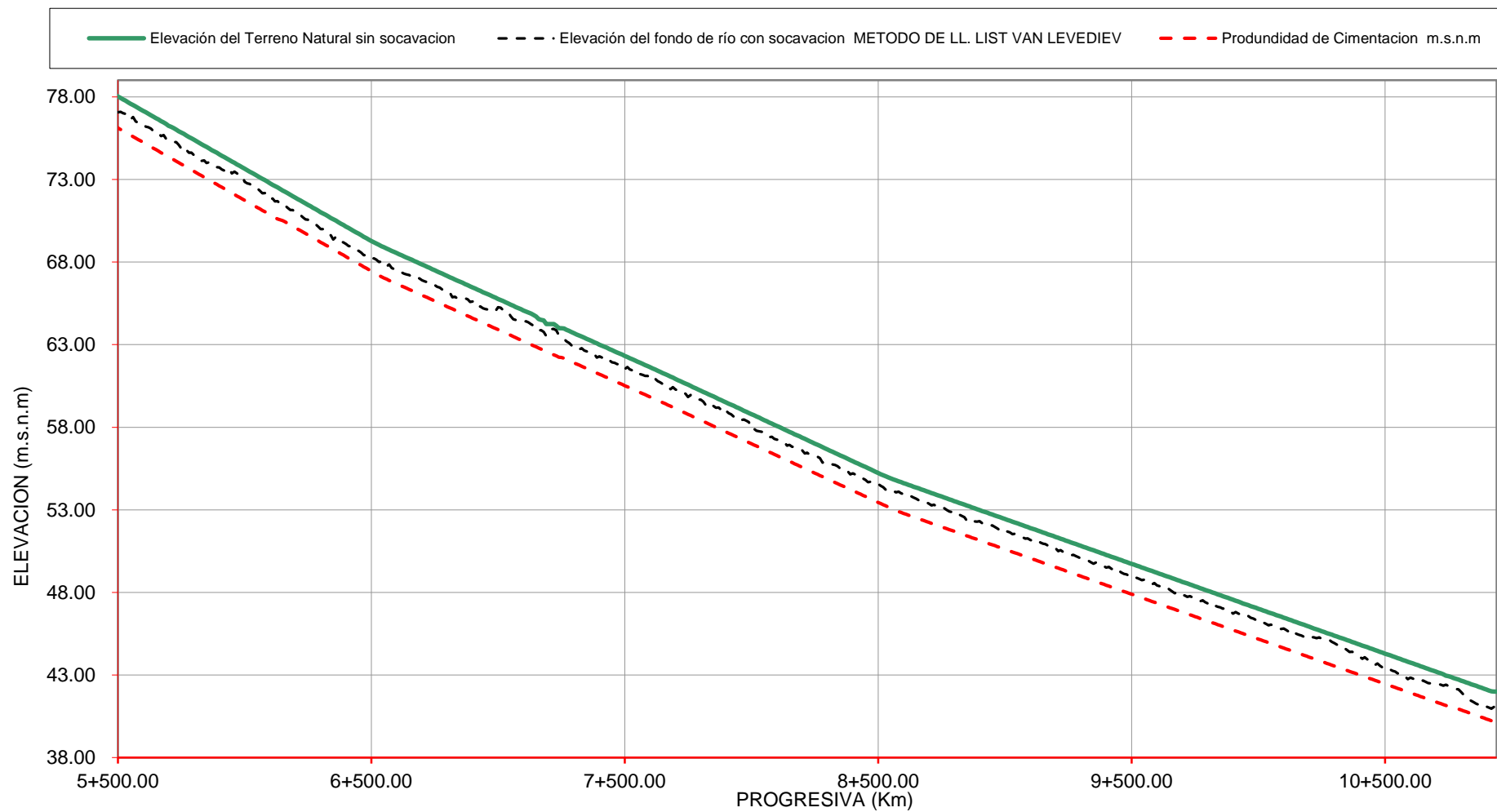


**Gráfico 19 : Profundidad de cimentación en el río Virú Km 0+00 - Km 5+500**



**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 20 : Profundidad de cimentación en el río Virú Km 5+500 - Km10+940**



Fuente: Elaboración propia

### 3.6.7 Diámetro medio del elemento enrocado.

El dimensionamiento del espesor y de la composición granulométrica de enrocados de protección, se han calculado considerando las velocidades de flujo obtenidas en el modelamiento hidráulico realizado para el caudal de  $Q = 393.53 \text{ m}^3/\text{s}$ , para el periodo de retorno de 140 año.

El cálculo se ha realizado considerando los siguientes métodos:

- Método del California División of Highways
- Método de Lopardo – Estelle
- Método de Maynard
- Método del U.S. Department of Transportation
- Método del Bureau of Reclamation

En los cuales se ha utilizado los parámetros calculados en los ítems 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3 y 3.6.4, los resúmenes de los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 51: Resultados del diámetro medio del Enrocado**

Tramo	FÓRMULA DE LA CALIFORNIA DIVISIÓN OF HIGHWAYS (m)	FÓRMULA DE FORMULA DE R. A. LOPARDO (m)	FORMULA DE MAYNORD (m)	METODO DEL US DEPARTAMENT OF TRANSPORTATION (m)	METODO DEL BUREAU OF RECLAMATION (m)	$D_{\text{promedio}}$	$D_{50}$ (m)
0+000.00 - 1+000.00	0.84	1.23	0.81	0.69	0.43	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>
1+000.00 - 4+580.00	1.34	1.19	0.78	0.71	0.41	<b>0.89</b>	<b>1.00</b>
4+580.00 - 7+220.00	1.16	1.40	0.92	0.95	0.48	<b>0.98</b>	<b>1.00</b>
7+220.00 - 9+380.00	1.00	0.97	0.64	0.50	0.34	<b>0.69</b>	<b>0.80</b>
9+380.00 - 10+940.00	0.71	0.91	0.60	0.43	0.32	<b>0.59</b>	<b>0.80</b>

Fuente: *Elaboración propia*

Los cálculos y resultados del diámetro medio a lo largo del tramo de estudio se presentan en el Anexo 04

### 3.6.8 Límite de gradación de las rocas del revestimiento:

Considerando que la gradación de piedras en el revestimiento puede afectar la resistencia del enrocado de protección a la erosión, es necesario establecer una buena gradación de la piedra en el enrocado, cuyos límites se ha definido en base granulometría propuesta por el AASHTO descrita en la Tabla N° 48, cuyos resultados se muestran en el siguiente Cuadro:

**Cuadro 52 : Resultados de los límites de gradación**

Porcentaje de gradacion mas pequeña que	Rango del tamaños de piedra  D <sub>50</sub> =	Rango del tamaño de piedras (m)	
		0+000.00 - 7+220.00	7+220.00 - 10+940.00
		1.00	0.80
100.00	1.50 D <sub>50</sub> a 1.70 D <sub>50</sub>	1.50	1.20
85.00	1.20 D <sub>50</sub> a 1.40 D <sub>50</sub>	1.20	0.96
50.00	1.00 D <sub>50</sub> a 1.50 D <sub>50</sub>	1.00	0.80
15.00	0.40 D <sub>50</sub> a 0.60 D <sub>50</sub>	0.40	0.32

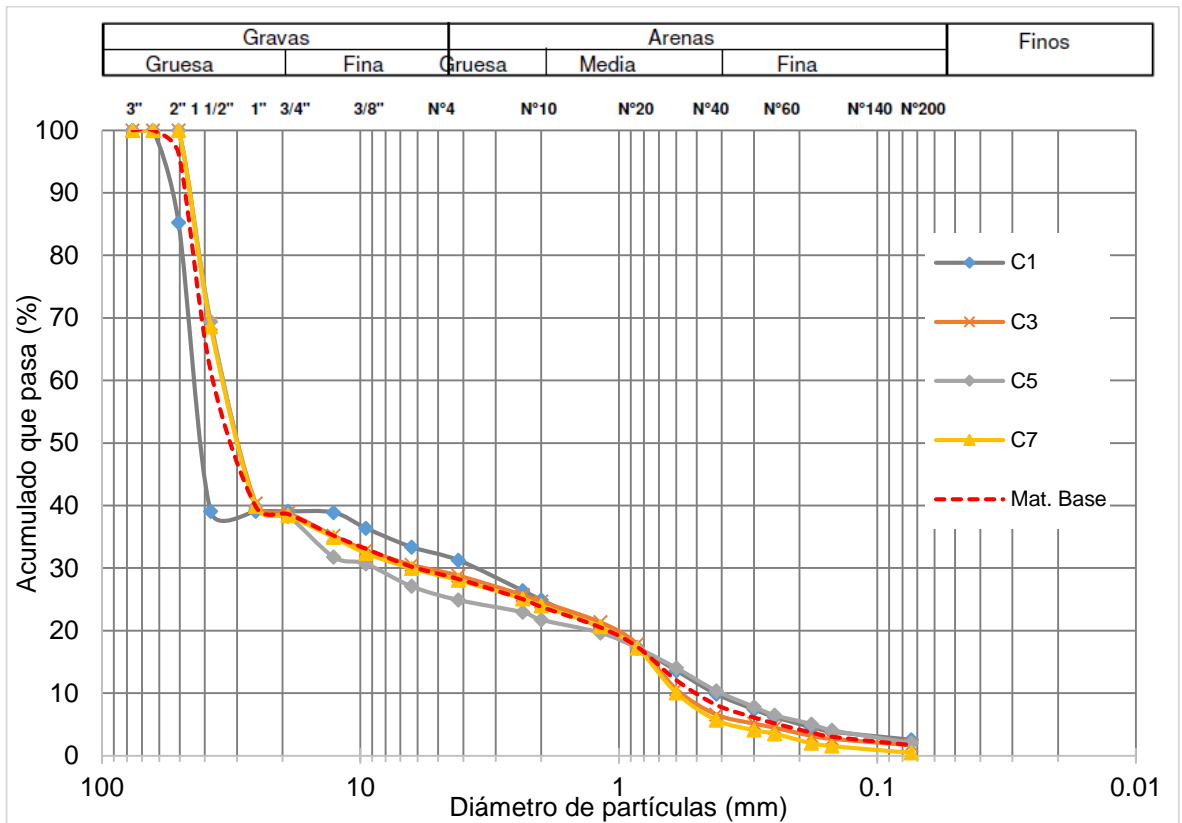
*Fuente: Elaboración propia*

### 3.6.9 Diseño del Filtro

Considerando que la estabilidad del revestimiento en una estructura de defensa ribereña, depende no solamente del tipo y construcción del enrocado, si no en gran medida del tipo y composición del filtro, así mismo el filtro protegerá de la erosión debido a la corriente de agua, ataque de olas, y de flujos subterráneos; y evita el movimiento de las partículas finas que conforma el suelo protegido. Los criterios a utilizar para el diseño de filtros se basan fundamentalmente en la curva granulométrica del material base, y a partir de ella se diseñará el filtro que ha de cumplir con las características especificadas.

El material base se obtuvo a partir de las gráficas de las curvas granulométricas de las calicatas representativas (C1, C3, C5 y C7) ejecutadas en el estudio de mecánica de suelos, obteniendo como resultado una curva envolvente según se muestra en el siguiente gráfico.

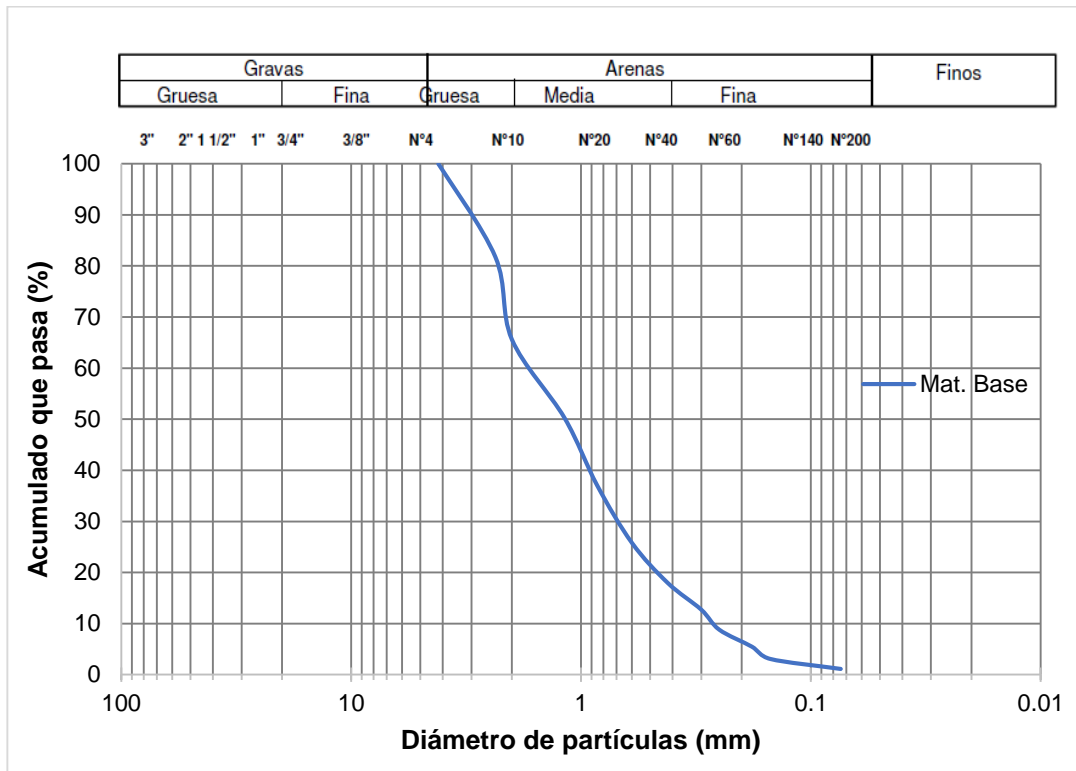
**Gráfico 21 : Curvas Granulométricas de calicatas**



Fuente: Elaboración propia.

Considerando que la curva granulométrica del material base a proteger contiene una cantidad apreciable de grava (más del 10% pasa por la malla N°4), se debe considerar como material base el que pasa por la malla N°4, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

**Gráfico 22 : Curva Granulométrica material base**



Fuente: Elaboración propia.

Según las especificaciones basadas en investigaciones realizadas por Terzaghi y Bertram, el material de filtro debe cumplir las siguientes especificaciones:

- a)  $\frac{d_{15}(Filtro)}{d_{85}(Mat.Base)} \leq 5 \Rightarrow d_{15}(Filtro) = 5 * d_{85}(Mat.Base) \Rightarrow$   
 $d_{15}(Filtro) = 5 * 2.6 = 13 \text{ mm}$
- b)  $\frac{d_{15}(Filtro)}{d_{15}(Mat.Base)} \geq 5 \Rightarrow d_{15}(Filtro) = 5 * d_{15}(Mat.Base) \Rightarrow$   
 $d_{15}(Filtro) = 5 * 0.32 = 1.60 \text{ mm}$

Estos requisitos garantizan que las partículas del material base serán retenidas por el filtro.

- c)  $\frac{d_{15}(Filtro)}{d_{15}(Mat.Base)} \leq 40 \Rightarrow d_{15}(Filtro) = 40 * d_{15}(Mat.Base) \Rightarrow$   
 $d_{15}(Filtro) = 40 * 0.32 = 12.80 \text{ mm}$

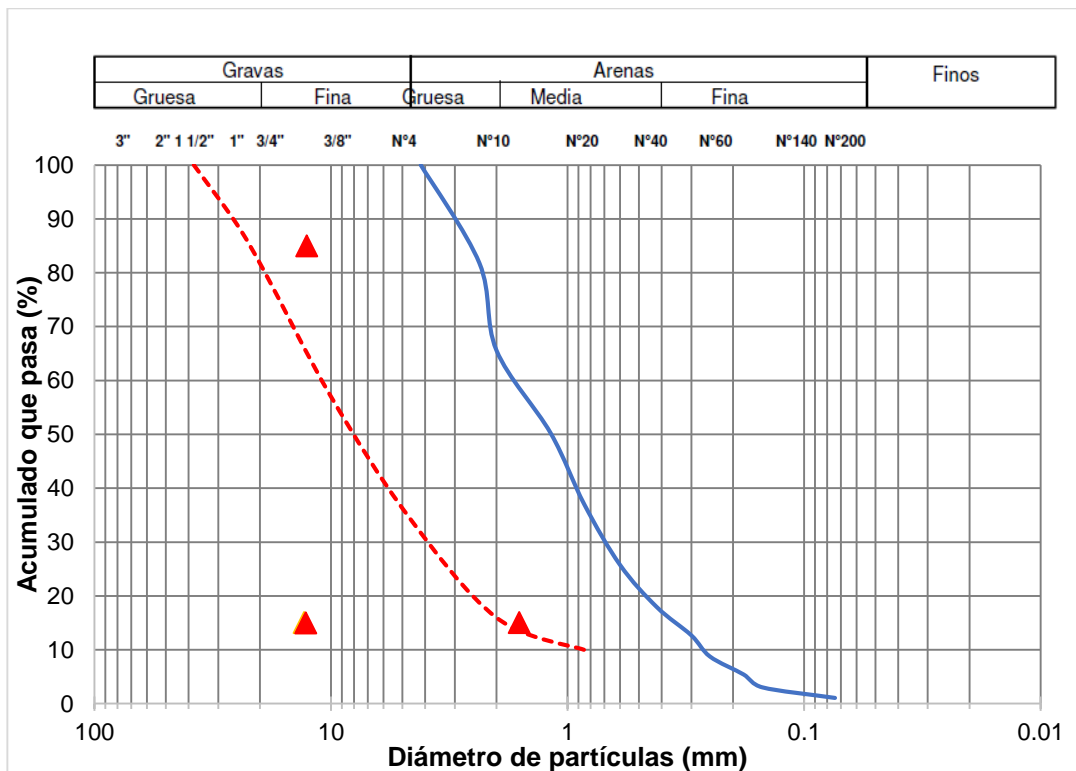
$$d) \frac{d_{85}(\text{Filtro})}{\text{Abertura max.Drenaje}} \leq 2 \Rightarrow d_{85}(\text{Filtro}) = 2 * \text{Aber. max. Dren.}$$

Considerando una abertura máxima de 1/4" = 6.35 mm

$$d_{85}(\text{Filtro}) = 2 * 6.35 = 12.7 \text{ mm}$$

En la gráfica N° 23 se presenta la curva granulométrica del filtro y sus puntos de frontera.

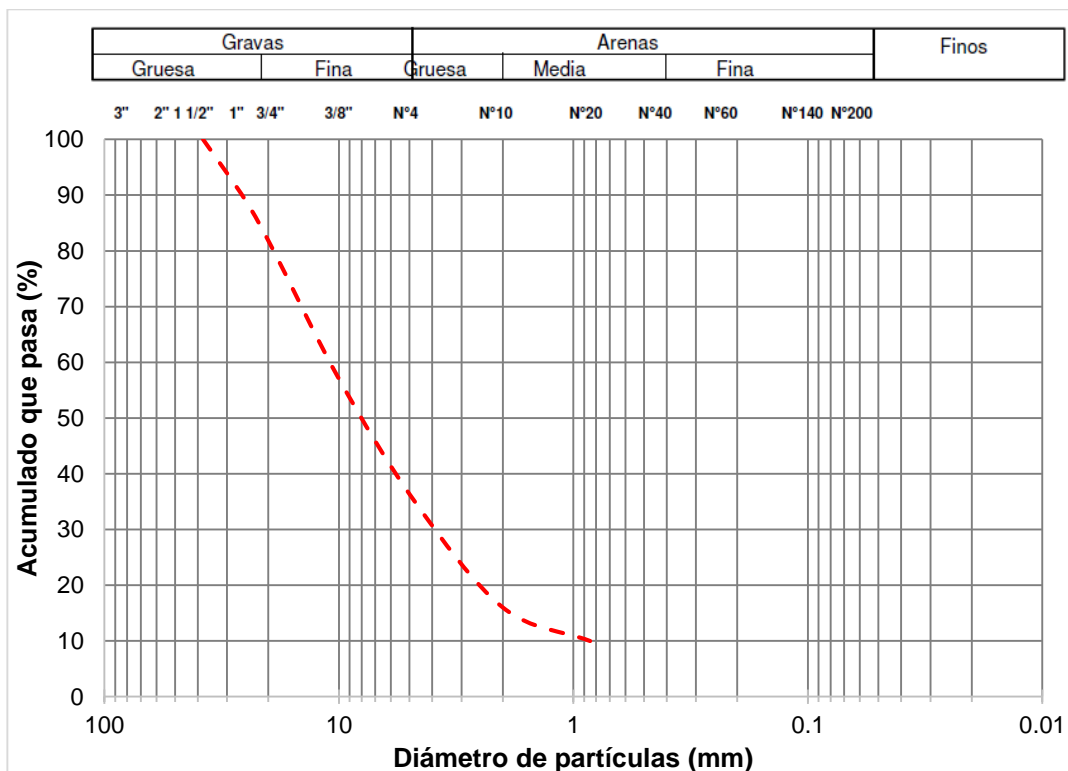
**Gráfico 23 : Curva Granulométrica material filtro y del material base con las condiciones de frontera**



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el filtro a utilizar debe tener las características que definen su curva granulométrica (Gráfico N°24).

**Gráfico 24 : Curva Granulométrica material filtro y del material base con las condiciones de frontera**



Fuente: Elaboración propia.

El espesor mínimo del filtro está dado por la siguiente relación:

$$e_{min} = 25 d_{50}(\text{Filtro}) \Rightarrow e_{min} = 25 * 8 = 200 \text{ mm}$$

Por lo tanto,  $e_{min} = 0.20 \text{ m}$

### 3.6.10 Análisis de Estabilidad

Diseñada la sección transversal de los enrocados de protección se procede a realizar el análisis de estabilidad de la estructura, para cual se ha utilizado los siguientes métodos:

- Método Ordinario o de Fellenius
- Método de Bishop Simplificado, y
- Método de Janbú

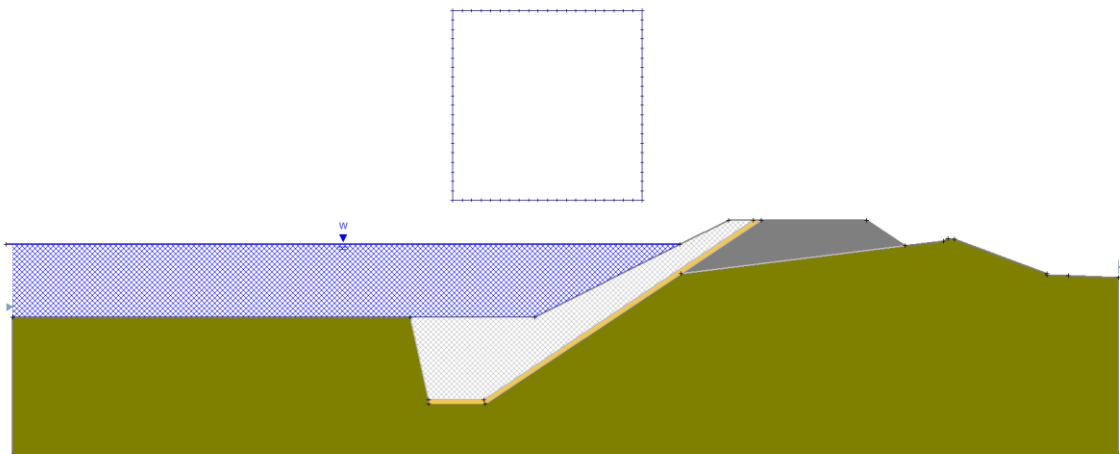
El análisis de estabilidad se ha realizado a los 04 tipos de secciones propuestas para su condición hidráulica de máxima avenida, para lo cual se ha asistido del apoyo del programa computacional SLIDE V5.0,



cuyo software tiene 02 procesos el SLIDE COMPUTE y el SLIDE INTERPRET.

Los datos de entrada para el programa corresponden a: Geometría de la sección del enrocado de protección, la cual fue importada del AUTO-CAD en formato dxf., definiendo los estratos y materiales de componen la sección, así como la carga de agua correspondiente, esto se ha realizado para los tipos de secciones propuestas. (Ver Gráfico N°25).

**Gráfico 25 : Geometría de la sección importada a SLIDE**



*Fuente: Elaboración propia*

Ingreso de los parámetros geotécnicos obtenidos del estudio de mecánica de suelos y bibliografía especializada siendo estos los siguientes:

**Cuadro 53 : Parámetros Geotécnicos**

SUELO CAUCE DEL RIO					DIQUE COMPACTADO				
Peso Unitario Seco			Cohesion	Angulo de Friccion	Peso Unitario Seco			Cohesion	Angulo de Friccion
gr/cm <sup>3</sup>	Tn/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>2</sup>	°	gr/cm <sup>3</sup>	Tn/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>2</sup>	°
1.86	1.86	18.25	0.00	35.00	1.90	1.90	18.63	0.00	33.00
ENROCADO					FILTRO				
Peso Unitario Seco			Cohesion	Angulo de Friccion	Peso Unitario Seco			Cohesion	Angulo de Friccion
gr/cm <sup>3</sup>	Tn/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>2</sup>	°	gr/cm <sup>3</sup>	Tn/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>2</sup>	°
2.65	2.65	25.99	0.00	42.00	1.70	1.70	16.67	0.00	37.50

*Fuente: (Bañón Blazquez & Bevia García, 2000)*

### 3.6.11 Resultados de Estabilidad:

Para la ejecución del análisis de estabilidad de las secciones propuestas se usó la teoría del equilibrio límite, considerando que cuando el factor de seguridad es menor que 1 ( $FS < 1$ ) el talud es inestable con probabilidades de falla, cuando es igual a 1 ( $FS = 1$ ), el talud del enrocado es estable, cuando el factor de seguridad es mayor que 1 ( $FS > 1$ ), el talud es Estable.

El análisis ejecutado por el programa SLIDE se ha realizado bajo la condición estática, calculando los siguientes factores de seguridad mínimas para las secciones analizadas.

**Cuadro 54 : Resultados de los factores de seguridad mínimos secciones de Tipo I, II y III**

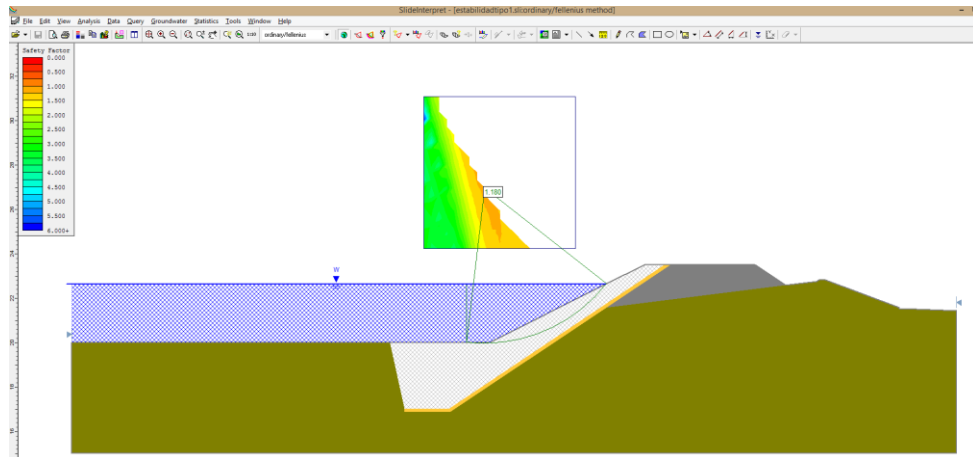
Tramo	SECCION ENROCADO	Método Ordinario o de Fellenius	Método de Bishop Simplificado	Método de Janbú
		FS	FS	FS
0+000.00 - 1+000.00	Tipo I	1.180	1.807	1.804
1+000.00 - 4+580.00	Tipo II	1.636	2.709	2.402
4+580.00 - 7+220.00	Tipo III	1.501	2.428	2.165
7+220.00 - 9+380.00	Tipo IV	1.454	2.357	2.093
9+380.00 - 10+940.00				

*Fuente: Elaboración Propia.*

De los resultados obtenidos, se observa que en todos los métodos analizados los factores de seguridad son mayores a 1, por lo que se pueden concluir que las secciones analizadas correspondientes a tipo de enrocado I, II III y IV son Estables.

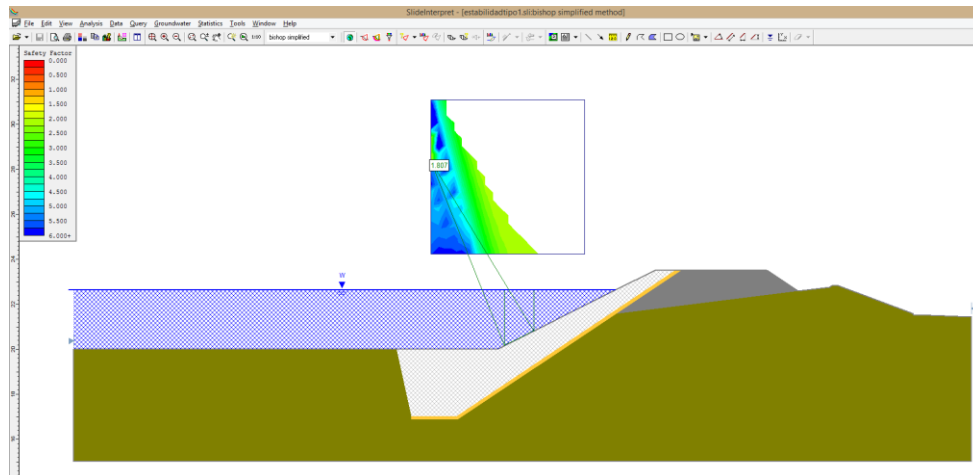
En los siguientes gráficos se muestran los resultados obtenidos por el programa SLIDE para cada una de las secciones analizadas.

**Gráfico 26 : FS para la sección tipo I Método de FELLENIUS**



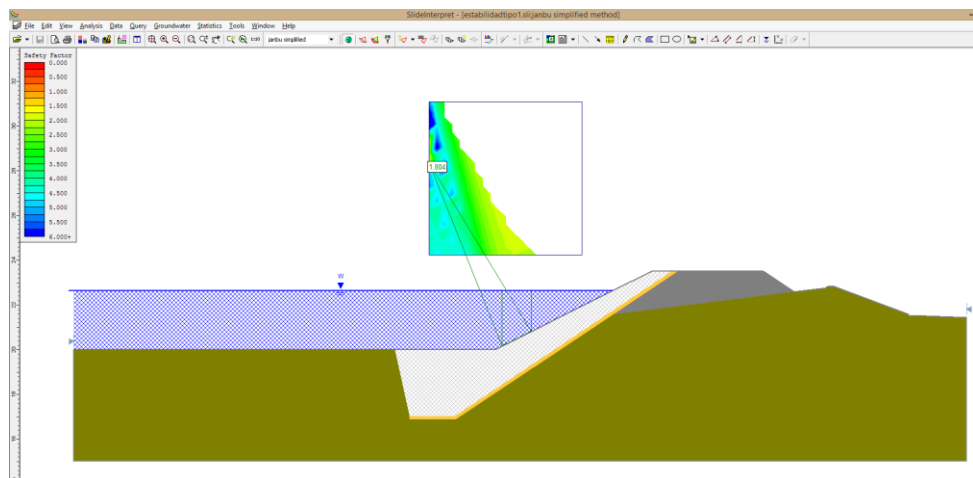
*Fuente: Elaboración Propia.*

**Gráfico 27 : FS para la sección tipo I Método BISHOP**



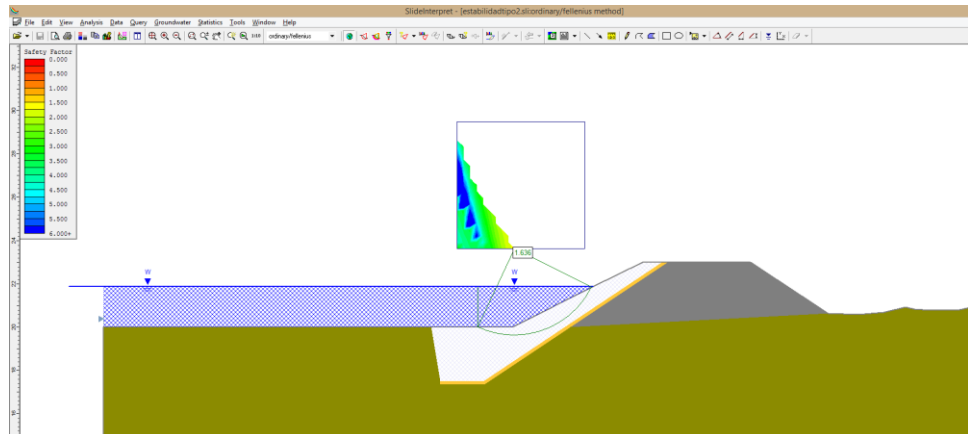
*Fuente: Elaboración Propia.*

**Gráfico 28 : FS para la sección tipo I Método de JANBU**



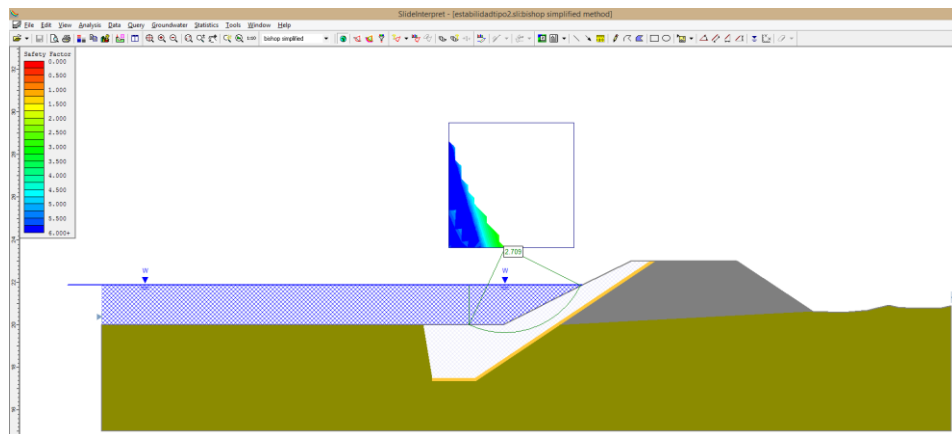
*Fuente: Elaboración Propia.*

**Gráfico 29 : FS para la sección tipo II Método de FELLENIUS**



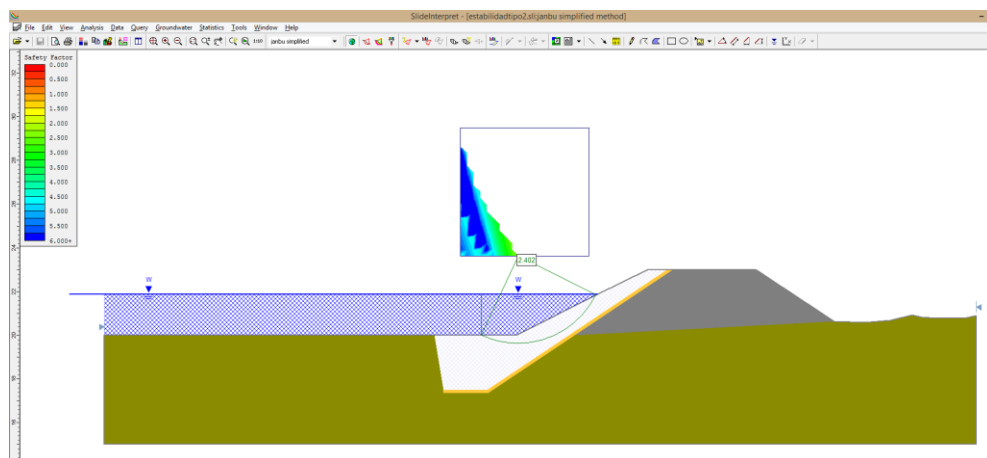
*Fuente: Elaboración Propia.*

**Gráfico 30 : FS para la sección tipo II Método BISHOP**



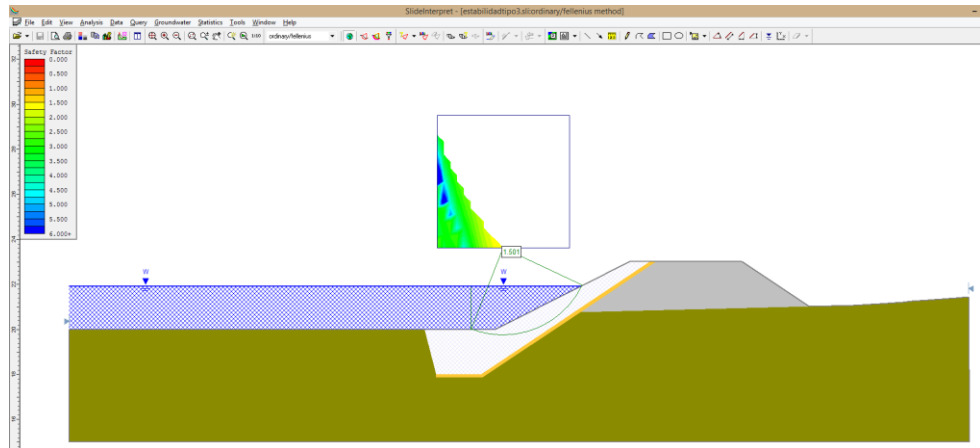
*Fuente: Elaboración Propia.*

**Gráfico 31 : FS para la sección tipo II Método JANBU**



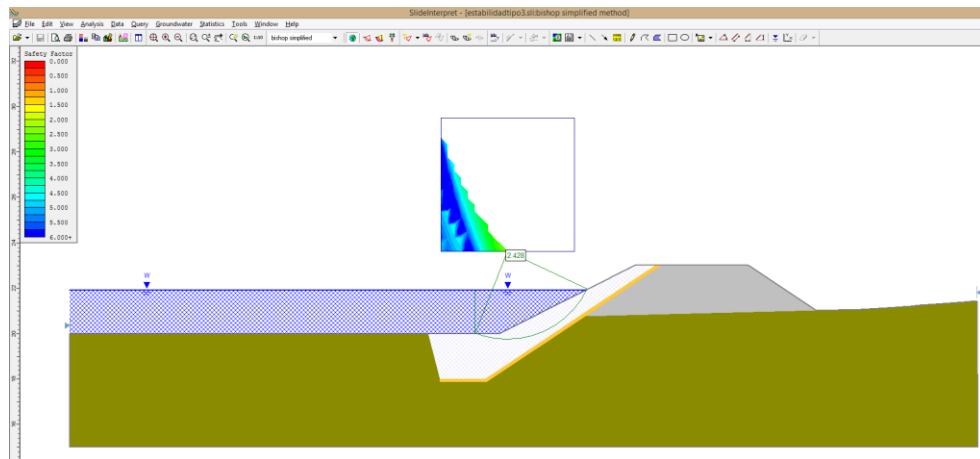
*Fuente: Elaboración Propia.*

### Gráfico 32 : FS para la sección tipo III Método de FELLENIUS



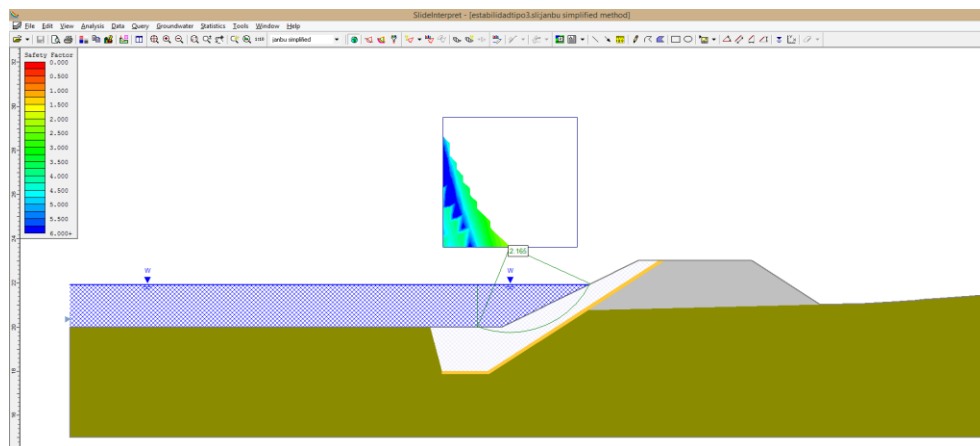
Fuente: Elaboración Propia.

### Gráfico 33 : FS para la sección tipo III Método BISHOP



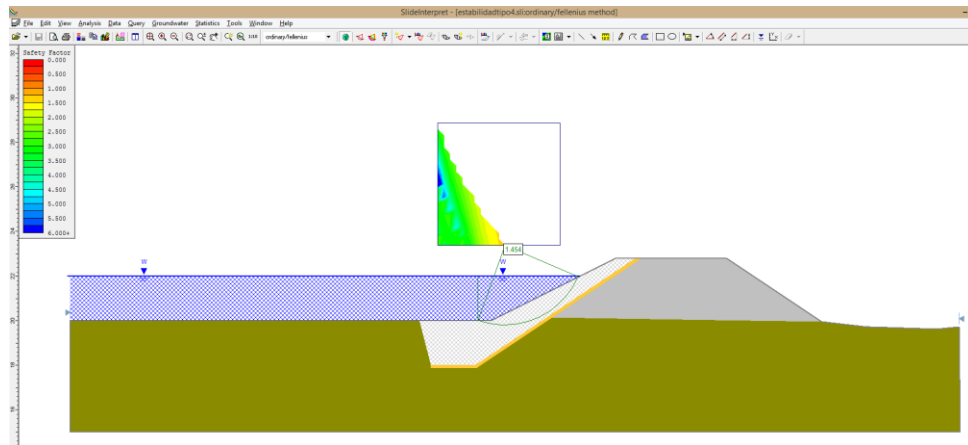
Fuente: Elaboración Propia.

### Gráfico 34 : FS para la sección tipo III Método JANBU



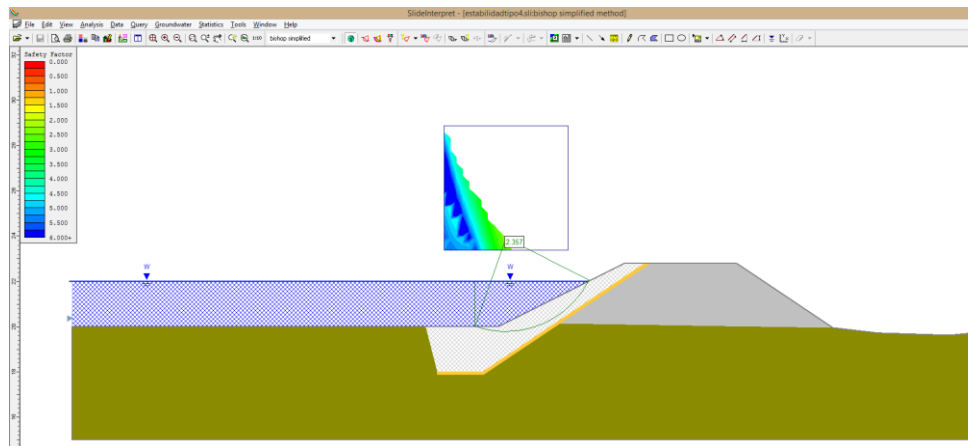
Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico 35 : FS para la sección tipo IV Método FELLENIUS**



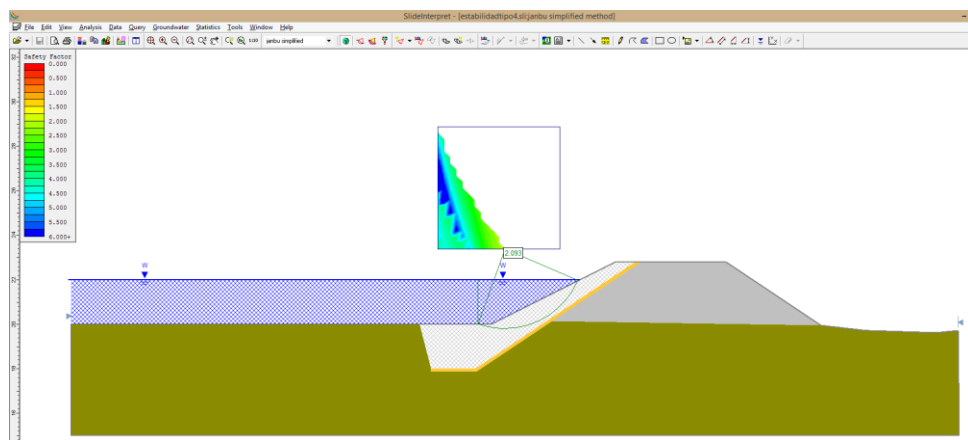
*Fuente: Elaboración Propia.*

**Gráfico 36 : FS para la sección tipo IV Método BISHOP**



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Gráfico 37 : FS para la sección tipo IV Método JANBU**



*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.6.12 Dimensionamiento Final de Enrocados:

De los resultados del cálculo hidráulico y estructural se han definido 04 tipos de secciones de enrocados, cuyo resultado se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 55 : Resultados de las dimensiones finales en los enrocados de protección**

Río	Tramo	Altura Enrocado h (m)	Profundidad de Uña Pc (m)	Altura Total (m) H = h + Pc	Diametro Medio Roca D <sub>50</sub> (m)	SECCION ENROCADO
VIRU	Km 0+000.00 - Km 1+000.00	3.50	3.00	6.50	1.00	Tipo I
	Km 1+000.00 - Km 4+580.00	3.00	2.50	5.50	1.00	Tipo II
	Km 4+580.00 - Km 7+220.00	3.00	2.00	5.00	1.00	Tipo III
	Km 7+220.00 - Km 9+380.00	2.80	2.00	4.80	0.80	Tipo IV
	Km 9+380.00 - Km 10+940.00					

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.6.13 Consideraciones Finales

#### 3.6.13.1 Prioridad en la ejecución de las obras de protección

Teniendo en consideración los objetivos del proyecto de tesis, que es el planteamiento hidráulico de las obras de protección para el control de la erosión e inundación en el río Virú tramo Zaraqúe – Puente Virú , así como el comportamiento hidrológico de la cuenca , las características hidráulicas del río , así como la evaluación de los efectos producidos por la actividad erosiva de río y en concordancia con los análisis de resultados de los estudios de ingeniería realizado en la elaboración de la tesis , se plantea como prioridad la ejecución de la alternativa que permita la solución más adecuada al problema y comprende los siguientes componentes :

- Descolmatación de Cauce y conformación de terraplén con el ancho estable que permita el normal tránsito de la avenida de diseño, en una longitud de 10.94 Km.
- Obras para el control de erosión e inundación conformadas por diques de encauzamiento enrocados, sobre las riberas del río Virú en una longitud total de 17.523 Km.

La priorización realizada, considera obras para neutralizar el efecto erosivo de las riberas del río Virú, así como la recuperación paulatina y estabilización de las áreas ribereñas de las márgenes en el tramo Zaraqúe – Puente Virú.

Las estructuras proyectadas, han sido calculadas teniendo en consideración las condiciones básicas de operación hidráulica, como son: estabilidad al volteo y estabilidad al deslizamiento.

#### **3.6.13.2 Localización en planta de las Estructuras de Protección**

La localización y/o disposición en planta de las estructuras de protección, se ha considerado los resultados de los estudios de topografía e hidrología del tramo de estudio, así como el estudio Hidráulico , en base a los cuales se ha diseñado 17,522.58 metros de defensa compuesta por diques de encauzamiento con enrocados de protección, con la función principal de proteger las riberas izquierda y derecha del río Virú en el tramo Zaraqúe – Puente Virú donde se ubica asentada población, medios de vida, infraestructura vial , infraestructura de riego y áreas agrícolas de la localidad de Virú . Además, se ha considerado el estado actual del borde de las riberas, así como de la orilla y el tipo material o suelos que lo conforman para lo cual se ha utilizado los resultados del estudio de mecánica de suelos en los diseños correspondientes.

En cuanto a la dirección principal del flujo de agua en el cauce del río en el tramo Zaraqúe – Puente Virú, las obras de protección se ha proyectado de tal manera que proteja contra la erosión e inundación a población, áreas urbanas, infraestructura vial, infraestructura de riego y áreas agrícolas y cultivos instalados sobre las márgenes del río Virú en el tramo de estudio. En los planos PP01 a PP11, se presenta la localización en planta de las estructuras de protección proyectados.



### 3.6.13.3 Longitud de las Estructuras de protección

Las longitudes totales de las estructuras de protección propuestas se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 56 : Longitudes total de los enrocados de protección proyectadas**

Descripcion	Longitud (m)
<b>MARGEN IZQUIERDA</b>	<b>8,427.83</b>
Enrocado Tipo I MI Km 0+150.00 - 0+320.00	176.86
Enrocado Tipo I MI Km 0+820.00 - 1+020.00	177.39
Enrocado Tipo II MI Km 1+020.00 - 2+534.00	1,524.95
Enrocado Tipo II MI Km 2+580.00 - 4+560.00	1,991.43
Enrocado Tipo III MI Km 4+620.00 - 5+200.00	587.69
Enrocado Tipo III MI Km 5+700.00 - 6+600.00	904.56
Enrocado Tipo IV MI Km 7+260.00 - 8+860.00	1,583.04
Enrocado Tipo IV MI Km 9+240.00 - 9+340.00	100.00
Enrocado Tipo IV MI Km 9+400.00 - 10+780.00	1,381.91
<b>MARGEN DERECHA</b>	<b>9,094.75</b>
Enrocado Tipo I MD Ingreso Quebrada Carabamba - 1+020.00	222.41
Enrocado Tipo II MD Km 1+020.00 - 3+640.00	2,628.15
Enrocado Tipo II MD Km 3+840.00 - 4+560.00	695.22
Enrocado Tipo III MD Km 4+760.00 - 7+140.00	2,349.71
Enrocado Tipo IV MD Km 7+320.00 - 8+400.00	1,087.32
Enrocado Tipo IV MD Km 8+680.00 - 10+780.00	2,111.94
<b>TOTAL</b>	<b>17,522.58</b>

*Fuente: Elaboración propia*

La altura y longitud de los enrocados de protección se han determinado teniendo en consideración los resultados del diseño hidráulico y estructural.

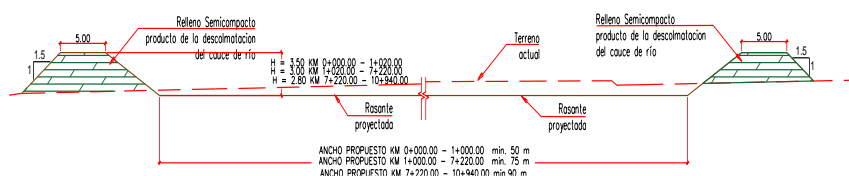
### 3.6.13.4 Descripción de las obras propuestas

De acuerdo a los resultados del diseño hidráulico e estructural a continuación se describen las estructuras planteadas.

- a) Descolmatación De cauce y conformación de terraplén:  
Consiste en la extracción del material acumulado como sedimento en el cauce del río, logrando conformar secciones

del cauce con los anchos estables calculados; siempre evitando la sobre – excavación por debajo del nivel normal del río, producto del material extraído se realizara la conformación de los terraplenes con taludes de relación (H:V) = (2:1) y alturas calculadas en el diseño hidráulico.

**Gráfico 38 : Sección tipo Descolmatación de cauce y conformación de terraplén:**



**Fuente:** *Elaboración propia*

b) **Enrocados de protección:**

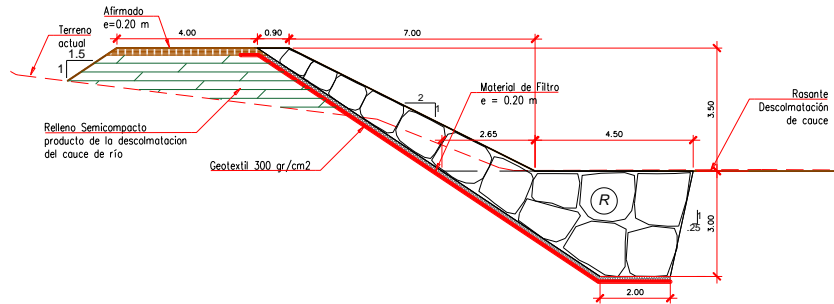
Estos se construirán con el revestimiento con roca sobre la cara húmeda del terraplén, según dimensiones calculadas en los diseños hidráulicos e estructurales; así mismo se protegerá con una uña antisocavante cuyas dimensiones se han establecido los diseños correspondientes.

Se plantean la conformación de 04 tipos de enrocados de protección, cuyas características geométricas se describen a continuación:

**Sección Tipo I :** Con una longitud de 576.66 m (354.25 m sobre la margen izquierda entre las progresivas 0+150.00 – 0+320 / 0+820 – 1+020 y 222.41 metros sobre la margen derecha entre la entrega de la quebrada Carabamba y la progresiva 1+020) , de 6.50 metros de altura total, la cimentación conformada por una uña antisocavante de 3.00 m de profundidad, entre el terraplén y enrocado contara con la instalación de un geotextil de 300 gr/cm<sup>2</sup> protegido con un material de filtro de 0.25 m de espesor. Asimismo,

se habilitará sobre la corona del terraplén el camino de servicio de 4.00 m de ancho con material de afirmado de 0.20 m de espesor. Ver gráfico N°39

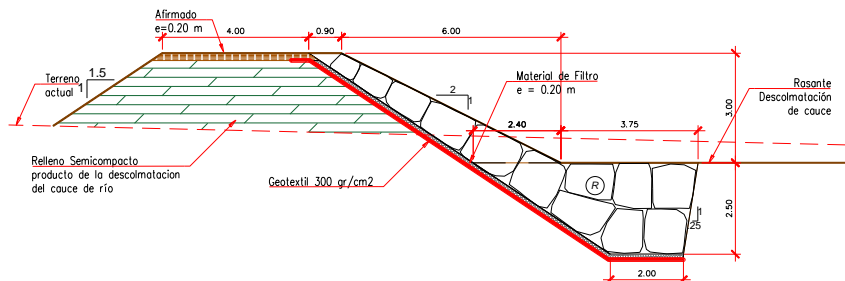
**Gráfico 39 : Enrocado de Protección de Sección Tipo I:**



Fuente: Elaboración propia

**Sección Tipo II :** Con una longitud de 6,839.75 m (3,516.38 m sobre la margen izquierda entre las progresivas 1+020.00 – 2+534.00 / 2+580.00 – 4+560.00 y 3,323.37 metros sobre la margen derecha entre 1+020.00 – 3+640.00 / 3+840.00 – 4+560.00) , de 5.50 metros de altura total, la cimentación conformada por una uña anticavante de 2.50 m de profundidad, entre el terraplén y enrocado contará con la instalación de un geotextil de 300 gr/cm<sup>2</sup> protegido con un material de filtro de 0.25 m de espesor. Asimismo, se habilitará sobre la corona del terraplén el camino de servicio de 4.00 m de ancho con material de afirmado de 0.20 m de espesor. Ver gráfico N°40

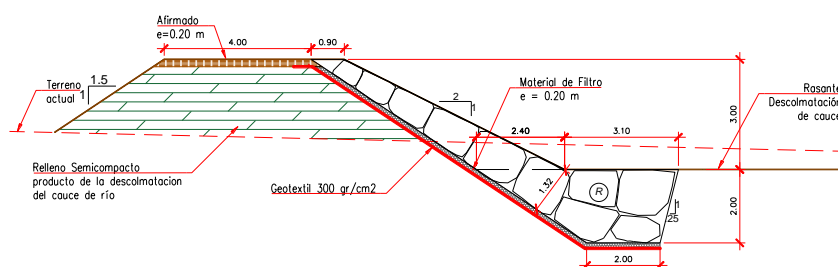
**Gráfico 40 : Enrocado de protección de Sección Tipo II:**



Fuente: Elaboración propia

**Sección Tipo III** : Con una longitud de 3,841.96 m (1,492.25 m sobre la margen izquierda entre las progresivas 4+620.00 – 5+200.00 / 5+700.00 – 6+600.00 y 2,349.71 metros sobre la margen derecha entre 4+760.00 – 7+140.00) , de 5.00 metros de altura total, la cimentación conformada por una uña antisocavante de 2.00 m de profundidad, entre el terraplén y enrocado contara con la instalación de un geotextil de 300 gr/cm<sup>2</sup> protegido con un material de filtro de 0.25 m de espesor. Asimismo, se habilitará sobre la corona del terraplén el camino de servicio de 4.00 m de ancho con material de afirmado de 0.20 m de espesor. Ver gráfico N°41

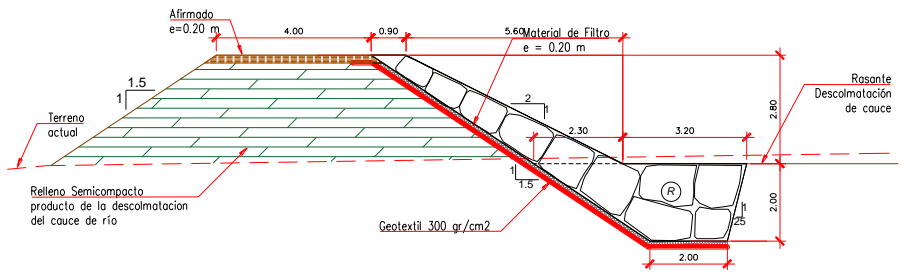
**Gráfico 41 : Enrocado de protección de Sección Tipo III**



*Fuente: Elaboración propia*

**Sección Tipo IV** : Con una longitud de 6,264.21 m (3,064.95m sobre la margen izquierda entre las progresivas 7+260.00 – 8+860.00 / 9+240.00 – 9+340.00 / 9+400.00 – 10+780.00 y 3,199.26 metros sobre la margen derecha entre 7+320.00 – 8+400.00 / 8+680.0 – 10+780.00) , de 4.80 metros de altura total, la cimentación conformada por una uña antisocavante de 2.00 m de profundidad, entre el terraplén y enrocado contara con la instalación de un geotextil de 300 gr/cm<sup>2</sup> protegido con un material de filtro de 0.25 m de espesor. Asimismo, se habilitará sobre la corona del terraplén el camino de servicio de 4.00 m de ancho con material de afirmado de 0.20 m de espesor. Ver gráfico N°42

### Gráfico 42 : Enrocado de protección de Sección Tipo IV



Fuente: *Elaboración propia*

### **3.7 Impacto Ambiental**

#### **3.7.1 Generalidades**

El presente estudio de impacto ambiental constituye una evaluación completa de los impactos ambientales con posibilidad de ocurrencia durante la ejecución del presente proyecto de tesis, habiéndose considerado el análisis de la situación ambiental antes y después de la ejecución de las obras proyectadas.

#### **3.7.2 Objetivos**

##### **3.7.2.1 Objetivo General**

El objetivo general es identificar, evaluar e interpretar los potenciales impactos ambientales que pueden ocasionar las obras del Proyecto "Diseño Hidráulico y Estructural del Encauzamiento y defensas ribereñas en el Río Virú, Tramo Zaraqúe – Puente Virú", y sobre esta base proponer medidas adecuadas para evitar o mitigar los impactos adversos, así como, fortalecer los impactos positivos, logrando de esta manera que la construcción y funcionamiento de dichas obras se realice en armonía con la conservación del ambiente.

##### **3.7.2.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar las acciones del proyecto con potencial de generación de impactos.
- Realizar el Diagnóstico ambiental pre operacional del área de influencia del proyecto.
- Identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales potenciales, cuya ocurrencia tendrá lugar en las diferentes etapas del proyecto.
- Plantear medidas apropiadas que permitan prevenir, mitigar o corregir los efectos adversos significativos, así como para fortalecer los impactos positivos. Todo ello en el marco de un Plan de Manejo Ambiental.

#### **3.7.3 Metodología.**

La ejecución del presente Estudio de Impacto Ambiental se ha seguido una secuencia metodológica que consta de tres etapas, a saber: Etapa

Preliminar de Gabinete, Etapa de Campo y Etapa Final de Gabinete, los cuales se describen a continuación:

#### **3.7.3.1 Etapa Preliminar de Gabinete**

En la cual se ha recopilado información disponible sobre el proyecto subministrada por CHAVIMOCHIC, INEI, Municipalidad Provincial de Virú, junta de usuarios de agua Cuenca del Río Virú. La elaboración del instrumento sobre los factores básicos biofísicos y culturales del estudio de impacto ambiental. Elaboración de La herramienta de Consulta ciudadana previa orientada a recoger la opinión de los líderes involucrados

#### **3.7.3.2 Etapa de Campo**

Consiste en la inspección in-situ del área donde se realizarán las obras, así como en la recopilación de información complementaria sobre los diversos tópicos que comprende el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). A la fecha se visitó en tres oportunidades la zona de estudio en forma conjunta con representantes de la Junta de Usuarios de Agua de la Cuenca del Río Virú en los días 05, 12 y 20 de diciembre del 2017.

#### **3.7.3.3 Etapa Final de Gabinete.**

Se realizó la recopilación de la información y el procesamiento parcial de los datos hasta el establecimiento de la línea de base ambiental.

En la elaboración de este documento participaron el tesista e Ing. Luis Horna Araujo.

### **3.7.4 Legislación y Normas que enmarca el Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

#### **3.7.4.1 Marco Legal**

En el presente capítulo, se hace un breve análisis y comentario de las normas que tienen como objetivo principal ordenar las actividades económicas dentro del marco de la conservación ambiental,

así como promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

Además, se hace referencia a normas legales específicas del Sector Agrario.

### **3.7.4.2 Normas Nacionales**

#### **Normas de carácter General:**

- Constitución Política del Perú.
- Código Penal – Delitos contra la Ecología.
- Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente. Ley N° 29263 (01-10-2008).
- Ley que crea el Sistema Nacional de Inversión Pública.
- Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Agrario (Decreto Legislativo N° 653 del 1/8/91)
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley N° 26821 del 26/6/97)
- Ley General de Salud (Ley N° 26842 del 20/7/97)
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 27308 del 16/7/00)
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314 del 21/7/00)
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del impacto Ambiental (Ley N° 27446 del 23/4/01)

#### **Normas relacionadas al sector Agrario**

- Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 del 30/03/2009)  
Esta Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

Uso de Cursos de Aguas:

Clase 1: Uso Primario.

Clase 2: Uso Poblacional.

Clase 3: Uso Productivo.



- Declaran de interés nacional la protección de la calidad del agua en las fuentes naturales y sus bienes asociados.
- Aprueban protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de cuerpos Naturales de Agua Superficial.
- Aprueban el Reglamento de la Ley de Promoción de Inversiones en el Sector Agrario (0.5. N° 048-91-AG del 11/11/91).

### **3.7.5 Características del Proyecto**

El proyecto, nace del interés de la Localidad de Virú, quienes han manifestado la urgente necesidad de integrar y mejorar las condiciones actuales del cauce del río Virú, para lo cual se requiere desarrollar acciones coordinadas para lograr el tratamiento del cauce, el cual a la fecha no cuenta con el adecuado ancho que permita el normal tránsito de las avenidas del río, así mismo carece de estructuras de protección contra inundaciones , que ponen en potencial riesgo a la población asentada sobre las márgenes del río e infraestructura vial , de riego y áreas agrícolas .

Considerando esta realidad se plantea como prioridad la ejecución de las siguientes actividades:

- Descolmatación de Cauce y conformación de terraplén con el ancho estable que permita el normal tránsito de la avenida de diseño, en una longitud de 10.94 Km.
- Obras para el control de erosión e inundación conformadas por diques de encauzamiento enrocados, sobre las riberas del río Virú en una longitud total de 17.523 Km.

### **3.7.6 Diagnóstico Ambiental**

El conocimiento de las características ambientales del área donde se ejecutará el proyecto es importante pues sirve de base para la identificación y valoración de los potenciales impactos que pueden ocurrir por el desarrollo de las obras durante sus etapas de construcción, operación y abandono. Por ello, en este capítulo se realiza el diagnóstico de la situación ambiental del área de influencia del proyecto, destacando

los aspectos referidos al ambiente físico (clima, geología, geomorfología, suelos, hidrografía e hidrología), ambiente biológico (flora y fauna) y al ambiente socioeconómico y cultural (población, servicios y actividades económicas).

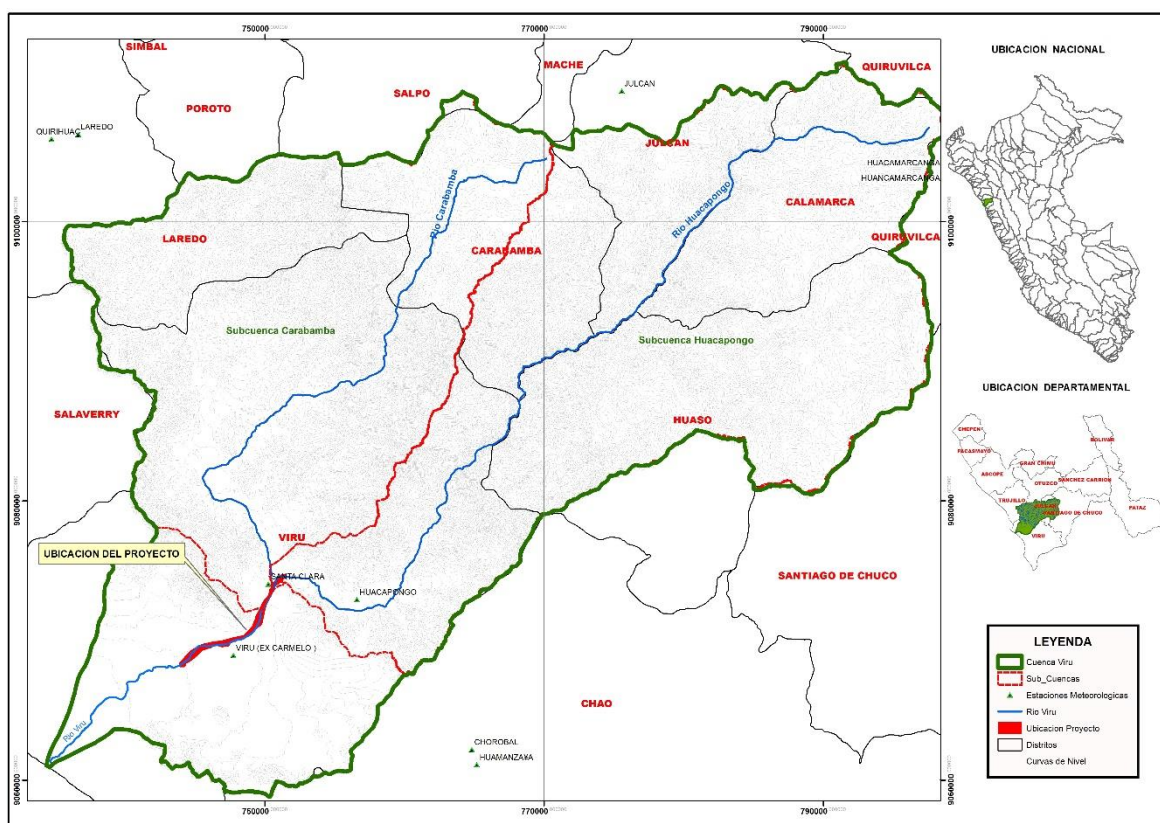
La línea de base ambiental permite conocer y entender el entorno donde se desarrollará la actividad, por lo que es necesario evaluar o analizar el mismo, a través de las variables o los factores ambientales que lo conforman. Por ello, resulta importante el desarrollo de una Línea Base Ambiental que considere las siguientes áreas temáticas: Clima y Meteorología, Hidrología, Geología, Fisiografía, Suelos (Capacidad de Uso), Ecología (Zonas de Vida, Fauna y Flora Natural) y Aspectos Socioeconómicos del ámbito de influencia del Proyecto.

#### **3.7.6.1 Área de Influencia del Proyecto**

La determinación del área de influencia del proyecto implica definir el alcance espacial que pueden tener los impactos del proyecto sobre los ambientes físico, biológico y socioeconómico de su entorno. Este alcance, no necesariamente puede ser el mismo para todos los componentes ambientales, pues en determinadas circunstancias, los impactos en el medio físico pueden tener un mayor alcance; en otras, en cambio, puede ser el ambiente socioeconómico el de mayor alcance espacial. Este último caso, ocurre generalmente con los impactos positivos.

El proyecto, se encuentra ubicado políticamente en la Región La Libertad, Provincia de Virú, Distrito de Virú. Geográficamente se ubica en las coordenadas UTM 9 074 662.52 N y 751463.55 E / 9068175.07 N y 743937.15 E. El acceso a la zona del proyecto se efectúa a través de la Carretera Panamericana Norte, ingresando por la ciudad de Virú, de donde vía camino hacia la localidad de Cerrito se llega al Puente Alameda, de donde se inicia el camino carróza de acceso al proyecto 0.20 Km.

**Figura 15 . Ubicación del proyecto**



*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.7.6.2 Situación actual del cauce del río Virú en el Tramos Zaraqe – Puente Virú.**

En la actualidad en general en el cauce del río Virú en el tramo Zaraqe – Puente Virú, no se cuenta con las condiciones necesaria para el transido de las avenidas del río Virú, debido a que gran parte de su infraestructura de protección ha colapsado en el mes de marzo del 2017, ante la ocurrencia del fenómeno denominado “Niño Costero”, es así que a continuación se detalla la situación actual del tramo de estudio.

Entre el Km 0+000 – 2+520 (Zaraqe – Bocatoma Santa Clara), el Ministerio de Agricultura y Riego ha realizado el encauzamiento del río Virú, conformado terraplenes de hasta 3.00 m de altura (Ver Fotografía N°5).

### **Fotografía 5 : Estado actual del rio Virú Km 0+000 – 2+520**



*Fuente: Elaboración propia.*

Entre el Km 2+520 – 3+650 (Bocatoma Santa Clara- Bocatoma San Idelfonso), se observa que las estructuras de protección existentes han colapsado. (Ver Fotografía N°6).

### **Fotografía 6 : Estado actual del rio Virú Km 2+520 – 3+650**



*Fuente: Elaboración propia.*

Entre el Km 3+650 – 4+580 (Bocatoma San Idelfonso – cruce baidén Virú), se observa no se cuenta con estructuras de protección (Ver Fotografía N°7).

### **Fotografía 7 : Estado actual del rio Virú Km 3+650 – 4+580**



*Fuente: Elaboración propia.*

Entre el Km 4+580 – 7+220 (Cruce badén Virú – Puente Alameda), se observa existencia de infraestructura de protección sobre la margen derecha, caso contrario es la margen izquierda que no cuenta con estructuras de protección (Ver Fotografía N°8).

### **Fotografía 8 : Estado actual del rio Virú Km 4+580-7+220**



*Fuente: Elaboración propia.*

Entre el Km 7+220 – 8+900 (Puente Alameda – Puente Virú), en este tramo las estructuras de protección de ambas márgenes han colapsado por lo que no se cuenta con estructuras de protección (Ver Fotografía N°9).

### **Fotografía 9 : Estado actual del rio Virú Km 7+220-8+900**



*Fuente: Elaboración propia.*

Entre el Km 8+900 – 10+940 (Puente Alameda – Puente Virú), en este tramo sobre la margen izquierda existen estructuras de protección las cuales es necesario rehabilitarlas, respecto a la margen derecha no se cuenta con estructuras de protección (Ver Fotografía N°10).

### **Fotografía 10 : Estado actual del rio Virú Km 8+900 – 10+940**



*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.7.6.3 Línea Base Ambiental**

El conocimiento de las características ambientales del área donde se ejecutará el proyecto es importante pues sirve de base para la identificación y valoración de los potenciales impactos que pueden ocurrir por el desarrollo de las obras durante sus etapas de construcción, operación y abandono. Por ello, en este capítulo se realiza el diagnóstico de la situación ambiental pre operacional del área de influencia del proyecto, destacando los aspectos referidos al ambiente físico (clima, geología, geomorfología, suelos, hidrografía e hidrología), ambiente biológico (flora y fauna) y al ambiente socioeconómico y cultural (población, servicios y actividades económicas).

Para objeto de la realización de la Evaluación Ambiental, es necesario que el ambiente sea entendido bajo criterios técnicos, es decir, que se traduzca a una serie de variables capaces de ser inventariadas, medidas evaluadas, etc.

En vista de ello para la elaboración de la línea base ambiental, se ha identificado una serie de variables que serán descritas, analizadas y evaluadas en los acápite siguientes; estas variables son denominadas Factores Ambientales.

La línea de base ambiental permite conocer y entender el entorno donde se desarrollará la actividad, por lo que es necesario evaluar o analizar el mismo, a través de las variables o los factores ambientales que lo conforman.

Por ello, resulta importante el desarrollo de una Línea Base Ambiental que considere las siguientes áreas temáticas: Clima y Meteorología, Hidrología, Geología, Fisiografía, Suelos (Capacidad de Uso), Ecología (Zonas de Vida, Fauna y Flora Natural) y Aspectos Socioeconómicos del ámbito de influencia del Proyecto.

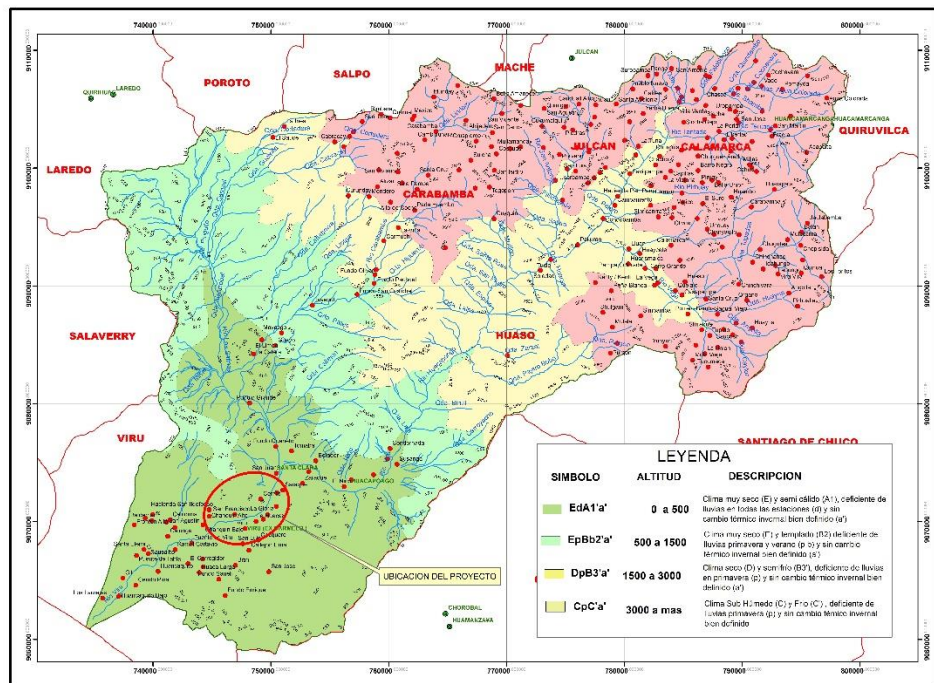
### 3.7.6.4 Medio Físico:

#### 3.7.6.4.1 Climatología

En general la característica climática de la zona de estudio es considerada como clima muy seco (E) y semi cálido (A1) deficiente de lluvias en todas las estaciones (d) y sin cambio térmico invernal bien definido (a'), correspondiendo a la clasificación EdA1'a'.

En la Imagen N° 49 se muestra el mapa climatológico del área de influencia del proyecto.

**Imagen 49 : Mapa Climatológico Cuenca del Río Virú**



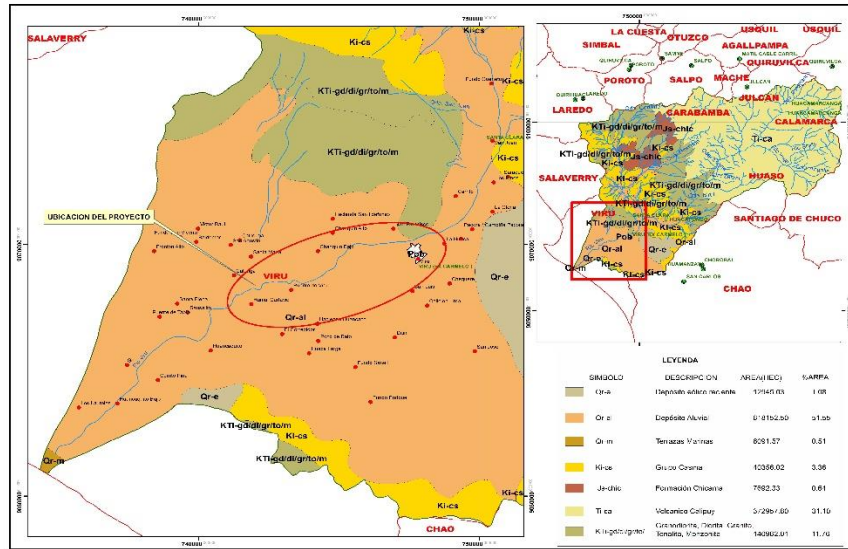
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.7.6.4.2 Geología General

Las formaciones geológicas en la zona del Proyecto pertenecen a la Era Cenozoico, Sistema Cuaternario, Serie Reciente, con características de Depósito de Aluvial a la serie Qr-al. Ver imagen N° 50.



**Imagen 50 : Mapa Geológico Cuenca del Río Virú**

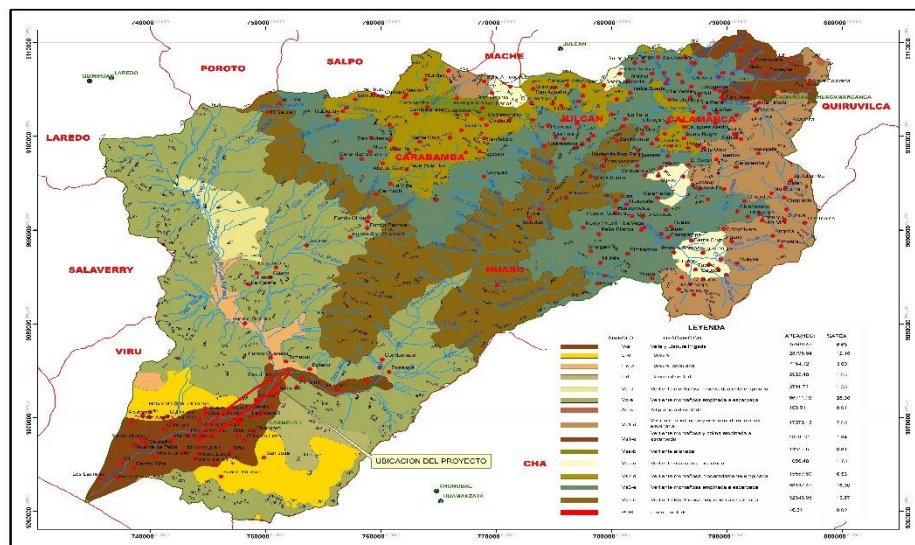


Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.6.4.3 Geomorfología

El aspecto geomorfológico la zona pertenece a la Región Costa, con formas y relieves característicos de Planicies, la zona de influencia del proyecto cuenta con una geomorfología perteneciente a la clasificación Valle y Llanura Irrigada (V-a). Ver imagen N° 51.

**Imagen 51 : Mapa Geomorfológico de la Cuenca del Río Virú**

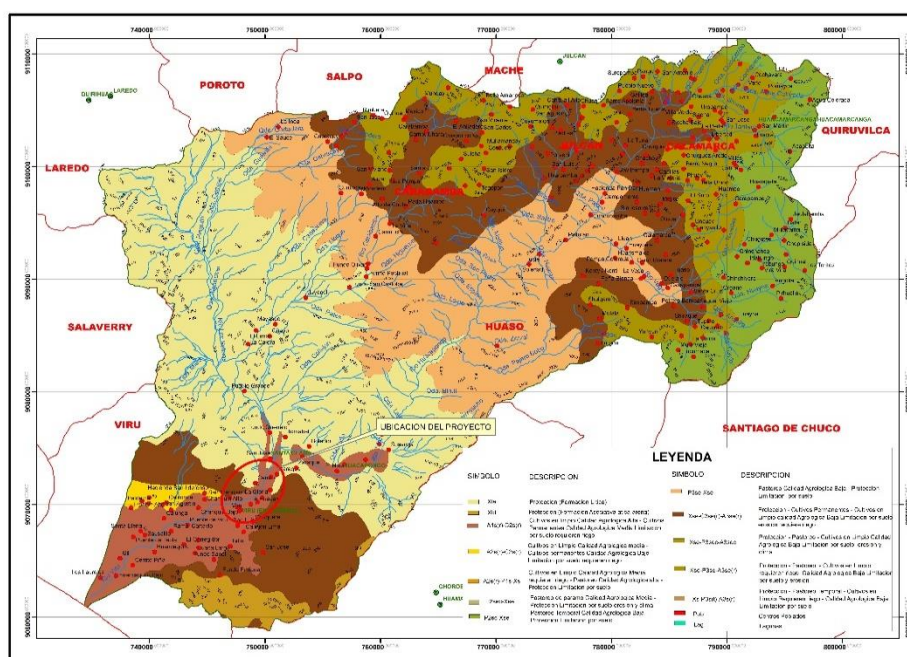


Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.6.4.4 Capacidad de Uso Mayor de Suelos.

En cuanto a la Clasificación de Suelos por su Aptitud para el Riego, la información pertinente, se ha tomado del estudio “Plan de Gestión de la Oferta de Agua en las Cuencas de los Proyectos Hidráulicos de la Costa” realizado por el INADE en año 2002 ,en el cual se elabora el Mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo, donde se observa que la zona de estudio se encuentra bajo los símbolos de A1(r)-C2S(r), clasificación que pertenece a Cultivos en limpio calidad Agrologica alta – cultivos permanentes calidad agrologica media limitación por suelo requiere riego, la misma que se puede apreciar en imagen N°52.

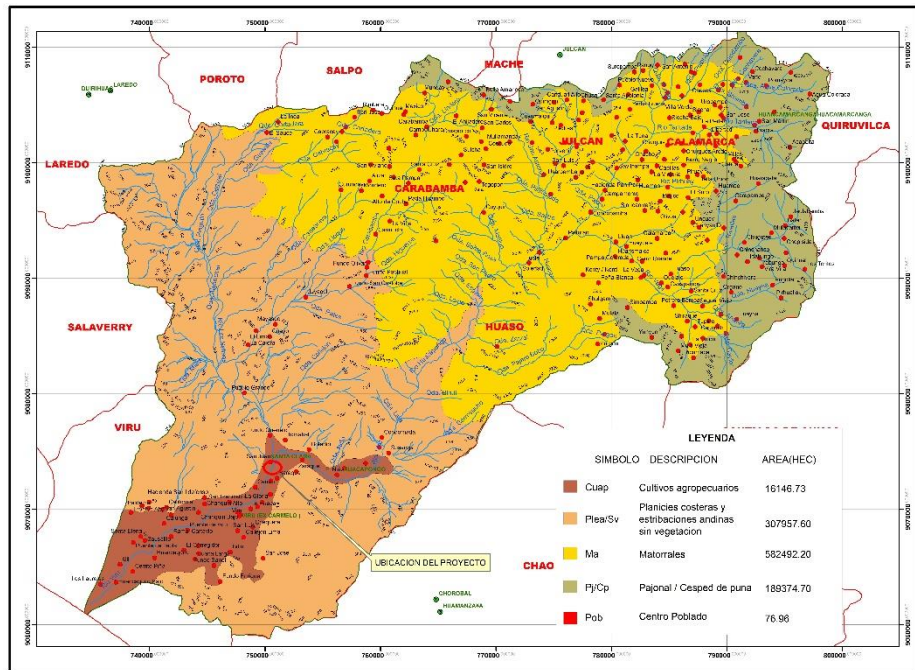
**Imagen 52 : Mapa de Capacidad de Uso de Suelos de la Cuenca del Río Virú**



Fuente: “ (INADE - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC , 2002)

Así mismo en cuanto a la Clasificación de Suelos por su Cobertura Vegetal, se tiene el Mapa de Cobertura Vegetal, donde se observa que la zona de estudio se encuentra bajo los símbolos de Cuap, clasificación que pertenece a Cultivos agropecuarios, la misma que se puede apreciar en imagen N°53.

### Imagen 53 : Mapa de Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Virú



Fuente: (INADE - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC , 2002)

#### 3.7.6.4.5 Medio Biológico

##### a) Ecología y Zonas de Vida

Las condiciones climáticas dan lugar a una alta deficiencia de humedad en el suelo durante los doce meses del año, debido a la escasa precipitación pluvial y a las temperaturas relativamente altas que consumen, mediante los fenómenos de evaporación y transpiración, la poca reserva de agua que podría haberse almacenado en el suelo.

**Caracterización de las zonas de vida:** Con la información meteorológica disponible en el área de estudio y teniendo como base el sistema de clasificación de zonas de vida, propuesta por L.R. Holdridge, se identificaron y delimitaron las siguientes unidades

- **Desierto desecado - Subtropical (dd - S)**

Se localiza entre el nivel del mar y los 400 msnm. Se caracteriza por presentar un clima árido, con precipitaciones promedios totales anuales alrededor de 30 mm,

cuyas lluvias no son suficientes para satisfacer la demanda de agua de los cultivos, desarrollándose una agricultura bajo riego principalmente. Presenta una biotemperatura media anual de 23°C y el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía en 2 a 4 veces el valor de la precipitación.

El relieve es plano, alternando con pequeñas lomadas. Los suelos varían desde profundos a moderadamente profundos. La vegetación natural está constituida principalmente por asociaciones de plantas constituidas por *Cereus* sp, *Cephalocereus* sp y *Melocactus* sp. Así mismo, bordeando el cauce del río Virú se presentan asociaciones de gramíneas leñosas, como la caña brava (*Bynerium* y *Cortaderia*) y especies de árboles frutales. El uso actual está dedicado al cultivo de variedades industriales como la caña de azúcar, espárrago y otros de pan llevar.

- **Desierto perárido - Montano Bajo Subtropical (dp - MBS)**

Se localiza en las partes medias del llano costero desértico y próximo a las estribaciones de las colinas, entre los 200 y 400 msnm. Se caracteriza por presentar un clima seco, con precipitaciones promedios totales anuales alrededor de 30 mm, con una biotemperatura media anual que oscila entre los 23°C.

El relieve es ondulado, alternando con pequeñas lomadas y colinas bajas. Los suelos varían desde superficiales a moderadamente profundos. La vegetación natural está constituida principalmente por plantas suculentas conocidas como cactáceas, observándose también asociaciones de *Cereus*, *Cephalocereus* y *Melocactus*.

- **Desierto superárido - Premontano Tropical (ds - PT)**

Se localiza en las partes altas del llano desértico costero y se caracteriza por presentar un clima seco, con precipitaciones promedio totales anuales alrededor de 45 mm, cuyas lluvias no son suficientes para satisfacer la demanda de agua de la vegetación natural existente. Presenta una biotemperatura media anual que oscila entre los 22°C y el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía en 2 a 4 veces el valor de la precipitación.

El relieve es accidentado, los suelos varían desde moderadamente profundos a superficiales. La vegetación natural está constituida principalmente por plantas suculentas conocidas como cactáceas, observándose también asociaciones de *Cereus*, *Cephalocereus* y *Melocactus*.

- **Desierto pérarido - Premontano Tropical (dp - PT)**

Con temperatura promedio anual de 23°C y una precipitación pluvial total anual de 75 mm. La combinación de poca precipitación pluvial y alta temperatura indican una evapotranspiración potencial de ocho a dieciséis veces mayor que la precipitación pluvial, lo que coloca a esta zona de vida en la provincia de humedad: "PERARIDO". El relieve es accidentado y los suelos son superficiales, la cobertura vegetal está constituida por una vegetación graminal estacional, asociada con otras herbáceas, que se presentan con las lluvias de la estación de invierno. Su uso actual es para pastoreo estacional.

Teniendo en cuenta la diversidad de la zona, es necesario delimitar grandes unidades definidas por cantidades fijas de elementos climático-biofísicos, como la biotemperatura, precipitación, la interrelación de ambos y la humedad.

## **b) Flora Silvestre**

El entorno biológico donde se desarrollará el Proyecto está caracterizado por una representatividad numerosa de especies de flora y fauna nativa, debido principalmente a la dinámica de las actividades antrópicas, lo que corrobora que las características ambientales de una determinada zona, están condicionadas por factores naturales y por la influencia del hombre, regulando tanto la diversidad de especies como la frecuencia de las mismas.

En el contexto de los Ecosistemas Identificados en cauce del río Virú se puede identificar:

**i) La vegetación natural xerofítica** que se desarrolla en el área de influencia del Proyecto en estudio, es florística y taxonómicamente escasa.

**ii) La flora natural del desierto costero** se distribuye entre los 0 m.s.n.m. y los 1,200 m.s.n.m., aproximadamente, en los ecosistemas siguientes:

### **• Valle**

En este ecosistema de la cuenca baja del río Virú, la composición florística se muestra más diversa en el valle Virú, en la llamada zona de costa y según Brack y Mendiola (2004) en la Eco Región Desierto del Pacífico, en la que se puede distinguir:

**i) Herbazal** o estrato herbáceo que involucra a las comunidades de tillandsiales ubicado en la parte baja del valle. Desde el punto de vista paisajístico el herbazal es el más interesante no solamente por la diversificación de las especies sino también por su policromía. Plantas de flores amarillas como las de los géneros Calceolaria, Senecio y Trixis; otras de flores rojas como Mutisia, algunas cactáceas y varias de flores violáceas como Delostoma, Verbena e Ipomoea.

**ii) Gramadales:** El gramadal es una comunidad herbácea halófila, compuesta de plantas que toleran alta salinidad de los suelos. Encontramos frecuentemente gramadales en las desembocaduras de los ríos en el océano, donde pueden ocupar una zona de vegetación ancha entre el litoral arenoso y el desierto de arena. Se usan indistintamente los epítetos gramadal o totoral para referirse a la "grama salada" **Distichlis spicata** y **Sporobolus virginicus** de la familia de las gramíneas y/o a **Typha dominicensis** de la familia de las tifáceas.

El suelo del gramadal es siempre húmedo o está inundado una parte del año por afloramiento de las aguas de subsuelo. El agua es salobre, al bajar el nivel del agua de las inundaciones, pueden verse las costras de sal en las orillas. Los gramadales situados muy cerca al mar tienen mayor salinidad, porque reciben constantemente partículas invisibles de sal que son transportadas por el viento al reventar las olas en las orillas.

### **iii) Monte Ribereño**

Esta formación típica de las riberas fluviales de la costa, se caracteriza por estar compuesta naturalmente de comunidades de plantas perennifolias, herbáceas, trepadoras, arbustivas y arbóreas, que generalmente se encuentran formando una densa franja.

Antes de la intervención humana los montes ribereños ocupaban valles; sin embargo, hoy en día quedan escasos restos aislados. La agricultura ha transformado totalmente los valles y las especies de la fauna del campo cultivado, en su mayoría, son del monte ribereño que se han adaptado al paisaje agrícola. Las especies presentes en esta formación vegetal se muestran en el Cuadro 57.

### Cuadro 57 : Flora del Monte Ribereño

Nombre Científico	Nombre Común	Familia
<i>Acacia macracantha</i>	faique o espino	Fabaceae
<i>Arundo donax</i>	carrizo	Poaceae
<i>Neoraimondia sp</i>	gigantón	Cactaceae
<i>Distichlis spicata</i>	grama salada	Poaceae
<i>Fortunatia biflora</i>		Liliaceae
<i>Gynerium sagittatum</i>	caña brava	Poaceae
<i>Nolana laxa</i>		Nolanaceae
<i>Tessaria integrifolia</i>	pájaro bobo	Asteraceae
<i>Typha domingensis</i>	tatora	Typhaceae
<i>Wigandia urens</i>		Hydrophyllaceae
<i>Lycopersicon peruvianum var. neruvianum</i>	tomate silvestre	Solanaceae
<i>Galvesia fruticosa</i>		Scrophulariaceae
<i>Trixis cacalioides</i>		Asteraceae

Fuente: (ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, 2009)

#### c) Fauna

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Construcción de Canales Integradores” desarrollado por el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC el año 2009, cuya área de influencia se encuentra del área de nuestro proyecto, por lo que la información acerca de la fauna corresponde a la misma.

#### Fauna del Desierto Costero

La región costanera corresponde en gran parte a un desierto detrítico pedregoso, en el cual, se encuentran algunas tillandsiales y cactáceas. Aquí el reino animal está escasamente representado por unos pocos insectos, en parte transportados por el viento, arañas, escorpiones, caracoles, lagartijas del género *Tropidurus* y geos del género *Phyllodactylus*. Entre las aves encontramos pampero peruano *Geositta peruviana* en la cercanía de lugares arenosos con plantas, además rapaz y golondrinas. El zorro costero *Dusycion sechurae* es el único mamífero grande que se encuentra con regularidad en esta zona. La avifauna de las lomas puede ser dividida en dos grupos principales: Las



residentes como **Troglodytes musculus**, **Geositta crassirostris**, **Pyrocephalus rubinus obscurus**, **Gymnopelia ceciliae** y **Catamenia analis**. Las aves estacionales, es decir que acuden a las lomas durante el tiempo de las neblinas, como **Zonotrichia capensis**, **Sicalis luteola**, y **Spinus magellanica**. Diversas especies anidan en este ecosistema: **Zonotrichia capensis**, **Volatinia jacarina**, **Zenaida auriculata** y **Anthus lutescens**. Según las estaciones del año las lomas arenosas muestran aspectos diferentes. Tan pronto como se presentan las primeras neblinas invernales, se desarrolla sobre la superficie de la arena una vegetación de algas. En esta época encontramos en estos lugares a **Geositta peruviana**, **Thinocorus rumicivorus** y **Speotyto cunicularia**. Cuando ya está humedecida la parte superficial del terreno, comienza a aparecer la flora de fanerógamas. Entonces empiezan a llegar diversas aves, y cuando la vegetación está completamente desarrollada su número puede ser considerable. Se reportan, además las siguientes especies: **Musciavicula macloviana**, **Anthus lutescens**, **Spinus magellanicus**, **Sicalis luteola**, **S. raymondii**, **Catamenia analis**, **Pygochelidon cyanoleuca**, **Petrochelidon fulva**, **Amazilia amazilia**, **Myrtis fanny**, **Rhodopsis vesper**, **Zenaida auriculata**, **Buteo fuscescens**, y **Falco sparverius**. El límite altitudinal del Desierto Costero para esta región, son aproximadamente 1,200 msnm. La fauna nativa que se reporta para la zona de estudio, es la que habita o frecuenta los diferentes ecosistemas identificados (valle, gramadales, monte ribereño, cultivos agrícolas, lomas y drenes). Las especies más representativas del desierto costero en la zona de influencia del Proyecto muestra un predominio de aves debido posiblemente a la existencia de cultivos, particularmente de maíz y trigo en las áreas agrícolas (Cuadro 57)

## Cuadro 58 : Lista de Especies de Vertebrados Principales y Algunos Invertebrados del Desierto Costero Reportados para la Zona de estudio

### Mamíferos

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Desmodus rotundus</i>	murciélago	Desmodidae
<i>Dusycion sechurae</i>	zorro costeño	Canidae
<i>Conepatus semistriatus</i>	zorrito	Mustelidae
<i>Didelphys azarae</i>	muca	Didelphidae
<i>Phyllotis sp.</i>	ratón de campo	Cricetidae

### Aves

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Casmerodius albus</i>	garza blanca grande	Ardeidae
<i>Egretta thula</i>	garza blanca chica	Ardeidae
<i>Coragyps atratus</i>	gallinazo cabeza negra	Cathartidae
<i>Buteo polyosoma</i>	aguilucho común	Accipitridae
<i>Gerannoetus melanoleucus</i>	aguilucho grande	Accipitridae
<i>Parabuteo unicinctus</i>	gavilán oscuro acanelado	Accipitridae
<i>Falco sparverius</i>	cernícalo americano	Falconidae
<i>Oreopholus ruficollis</i>	chorlo de campo	Charadriidae
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	pucopuco menor	Thinocoridae
<i>Zenaidura macroura</i>	madrugadora	Columbidae
<i>Burhinus superciliosus</i>	Huerequeque	Burhinidae
<i>Coccyzus lansbergi</i>	cuclillo de Lansberg	Cuculidae
<i>Speotyto cunicularia</i>	lechuza de los arenales	Strigidae
<i>Colibri coruscans</i>	colibrí azul	Trochilidae
<i>Amazilia amazilia</i>	amazilia costeña	Trochilidae
<i>Rhodopsis vesper</i>	picaflor cola ahorquillada	Trochilidae
<i>Thamastura cora</i>	picaflor de cora	Trochilidae
<i>Myrtis fanny</i>	picaflor de fanny	Trochilidae
<i>Geositta crasirostris</i>	pico grueso	Furnariidae
<i>Geositta peruviana</i>	pampero peruano	Furnariidae
<i>Asthenes cacterum</i>	canastero de los cactus	Furnariidae
<i>Muscisaxicola nactoviana</i>	dormilona cabeza oscura	Tyraniidae
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	turtupilín	Tyraniidae
<i>Tyrannus (Muscivora) tyrannus</i>		Tyraniidae
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	santarrosita	Hirundinidae
<i>Petrochelidon fulva</i>	golondrina de cuevas	Hirundinidae
<i>Troglodytes aedon</i>	cucarachero	Troglodytidae
<i>Mimus longicaudatus</i>	chisco	Mimidae
<i>Turdus chiguanco</i>	chiguanco	Turdidae
<i>Nathus lutescens</i>	chichirre	Motacillidae
<i>Sporophila obscura</i>	espiguero pardo	Fringillidae
<i>Sporophila telasco</i>	espiguero corbatón	Fringillidae
<i>Catamenia analis</i>	corbatita pico de oro	Fringillidae
<i>Volatinia jacarina</i>	saltapalito	Fringillidae
<i>Spinus magellanicus</i>	jilguero de cabeza negra	Fringillidae
<i>Sicalis luteola</i>	triguero	Fringillidae
<i>S. raimondii</i>	triguero bajoandino	Fringillidae
<i>Phrygilus alaudinus</i>	fringilo cola blanca	Fringillidae
<i>Poospiza hispaniolensis</i>	dominiqui común	Fringillidae
<i>Carduelis uropygialis</i>	trile bajoandino	Fringillidae
<i>Zonotrichia capensis</i>	pichisanka	Fringillidae

Fuente: (ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, 2009).

### Reptiles

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Alsophis elegans</i>	culebra	Colubridae
<i>Mastigodryas heathii</i>	culebra	Colubridae
<i>Tachymenis elongata</i>	culebra	Colubridae
<i>Bothrops sp.</i>	jergón de la costa	Crotalidae
<i>Microlophus peruvianus</i>	lagartija de arenales	Tropiduridae
<i>Tropidurus. arenarius</i>	lagartija	Tropiduridae
<i>Tropidurus occipitalis</i>	lagartija	Tropiduridae
<i>Tropidurus thoracicus</i>	lagartija	Tropiduridae
<i>Dicrodon sp</i>	cañán	Teiidae
<i>Dicrodon heterolepis</i>	borregón	Teiidae
<i>Phyllodactylus inaequalis</i>	saltojo	Gekkonidae
<i>Phyllodactylus microphyllus</i>	saltojo	Gekkonidae
<i>Bufo sp.</i>	sapo	Bufo

### Invertebrados

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Bostrix depts elongatus</i>	caracol	Gasteropoda (Clase)
<i>Scutalus proteus</i>	caracol	Gasteropoda (Clase)
<i>Epiphragmophora connectens</i>	caracol	Gasteropoda (Clase)
<i>Argiope sp.</i>	araña	Argiopidae
<i>Sicarius sp.</i>	araña	Sicariidae
<i>Othostigmus eremberghi</i>	escorpión	Scorpionida (Orden)
<i>Scolopendra sp.</i>	ciempiés	Chilopoda (Clase)

Fuente: (ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCCHIC, 2009).

### 3.7.7 Identificación y Evaluación de Impacto Ambiental

Durante el proceso de identificación y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto, se han seleccionado metodologías, que han permitido identificar, evaluar e interpretar las implicancias ambientales que se prevé ocurran durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de las obras de protección.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales, pretende como principio establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad de conducción de agua y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser un instrumento obstruccionista, ni un freno al desarrollo socio económico y cultural de la provincia de Virú, Región La Libertad.

A este respecto, para la identificación, predicción, interpretación y comunicación de los probables impactos ambientales que se prevé ocurran, ha sido necesario revisar la literatura existente sobre metodologías de evaluación de impacto ambiental, para determinar la más adecuada al nivel de información y tiempo disponible para la realización del estudio. Para ello, ha sido importante el conocimiento de las zonas comprometidas por las obras del proyecto, en cuanto a sus características geográficas, ecológicas y el nivel de desarrollo socioeconómico; lo que se ha conseguido luego de las visitas de campo efectuadas a la zona del proyecto.

#### **3.7.7.1 Identificación de Impactos:**

De la visita de campo y los componentes del proyecto que contempla la construcción de estructuras de defensas ribereñas en base de enrocados.

Descripción de las acciones antrópicas. - Consiste en la ejecución de obras civiles consistentes en:

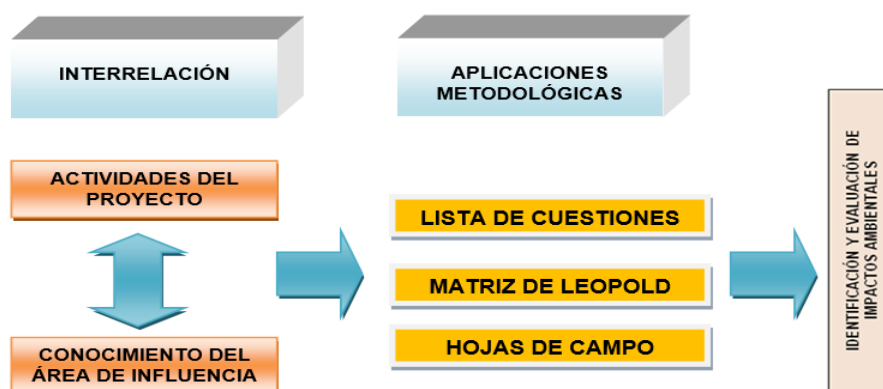
- Descolmatación de Cauce y conformación de terraplén con el ancho estable que permita el normal tránsito de la avenida de diseño, en una longitud de 10.94 Km.
- Obras para el control de erosión e inundación conformadas por diques de encauzamiento enrocados, sobre las riberas del río Virú en una longitud total de 17.523 Km.

Para la ejecución de la obra, se requiere realizar trabajos de limpieza o desbroce de arbustos y eliminación de material no apto, para luego efectuar cortes y relleno con material propio con la utilización masiva de maquinaria pesada, luego proceder a la construcción del revestimiento del terraplén con roca. Para ello se debe explotar las canteras de roca y de afirmado; El tránsito de los volquetes será por caminos carrozables y vías urbanas, a velocidad moderada.

### 3.7.7.2 Metodología de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

En el siguiente diagrama, se muestra de manera didáctica el proceso de la identificación y evaluación de impactos ambientales, planteado y adecuado a las características del presente estudio.

**Figura 16 . Diagrama Proceso Metodológico de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales**



*Fuente: (ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, 2009).*

La conceptualización y descripción de las metodologías aplicadas en la identificación y evaluación de impactos ambientales, son las siguientes:

#### a) Lista de Categorías Ambientales:

La metodología desarrollada comprende diez categorías ambientales, clasificadas y preparados, se listan a continuación:

Categoría I : Clima y calidad atmosférica

Categoría II : Téctonismo y/o vulnerabilidad

Categoría III : Recursos hídricos y calidad del agua

Categoría IV : Suelos y capacidad de uso de las tierras

Categoría V : Ecosistemas y ecología

Categoría VI : Áreas de sensibilidad y vulnerabilidad ambiental

Categoría VII: Ruidos y vibraciones

Categoría VIII: Calidad visual

Categoría IX : Salud y enfermedades

Categoría X : Aspectos socioeconómicos, culturales, y arqueológicos

## **b) Matriz de Leopold:**

La aplicación de la metodología de la matriz de Leopold, apropiada para el estudio, se considera para determinar globalmente las implicancias ambientales que se presentan y las que pudieran presentarse. Con la matriz de Leopold se identifica y evalúan los factores ambientales que se encuentran implicados (físicos, biológicos y socioeconómicos), y que generarán impactos ambientales directos e indirectos, benéficos y perjudiciales. Para generar una Matriz cuantitativa, la magnitud se determinó según el método de Fisher-Davis citado por Conesa (1996) con una escala que establece puntajes desde:

- **Tipo de impacto**

Se puede calificar como POSITIVO (+) o NEGATIVO (-), dependiendo de las características beneficiosas o nocivas de un impacto, siendo esta calificación del tipo cualitativo.

- **Magnitud del impacto**

Se refiere al grado de afectación que presenta el impacto sobre el medio. Se califica en la forma cuantitativa; cuando esto no es posible, se presenta una calificación cuantitativa, suficientemente sustentada, como:

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| 1. Poco significativo | 2. Significativo |
| 3. Muy significativo  | 4. Severo        |
| 5. Crítico            |                  |

- **Área de influencia**

Es una evaluación del alcance espacial del impacto bajo análisis, se califica como PUNTUAL, cuando el impacto se restringe a áreas muy pequeños (ejemplo áreas aledañas al derecho del proyecto); LOCAL, si su área de influencia es restringida (como los taludes abajo o arriba de una vía o canal) o REGIONAL, si su área de influencia es mayor.

- **Duración**

Se califica como CORTA, cuando es menor de un mes; MODERADA, si es superior al año o PERMANENTE, si su duración

es de varios años. Además, la duración puede calificarse como ESTACIONAL, si está determinada por factores climáticos.

### 3.7.7.3 Aplicaciones metodológicas de Identificación de Impactos Ambientales:

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales a partir de las actividades previas, así como, por la construcción y operación de los defensas ribereñas; es conveniente en primera instancia cubrir todos los aspectos referidos en la metodología de Lista de Cuestiones Ambientales (categorías ambientales), para luego presentar el análisis de resultados de la aplicación de las metodologías Matriz Tipo Leopold, que se desarrollan a continuación:

#### a) Lista de Cuestiones:

#### Categoría I: Clima y calidad Atmosférica

a) Vientos	SI/NO	Exposición / Descripción
¿La intensidad de los vientos locales, podrían dañar el revestimiento con roca?	NO	De acuerdo a las averiguaciones e inspecciones realizados en campo, se verificó que el comportamiento de los vientos locales, no genera la formación de vientos huracanados en magnitud que constituya un riesgo latente a las obras propuesta; además, cabe agregar que en el sector existen otras estructuras (viviendas, postes de distribución eléctrica, etc.), que no muestran signos de afectación como consecuencia de la presencia de los vientos.  De igual manera, durante el proceso constructivo las actividades (excavaciones, traslados de maquinarias, desmontaje de equipos, explotación de canteras , revestimiento con roca, etc.); podrán desarrollarse de manera normal, sin que la presencia de los vientos generen efectos adversos, como levantamiento acentuado de material particulado (polvos), dificultad de la visibilidad y traslado, entre otros.
¿Las estructuras de defensa ribereña actuarán como barrera, modificando la dirección de los vientos locales?	NO	La estructuras de defensa ribereña , no constituirán barreras para los vientos locales; pues, estas obras no serán de magnitud o dimensión significativa, que deriven en barreras y variación de la dirección de los vientos.  Además, como se precisó anteriormente los vientos en la zona, se caracterizan por que su intensidad de velocidad no es significativa.
¿En la instalación de los revestimiento con roca , se han considerado la fuerza de los vientos?	NO	No es necesario , los diametros de roca son superiores a los 0.50 m

b) Calidad Atmosférica	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Las actividades constructivas programadas y de operación inducirán a producir alta contaminación del aire?	SI	En la etapa constructiva, se requerirá el uso de maquinaria pesada , para diversos trabajos, como excavaciones y remoción de escombros; que producirán descargas de elementos contaminantes al ambiente (CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> ) y material particulado.  Sin que ello constituya un problema de grave contaminación del aire, toda vez que esta se produciría temporalmente (horas de trabajo), además el lugar donde se efectuarán los trabajos es amplio, y donde la concentración de los gases de combustión interna se disiparán rápidamente.
¿Se producirá niveles de ruidos en el área, a consecuencia directa de las?	SI	Inevitablemente, toda acción constructiva genera incremento del nivel de ruidos, que para el caso específico del proyecto, se daría de manera temporal, generado principalmente a consecuencia de las acciones de transporte de materiales, excavación, remoción y compactación del terreno; enrocados , entre otros.

Fuente: *Elaboración propia.*

## **Categoría II: Tectonismo y Vulnerabilidad**

a) Vulnerabilidad	SI/NO	Exposición / Descripción
<p>¿El ámbito del proyecto está influenciado por la ocurrencia de posibles eventos naturales? ¿Cuál sería el grado de vulnerabilidad?</p>	SI	<p>En el supuesto de ocurrir de un sismo de gran intensidad (mayor a 8 Mb), no se descarta la probabilidad que se origine el deterioro o colapso parcial de las obras.</p> <p>Por otro lado, es factible que se presenten problemas de inundaciones en las zonas bajas del valle (adyacente al río Virú), por la ocurrencia de un fenómeno de El Niño.</p> <p>Se precisa que la complejidad de los fenómenos naturales hace muchas veces difícil identificar a tiempo su evolución, y por ende determinar el nivel de riesgo; por lo que el Estudio de Ingeniería del Proyecto, toma las previsiones del caso, considerando los reforzamientos necesarios que permitan aminorar convenientemente la vulnerabilidad de las estructuras civiles.</p>

b) Tectónica/Actividad Sísmica	SI/NO	Exposición / Descripción
<p>¿Existen fallas geológicas activas en el ámbito de influencia ambiental?</p>	NO	<p>De acuerdo a las evaluaciones e investigaciones geológicas efectuadas en el ámbito donde se instalarán las obras de defensas ribereñas proyectadas, se verifica que en el sitio del proyecto no se localizan fallas activas que subyacen en el área de influencia ambiental del proyecto.</p> <p>Sin embargo, se encuentra dentro de la incidencia de las fuentes sismogénicas asociadas a la zona de subducción y aquellas que están dentro de la placa continental.</p>
<p>¿Existen riesgos resultantes de las actividades tectónicas?</p>	SI	<p>La actividad sísmica en el área de influencia del proyecto, está relacionada con la subducción de la Placa de Nazca, lo que origina una frecuente actividad hacia el litoral peruano, y por ende, próxima al proyecto.</p> <p>Asimismo, de acuerdo a la historia sísmica del área de influencia del proyecto, han ocurrido sismos de intensidad VIII-IX en la escala Mercalli Modificada. De otro lado, en áreas cercanas a las ciudades de Chimbote, Santa y Trujillo han ocurrido intensidades máximas de hasta IX grados.</p> <p>De acuerdo a ello, no se descarta la afectación de la infraestructura hidráulica ante la ocurrencia de sismos de intensidad alta; sin embargo, es necesario precisar, que en la etapa de diseño de las estructuras del proyecto, se han tomado estas consideraciones, adoptando un factor de seguridad con la finalidad de garantizar la seguridad de las obras y garantizar la operatividad de la infraestructura proyectada.</p>

**Fuente: Elaboración propia.**



### **Categoría III: Recursos Hídricos y Calidad del Agua**

a) Aguas superficiales	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Existen cursos de agua superficiales naturales, que pudieran ser interceptados por los estructuras de protección ? ¿Es probable sufran contaminación?	SI	<p>Se ha verificado que en el trazo donde se realicen la construcción de defensas , no se interceptan cursos de aguas superficiales naturales; sin embargo, estas se instalarán adyacentes al cauce del río .</p> <p>Por ello se prevé que durante el proceso de excavación e instalación; así como durante las actividades de mantenimiento, es probable que se generaron algunas acciones que pueden derivar en contaminación de esta agua.</p>

b) Calidad de las aguas	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Las acciones relacionadas a la construcción podrían afectar la calidad de los cuerpos de agua de riego?	SI	<p>En general, se determina que durante el proceso de construcción, las únicas posibilidades de provocar algún efecto contaminante a las aguas superficiales, estará dado principalmente por las excavaciones para el revestimiento con roca .</p> <p>La contaminación de los recursos hídricos de riego superficiales estaría referida principalmente, siempre que se produzca la utilización inadecuada de agua el relleno compactado, vertimiento accidental de aceites y/o combustibles; así como, remoción excesiva que podrían generar turbidez y aporte de sedimentos, entre otros.</p> <p>Así también, la desinformación y la falta de conciencia ambiental de los trabajadores de la obra, podrían generar la contaminación de las aguas, a través del lavado de materiales de construcción, maquinaria pesada, entre otros.</p>
¿La disponibilidad del mejoramiento de las infraestructuras, determinará la potencial contaminación de las aguas subterráneas?	NO	<p>La ejecución de obras de protección , no determinará efectos contaminantes sobre el recurso hídrico, toda vez que permitirá en primer termino reducir el nivel freático y por ende los procesos de salinización.</p>

**Fuente: Elaboración propia.**

### **Categoría IV: Suelos y Capacidad de Uso de las Tierras**

a) Edafología	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Se siguen presentando actividades que determinan la pérdida de la calidad edáfica del suelo?	SI	<p>De acuerdo a las inspecciones de campo efectuada en la zona, se ha determinado que en general se mantiene la práctica tradicional de las labores agrícolas; a través de la deficiente aplicación del agua de riego, mediante el sistema de surcos, los cuales tienen dimensiones exageradas en muchos casos y favorece a que las sales se acumulen en los camellones.</p> <p>Asimismo, se entrega volúmenes de agua en exceso y en oportunidad no requerida; la frecuencia de riego es corta; el tiempo de aplicación demasiado largo; falta de planificación; ineficiente Plan de Cultivo de Riego, por la falta de orientación técnica.</p> <p>Sin embargo, cabe mencionar que existen casos particulares de productores que vienen orientando su producción en base a la práctica tecnificada con resultados positivos, marcando un modelo a seguir entre los productores locales.</p>

**Fuente: Elaboración propia.**

b) Uso de la Tierra	SI/NO	Exposición / Descripción
¿La construcción de las estructuras de protección, generará pérdidas sustanciales de áreas agrícolas?	NO	<p>El trazo de las estructuras delimita las áreas agrícolas del cauce del río sigue preferentemente el cauce existente. La rectificación de la cauce en algunos tramos, afectarán a mínimas áreas con desarrollo de cultivos. Lo cual, determina que las pérdidas de áreas agrícolas por el nuevo trazado no serán sustanciales.</p> <p>En la etapa operativa, no se producirán pérdidas de áreas de producción agrícola, pero es factible que se presenten algunas afectaciones de cultivos, por efecto de las operaciones de mantenimiento.</p>
¿El proyecto inducirá a mejorar en el aprovechamiento de la tierra cultivable?	SI	<p>La protección de las tierras de cultivo contra la inundación, brindará seguridad para el desarrollo de la actividad agrícolas.</p>
¿Existirán cambios en el valor comercial de los terrenos beneficiados por el proyecto?	SI	<p>En razón que el proyecto corresponde a un estudio relacionado directamente a mejorar el desarrollo de actividades agrícolas; se prevé generar en los agricultores, el interés y la expectativa de fomentar un mercado de tierras para su explotación o uso, por efecto de la seguridad de los terrenos a fenomenod de inundación por el incremento del caudal del río Virú.</p>

c) Contaminación	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Actualmente se desarrollan prácticas que determinan la contaminación de los suelos?	SI	<p>En razón a los bajos niveles de productividad de los suelos, se viene realizando el uso mayor de agro-químicos, lo que deriva en la contaminación no solamente del suelo, sino también del agua y aire.</p> <p>A la fecha, en el área de influencia del proyecto, todavía no se cuentan con información estadística y/o estudios específicos que permitan cuantificar la contaminación de los suelos producto de las actividades agrícolas, en especial por el uso de plaguicidas.</p>
¿Se pueden presentar problemas de contaminación de suelos, como consecuencia directa de las actividades constructivas y de mantenimiento?	SI	<p>Durante el proceso constructivo de las obras, es factible que se presenten problemas de contaminación de suelos, por efecto de fugas y/o derrames accidentales de combustibles, aceites y/o grasas, producto del empleo de maquinarias y vehículos de trabajo.</p> <p>Esta situación podrá presentarse principalmente por el desplazamiento de los vehículos y maquinarias; pero sin constituirse en un problema de contaminación severa.</p> <p>Por otro lado en la etapa operativa, las acciones de mantenimiento por cambio de aceites, podrían constituir un riesgo de contaminación potencial del suelo, en la situación que se presente una inadecuada disposición y/o derrame involuntario.</p>
¿Se puede inducir indirectamente a prácticas que deriven la contaminación de suelos?	SI	<p>El uso de maquinaria pesada masiva en las labores de mantenimiento.</p>

**Fuente: Elaboración propia.**

### **Categoría V: Ecosistemas y Ecología**

a) Flora y Fauna	SI/NO	Exposición / Descripción
¿En el área, existe fauna silvestre de interés que pudiera ser perturbado por las acciones del proyecto?	NO	La fauna silvestre en el área del proyecto, prácticamente no existe, limitándose principalmente a la presencia algunas especies de aves, debido a que el área se encuentra altamente intervenida con el desarrollo de la actividad agrícola y la presencia permanente de actividades antropogénicas.
¿Las acciones propuestas por el proyecto afectarán extensas áreas con vegetación silvestre?	NO	La afectación a la vegetación silvestre está limitada a las excavaciones y remoción de suelos para el nuevo trazado planteados por el proyecto. Sin embargo, esta no es de importancia significativa, dado que estas acciones se concentrarán en las zonas de drenes, donde proliferan plantas adaptadas a este ambiente acuático.
¿Se evidencia la existencia de especies endémicas de flora y fauna en la zona de estudio?	NO	En el área del proyecto no se ha determinado la existencia de especies endémicas de flora y fauna silvestres, debido que el ecosistema se encuentra intervenido
¿En el ámbito de influencia directa donde se ejecutarán las obras, se han reportado especies en vías de extinción, vulnerable, etc.?	NO	Dentro de los límites del área de influencia ambiental del proyecto, no se ha reportado la existencia de especies de fauna silvestre catalogadas en situación de peligro de extinción o vulnerable, de acuerdo a la lista referida en el D.S. Nº 013-99-AG.

**Fuente: Elaboración propia.**

### **Categoría VI: Áreas de sensibilidad y vulnerabilidad ambiental**

a) Áreas protegidas y de interés	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Las estructuras de defensa ribereña se instalarán, en el ámbito de áreas de reserva?	NO	El área de influencia ambiental definida para el proyecto, no corresponde a una zona de reserva de alta sensibilidad ambiental. Como se señalo, esta corresponde al ámbito de un área de desarrollo de actividad agrícola y pecuaria.
¿Las áreas arqueológicas, presentes en el ámbito de influencia proyecto, evidencian alta intervención?	NO	Las áreas arqueológicas existentes en este sector, se encuentran intervenidas con construcciones de infraestructuras de viviendas, colegios y campos deportivos, así como el aprovechamiento en la fabricación de materiales de adobe para vivienda. Lo que define a estos sectores como en estado de total abandono, por parte del Instituto Nacional de Cultura.
b) Fenómenos naturales	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Las áreas que serán beneficiadas por el proyecto, son sensibles a la presencia del fenómeno El Niño?	SI	La presencia del fenómeno El Niño en el valle bajo de Virú, se manifiesta principalmente por fenómenos de erosión e inundación debido al incremento del caudal del río Virú.

**Fuente: Elaboración propia.**

## Categoría VII: Vibraciones y Ruidos

a) Vibraciones	SI/NO	Exposición / Descripción
¿En los trabajos programados, se generarán vibraciones intensas?	SI	El nivel de las acciones a ejecutarse, SI provocará vibraciones significativas que puedan derivar en generar procesos de inestabilidad. Por cuanto, estas actividades serán bastante localizadas, donde será necesario el empleo de grandes maquinarias.
¿Se provocarán vibraciones que podrían generar perturbaciones a la fauna silvestre, doméstica y población local?	NO	Así también, no se espera afectar a la fauna silvestre dado que esta se presenta escasa. De igual forma no causará perjuicios en la población local y al ganado doméstico, pues las excavaciones para la cimentación, se efectuarán en el cauce del río.
b) Ruidos	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Durante la ejecución de las obras y la operación, se prevé generar niveles de ruidos que puedan perturbar o afectar en demasía a la población local?	SI	<p>Las actividades que son inherentes a la construcción (excavaciones, nivelación de terreno, entre otros); así como la presencia de trabajadores, inevitablemente provocarán la emisión de niveles ruidos (dB) en un área limitada; dado que se requerirá el empleo de maquinaria pesada. Sin embargo, los niveles de ruidos a generarse por las actividades del proyecto, no implicarán efectos de gran magnitud dado que estos se presentarán de manera temporal y puntual.</p> <p>Para la etapa de operación, no se prevé provocar la generación de niveles de ruidos que puedan afectar en lo absoluto la tranquilidad de la población local.</p>

*Fuente: Elaboración propia.*

## Categoría VIII: Calidad Visual

a) Paisaje	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Se cambiará de forma drástica la actual condición paisajística del sector?	NO	<p>En el actual escenario paisajístico del área donde se va mejorar la infraestructura, en la etapa constructiva alterará de manera temporal y de forma algo negativa, la calidad paisajística de la zona, debido a que se efectuarán, excavaciones y nivelaciones, además, de mayor presencia de personal de obra, empleo de herramientas, etc.; sin que ello constituya, una implicancia negativa de alta relevancia, dado que esta se presentará de manera secuencial y progresiva. Además se agrega que esta área presenta frecuente tránsito de vehículos y personas.</p> <p>Para la etapa operativa, donde se observará la presencia de estructuras de protección va a determinar un cambio drástico de la zona, dado que constituirán barreras a la calidad visual, pues es un sector bastante intervenido.</p>
b) Zonas de Interés visual	SI/NO	Exposición / Descripción
¿Se afectará algún sitio de especial interés visual para el turismo?	NO	No se afectarán sitios de especial interés visual, como se indicó, estas áreas corresponden a zonas de desarrollo de actividades agrícolas.

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Categoría IX : Salud y Enfermedades**

<b>a) Enfermedades</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿En el ámbito de influencia se registran enfermedades comunes?	SI	De acuerdo a los reportes y consultas realizadas en sectores del ámbito de influencia, se evidenció la existencia de enfermedades recurrentes, entre las cuales se encuentran las siguientes: gastrointestinales, respiratorias agudas, y las enfermedades parasitarias.
¿Previó al inicio de obras, es pertinente someter a los trabajadores contratados a un examen médico?	SI	A fin de evitar la transmisión de enfermedades infecto contagiosas, es conveniente efectuar en coordinación con las autoridades del área, un control adecuado de la salud de todo el personal que sea admitido como trabajador en la ejecución de la obra.
<b>b) Salud</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿En el ámbito de influencia existen establecimientos de salud?	SI	Existe establecimiento de Salud dentro del área de influencia donde se ejecutarán las obras, referida a la posta de salud en Huancaquito Alto, así como en la ciudad de Virú.
¿El proyecto incrementará hábitat de infecciosos a través del mejoramiento de los estándares de vida?	NO	Al existir mayor conducción de aguas superficiales hay más posibilidades de difusión de información a través de los medios audiovisuales sobre el control de los vectores infecciosos y del mejoramiento de los estándares de vida
¿Existirá alto riesgo de electrocución a los trabajadores, así como de la población?	NO	El posible fallecimiento por electrocución de los pobladores locales, es prácticamente casi inexistente, dado que las obras proyectadas durante la etapa de construcción pueda que sufran accidentes laborales; en todo caso el especialista de la seguridad laboral tendrá la responsabilidad de anularlo.  Sin embargo, se precisa que como en toda actividad relacionada a trabajos , no se descarta la posibilidad que durante las acciones de operación y /o mantenimiento que demande realizar los enrocados ; los técnicos y/o profesionales especialistas, sufran accidentes laborales.

**Fuente: Elaboración propia.**

## **Categoría X : Actividades socioeconómicos y culturales**

<b>a) Actividades económicas</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿El proyecto podrá tener efectos, sobre las actividades económicas a nivel local?	SI	<p>Durante la etapa de construcción, se generará un efecto positivo relacionado a mejorar levemente la dinámica comercial local; dado la envergadura de las obras a ejecutarse requerirá de la contratación un contingente de operarios en el proceso constructivo. En este sentido, de requerirse contratar mano de obra no calificada, se dará prioridad a la población local.</p> <p>En la etapa de operación, permitirá frenar el proceso de degradación del suelo, y recuperar aquellos afectados con niveles de productividad mayores, a través de la aplicación de técnicas modernas de riego (presurizado y/o goteo), orientado a cultivos industriales exportables.</p>
<b>b) Empleo</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿La protección de las áreas de cultivo va a mejorar el nivel de empleo en la zona?	SI	Al recuperar las tierras agrícolas, se incrementará las áreas de siembra y cosecha, y por ende se requerirá el empleo remunerado de un mayor número de personas para las faenas agrícolas.
<b>c) Confort y calidad de vida</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿El proyecto determinará en mejorar la calidad de vida de la población circunscrita en el ámbito del proyecto?	SI	La protección de la población y medios de vida, permitirá a la población local desarrollar actividades que cubran de las necesidades básicas en la vivienda y agrícola, lo que condiciona la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.
<b>d) Inmigración</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿Los centros poblados beneficiados tenderán a crecer?	SI	La disponibilidad de estructuras de protección permitirá el desarrollo agrícola incrementando la demanda de mano de obra agrícola en la zona, podría condicionar a los habitantes foráneos, a tratar de ocupar las áreas aledañas a los centros poblados beneficiados.
<b>e) Turismo y recreación</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿Existe un grado de turismo significativo en el área?	SI	La zona del proyecto cuenta con un turismo local con fines recreativos, la cual se da temporalmente en los meses de verano, para el disfrute de la playa Las Gaviotas, así como para la práctica de la pesca.
¿Se incidirá positivamente en la mejora de facilidades turísticas por la disponibilidad de estructuras de protección ?	SI	Al disponer de estructuras de protección existen las condiciones de invertir en infraestructuras de recreación para los visitantes veraneantes .
<b>f) Aspecto arqueológico</b>	<b>SI/NO</b>	<b>Exposición / Descripción</b>
¿Existen zonas de interés arqueológico en el área de influencia ambiental del proyecto, en condición de no intervenidas?	NO	Como se precisó anteriormente, las áreas arqueológicas existentes en este sector, se encuentran intervenidas con construcciones de infraestructuras de viviendas, colegios y campos deportivos, así como el aprovechamiento en la fabricación de adobe para vivienda. Lo que define a estos sectores como en estado de total abandono, por parte del Instituto Nacional de Cultura.

**Fuente: Elaboración propia.**

## b) Matriz de Leopold:

### Fase de Construcción:

### Cuadro 59 : Matriz de Identificación y Valoración de Impactos - Fase de construcción

		FASE DE CONSTRUCCION															FACTORES MAS IMPACTADOS						
		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	LIMPIEZA, DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	CONSTRUCCION DE CAMINO DE ACCESO	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE CAMINO DE ACCESO	DESCOMISURACION DE CARRETERA y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA Y MATEIAL SUELTO	CORTE, PERILADO Y REFINE EN TALUD	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO PARA CAMINO (e=20 cm): EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUIO Y COMPACTACION	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO, TRANSPORTE	RELLENO CON MATERIAL AFIRMADO SOBRE TERRENO GEOTEXTIL: EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUIO, TRANSPORTE Y COLOCACION	GEOTEXTIL DE 300 g/m2.	EXTRACCION DE ROCA CON EXPLOSIVOS	EXTRACCION, SELECCION Y ACOPIO DE ROCA	TRANSPORTE DE ROCA		ACOMODO DE ROCA EN UNA	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	REVEGETACION DE MARGEN DE RIO	OBRA TERMINADA		
ACTIVIDADES MAS IMPACTANTES:		-1	-6	-1	0	1	2	1	5	8	4	4	3	-3	-3	-5	10	12	51	71	153		
1. SUELO	ECOSISTEMA SUELO		-2	-1					-1					-1	-1	-1			3	4	-1		
	RELIEVE Y FORMA	-1		-1	-1	-1	-1	-1		1				-1	-1	-1		1	1	3	4	-3	
	EROSION	-1	-1	-1	-1	-1			-1		1		1	-1	-1	-1	-1	1	1	3	4	1	
	USO DEL SUELO	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		1		-1	-1	-1	-1	-1		3	3	3	4	1	
	PASTOS		-1																		4	3	
2. AGUA	1. AGUA SUPERFICIAL																					0	
	USO					-1		-1										-1		3	4	4	
	CALIDAD					-1		-1										-1		3	3	3	
	2. AGUA SUBTERRANEA																					0	
	USO																					0	
3. AIRE	CALIDAD																				1	1	
	NIVEL FREATICO																				4	4	
	NIVEL DE POLVO	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1			-2	-2				3	-10	
	NIVEL DE RUIDOS	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1			-19	
	EMISIONES POR COMBUSTIONES	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1			-18	
4. FLORA	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD POR GASES																					0	
	NIVEL DE OLORES																					0	
	ARBUSTOS		-2					-1												3	1	1	
	CULTIVOS		-1					-1												3	4	5	
	5. FAUNA	AVES		-1				-1	-1		-1					-1	-1				3	1	-2
6. POBLACIÓN	ANIMALES TERRESTRES						-1	-1		-1					-1	-1				3	2	0	
	NUCLEOS URBANOS									-1					-1	-1	-1				3	-1	
	SISTEMAS DE TRANSPORTE	-1								-1						-2					3	-1	
	ASPECTOS HUMANOS																					0	
	CALIDAD DE VIDA				1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1					3	4	22	
	SEGURIDAD						3	3	3	3	1	1	1	3	3	3				3	3	37	
	SALUD																				3	4	7
	TURISTICO				-1	-1	-1	-1			-1	1	-1	-1	-1	-1	-1				3	2	-4
	ECONOMIA																					0	
	GENERACION DE EMPLEO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57	
ACTIVIDADES COMERCIALES	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57		
8. PAISAJE	ESTETICA E INTERES HUMANO																				3	3	
	VISTAS ESCENICAS Y PANORAMICAS																				3	6	

LEYENDA	
IMPACTO POSITIVO	+
IMPACTO NEGATIVO	-
CRITICO	5
SEVERO	4
MUY SIGNIFICATIVO	3
SIGNIFICATIVO	2
POCO SIGNIFICATIVO	1

Fuente: Elaboración propia.

**Fase de Operación y Mantenimiento:**  
**Cuadro 60 : Matriz de Identificación y Valoración de Impactos - Fase de Operación y Mantenimiento**

		FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
		INSPECIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	DESCOLMATAJÓN DE CAUCE	REPARACIÓN DE ENFOCADOS	FACTORES MAS IMPACTADOS
<b>ACTIVIDADES MAS IMPACTANTES:</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>16</b>
<b>1. SUELO</b>	ECOSISTEMA SUELO				0
	RELIEVE Y FORMA		-1		-1
	EROSION		-1		-1
	USO DEL SUELO				0
	PASTOS				0
<b>2. AGUA</b>	<b>1. AGUA SUPERFICIAL</b>				
	USO				0
	CALIDAD		-1		-1
	<b>2. AGUA SUBTERRANEA</b>				
	USO				0
	CALIDAD				0
	NIVEL FREÁTICO				0
<b>3. AIRE</b>	NIVEL DE POLVO			-1	-1
	NIVEL DE RUIDOS		-1	-1	-2
	EMISIONES POR COMBUSTIONES		-1	-1	-2
	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD POR GASES				0
	NIVEL DE OLORES				0
<b>4. FLORA</b>	ARBUSTOS				0
	CULTIVOS				0
<b>5. FAUNA</b>	AVES				0
	ANIMALES TERRESTRES				0
<b>6. POBLACIÓN</b>	NUCLEOS URBANOS				0
	SISTEMAS DE TRANSPORTE			-1	-1
	<b>ASPECTOS HUMANOS</b>				
	CALIDAD DE VIDA		1	3	4
	SEGURIDAD		1	3	4
	SALUD				0
	TURISTICO				0
	<b>ECONOMIA</b>				
GENERACION DE EMPLEO	3	3	3	9	
ACTIVIDADES COMERCIALES	3	3	3	9	
<b>8. PAISAJE</b>	ESTETICA E INTERES HUMANO				0
	VISTAS ESCENICAS Y PANORAMICAS		-1		-1

LEYENDA	
IMPACTO POSITIVO	+
IMPACTO NEGATIVO	-
CRÍTICO	5
SEVERO	4
MUY SIGNIFICATIVO	3
SIGNIFICATIVO	2
POCO SIGNIFICATIVO	1

*Fuente: Elaboración propia.*



### **3.7.8 Descripción de los Impactos Ambientales Potenciales**

#### **3.7.8.1 Etapa de Planificación**

Del análisis metodológico desarrollado en la Lista de Categorías Ambientales, así como el desarrollo del Matriz tipo Leopold, definiéndose que no se generarán efectos negativos ni nocivos al medio ambiente.

Sin embargo, es pertinente destacar que en esta etapa es factible que el proyecto presente implicancias relacionadas al orden social, identificándose los siguientes impactos ambientales posibles:

##### **a) Desavenencias con algunos propietarios**

Es necesario la prevención de los posibles desacuerdos sociales entre el estudio y la población local (propietarios particulares de predios agrícolas); lo que podría derivar en retrasar y/o paralizar las obras en construcción, con la consecuente pérdida económica para el estudio.

##### **b) Expectativa de generación de empleo en la población local**

La ejecución de las obras a efectuarse, propiciará que se genere en la población residente (área de influencia), expectativas por el empleo de mano de obra no calificada, estando dirigida preferentemente al requerimiento de personal con experiencia en la construcción de obras civiles.

A este respecto, se determina que la población de los centros poblados beneficiados; estarán a la expectativa de acceder a un puesto laboral temporal, pues basan sus actuales ingresos económicos, en el desarrollo de la actividad agrícola.

#### **3.7.8.2 Etapa de Construcción**

Del análisis efectuado en la Lista de Categorías Ambientales, así como en el desarrollo del Matriz tipo Leopold (Cuadro N° 59) de los cuales se define que el proyecto, generaría los siguientes impactos ambientales posibles:

**a) Probable incomodidad temporal al acceso y tránsito de vehículos y/o personas**

Esta implicancia se presentaría como consecuencia del desarrollo de las diversas actividades programadas en esta etapa, pues requerirá la ocupación temporal de espacios de caminos de acceso utilizados por vehículos y personas.

Dado que las operaciones normales en estos sectores, requiere del uso de vehículos (camionetas) para desplazamiento de sus habitantes; así como, del traslado de camiones a los centros de trabajo.

En términos generales, se considera que este impacto tendrá solo un efecto temporal, hasta el término de las obras de construcción, sin que ello constituya una implicancia de alta significancia y perjuicio a las normales operaciones de las actividades que se realizan en estos sectores.

**b) Incremento de la contaminación acústica y atmosférica**

Se prevé que las acciones de excavaciones, limpieza, acondicionamiento de materiales excedentes, explotación de canteras entre otros; producirán inevitablemente el incremento de los niveles de ruido y emisión de material particulado, lo cual o constituya un impacto de relativa significancia, que genere perjuicios a los trabajadores de la obra o población aledaña; dado que se requerirá el empleo intensivo de maquinaria pesada y de explosivos.

Estas alteraciones y sus respectivas implicancias ambientales serían de gran significancia, por cuanto en las acciones de la obra no se prevé utilizar maquinaria alejada de las poblaciones (entro del cauce del río), así como de realizar detonaciones controladas.

**c) Generación de empleo temporal para la mano de obra local.**

En concordancia con la magnitud de las obras a efectuarse, se requerirá contratar mano de obra, que estaría conformada básicamente por las categorías no especializadas de la escala laboral, vale decir, peones y ayudantes de obra.

En todo caso, merece señalar que, en la situación de demandar y contratar un mayor contingente de mano de obra, estos deberán provenir de los centros poblados beneficiados; por el período que involucre la construcción de las obras.

Este efecto constituiría un impacto positivo directo del proyecto, toda vez que permitirá incrementar temporalmente la capacidad adquisitiva de las personas contratadas, en mejora de su bienestar y calidad de vida.

**d) Posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales**

Existe la posibilidad de ocurrencia de accidentes personales, debido a caídas, inadecuada maniobra o uso de herramientas y otros percances que pueden ocurrir, principalmente durante los trabajos de excavación; así como durante la construcción de los enrocados de protección.

El riesgo de ocurrencia de estos accidentes será mayor siempre que el personal no reciba capacitación sobre aspectos concernientes a la seguridad y evaluación de riesgos en el trabajo. Así también el personal tendrá una mayor exposición de sufrir accidentes siempre que no disponga y utilice los respectivos instrumentos e indumentaria de trabajo.

**e) Posible contaminación del agua y suelos**

En la etapa de construcción de las estructuras, es posible que se presenten problemas de contaminación de suelos por efecto de fugas y/o derrames accidentales de combustibles, aceites y/o grasas, producto del empleo de maquinarias y vehículos pesados.

La contaminación de los recursos hídricos, se centra a las aguas conducidas por el río Virú, siempre que se produzca la utilización inadecuada de agua excesiva que podrían generar turbidez y aporte de sedimentos de las aguas subterráneas.

Así también, por la escasa información y la falta de conciencia ambiental de los trabajadores, se podría producir la contaminación de las aguas, a través del lavado de materiales de construcción, mezcladoras portátiles, entre otros.

De acuerdo a las características de las obras a construir, en el proyecto no amerita el uso intensivo de material constructivo, excavaciones y uso de vehículos y maquinarias, deduciéndose por tanto que los elementos contaminantes no serán en grandes cantidades, que pueda comprometer de forma alguna al ecosistema dominante en el área de obra.

**f) Disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos**

La producción de basuras domésticas y materiales de desecho resultantes de la ejecución de la obra, exige el establecimiento de servicios de recojo y almacenamiento de la basura y desechos generados.

Por lo que es necesario considerar la generación de residuos sólidos como un impacto negativo en la fase de construcción, mantenimiento y cierre principalmente.

**g) Disposición inadecuada de materiales de desecho en suelos de zonas aledañas a la obra**

Los materiales de desecho (principalmente, suelo, maleza y lodo), provenientes de las actividades de movimiento de tierras durante la construcción y mantenimiento de los enrocados de protección, son expuestos en la superficie del terreno y pueden generar molestias a las personas que transitan por caminos aledaños o propietarios de los terrenos.

#### **h) Disposición inadecuada de combustibles y lubricantes**

Los hidrocarburos utilizados en las maquinarias con motor de combustión interna, así como filtros y trapos impregnados por estos durante las fases del proyecto deben ser manejados en forma adecuada de lo contrario pueden genera contaminación del agua y suelo principalmente. Para tal caso se tiene que seguir el programa de residuos sólidos a plantearse en este proyecto.

#### **i) Pérdida de áreas agrícolas y pastos naturales**

Durante la etapa de construcción será necesario la habilitación de áreas para la instalación de campamentos de obra, depósitos de materiales excedentes, canteras de materiales, zonas de acopio, construcción de caminos de accesos a los diferentes frentes de trabajo, siendo necesario realizar el desbroce, perdiéndose una superficie muy pequeña. Se tendrá una perdida mínima de áreas agrícolas y pastos naturales.

### **3.7.8.3 Etapas de Operación**

En el análisis de identificación y evaluación de impactos ambientales para esta etapa, se considera el análisis efectuado en la Lista de Categorías Ambientales, así como el desarrollo del Matriz tipo Leopold, siendo los siguientes impactos ambientales posibles:

#### **a) Riesgo de fallas de la estructura de protección por ocurrencia de eventos naturales y por actividades antrópicas**

Al respecto, se considera que la posibilidad de fallas en el sistema de conducción por efecto de la ocurrencia de eventos naturales (sismos) es bastante remota, debido que, en el diseño de las estructuras, se ha tomado en consideración factores de seguridad.

#### **b) Riesgo de ocurrencia de accidentes**

Fortuitamente, el personal encargado del mantenimiento puede sufrir accidentes, durante la inspección de las estructuras de defensa ribereña, que por desconocimiento de las normas de seguridad, pueden incurrir en negligencias.

**c) Recuperación de áreas de potencial agrícola**

Con la existencia de estructura de protección contra fenómenos de erosión e inundación conllevará a la recuperación de áreas agrícolas afectadas por el incremento del caudal del río, que complementado con la aplicación de sistemas de riego tecnificado, orientados a cultivos industriales exportables, derivara en mejorar los niveles de rendimientos por cosecha de los mismos.

**d) Revalorización de los suelos agrícolas**

En razón en que el proyecto corresponde a un estudio relacionado directamente a mejorar el desarrollo de actividades agrícolas; se prevé generar en los agricultores, el interés y la expectativa de fomentar un mercado de tierras para su explotación o uso, por efecto de la disminución del riesgo de inundación por causa del incremento del río Virú.

**e) Mejora del bienestar y condiciones de vida de la población**

La existencia de adecuadas estructuras de defensa ribereña, brindara protección a la población asentada sobre las márgenes del río, permitiendo a la población desarrolle con normalidad y tranquilidad sus actividades, teniendo como resultado la mejora de la calidad de vida de la población beneficiada.

**f) Posible incremento de viviendas en los centros poblados beneficiados**

Es factible que los centros poblados beneficiados se observe el crecimiento poblacional y ocupación del territorio de foráneos, derivado de la atracción que constituirá la zona por la seguridad ante eventos de inundación.

La mano de obra disponible, tratarían de establecerse en los alrededores de los poblados, a fin de acceder a desarrollar labores agrícolas en las tierras recuperadas por el proyecto.

**g) Turismo y Paisaje**

El impacto en el relieve será ocasionado por protección de la población, medios de vida, infraestructura vial y de riego, así como

las áreas agrícolas de la localidad de Virú, el que se va a evidenciar con el cambio morfológico del valle Virú, como el incremento de zonas urbanas construidas en zonas con una mayor estabilidad en el suelo y por ende mejorando la zona. También se contribuirá a la preservación de los restos arqueológicos del lugar fomentando el turismo.

#### **h) Mejores condiciones de vida para los pobladores de la zona**

Considerando que se va a reducir el grado de vulnerabilidad ante la inundación de las zonas de influencia del proyecto; se tendrá una mejor calidad de vida a los usuarios pues se logrará: la recuperación de terrenos agrícolas, inversión sin riesgos para el desarrollo de las campañas agrícolas

### **3.7.9 Plan de Manejo Ambiental**

#### **3.7.9.1 Generalidades**

La ejecución del Proyecto comprenderá diversas actividades entre las que se encuentran la limpieza del terreno, descolmatación de cauce, extracción de rocas, transporte de roca para cimentación, etc. Estas actividades generarán impactos ambientales en el área de influencia de las obras, por lo que es necesaria la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental, que especifique las acciones y medidas necesarias a fin de evitar y/o atenuar las implicancias ambientales negativas.

Este Plan está compuesto por varios programas, los mismos que deben ser desarrollados durante las distintas etapas del proyecto (construcción, operación y mantenimiento), con el fin de conservar el ambiente y lograr una mayor vida útil de la infraestructura propuesta. A continuación, se indican los programas considerados:

- i. Programa de Medidas Preventivas y/o Correctivas
- ii. Programa de Monitoreo Ambiental
- iii. Programa de Educación y Capacitación Ambiental

- iv. Programa de contingencia
- v. Programa de manejo de residuos sólidos
- vi. Programa de Cierre
- vii. Programa de Inversiones.

### **3.7.9.2 Objetivos**

#### **3.7.9.2.1 General**

Implementar programas ambientales con la finalidad de armonizar el desarrollo socioeconómico y la conservación del ambiente en la zona de influencia del estudio.

#### **3.7.9.2.2 Especifico**

- Establecer medidas correctivas necesarias que eviten y/o mitiguen los impactos ambientales negativos y obtengan en el caso de los positivos, lograr un mayor efecto a fin de conciliar los aspectos ambientales y los de interés humano.
- Asegurar durante las etapas de construcción y operación, la conservación del ambiente en el área de influencia directa del estudio, así como la no afectación de la infraestructura por la influencia de eventos y sucesos antrópicos y/o naturales.
- Incorporar al presupuesto de obra los costos que demandara la aplicación de medidas eficaces para mejorar y/o mantener la calidad ambiental del área de influencia directa.
- Concienciar al personal contratado de realizar las diferentes actividades de la obra para evitar que causen daños al ecosistema.

#### **3.7.9.3 Programa de Medidas preventivas y/o correctivas**

Las medidas preventivas y/o correctivas buscan evitar y/o mitigar los impactos negativos generados por el proyecto. Así mismo se presentan las medidas de protección ambiental que la entidad encargada de las defensas ribereñas. Definida ya la política ambiental, se tratará en todo momento de que las buenas prácticas



del Manejo Ambiental se orienten a lograr los beneficios de sus actividades en el cual se aplicará.

De acuerdo a la identificación y valoración de impactos ambientales, la ejecución del proyecto producirá impactos ambientales negativos tipificados como poco significativos y significativos, mientras que los impactos ambientales positivos alcanza el rango de significativos y muy significativos, lo que demuestra que el proyecto es viable desde la perspectiva ambiental; sin embargo para minimizar o mitigar los impactos ambientales negativos, se desarrollará y ejecutará un Plan de Manejo Ambiental que incluirá consideraciones técnicas y administrativas para minimizar los impactos ambientales negativos previsible de las actividades del proyecto.

El Plan de Manejo ambiental (PMA), involucra acciones de prevención, mitigación y control en función de los impactos ambientales identificados y valorados, fijando pautas para minimizar y si fuere posible, eliminar los impactos negativos en todo el ciclo de vida del proyecto.

### **Objetivos**

- Impedir o atenuar los impactos ambientales negativos a niveles aceptables en el área de influencia del proyecto de irrigación.
- Implantar las consideraciones ambientales para la realización de los diversos trabajos y actividades que se desarrollarán en las etapas construcción y operación.
- Evitar que los procesos naturales afecten la vida útil de las infraestructuras proyectadas.

A continuación, se presentan consideraciones ambientales generales, para luego presentar consideraciones ambientales específicas para cada uno de los impactos ambientales identificados en los ítems anteriores.

#### **3.7.9.4 Consideraciones ambientales generales**

##### **i. Limpieza de árboles**

En la actividad de limpieza y desbroce de las áreas donde se construirán las estructuras de defensa, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- a) La remoción de la cobertura vegetal (referidas a especies silvestres o cultivos) se deberá efectuar con anterioridad al inicio de los trabajos.
- b) Bajo ninguna circunstancia el volumen de material obtenido en esta labor se dispondrá en lugares donde se interrumpan caminos, no deben ser arrojados indiscriminadamente, o depositados en zonas utilizadas para el acceso de vehículos y senderos peatonales
- c) El área de acopio debe estar considerada dentro de la ejecución del proyecto u ser aprobada por la supervisión ambiental.

##### **ii. Campamento provisional**

Para el caso del campamento provisional se deberá implementar lo siguiente:

- a) Su ubicación se realizara fuera del área de servidumbre y en contrapendiente a los cuerpos de agua existentes, para evitar que los escurrimientos de residuos líquidos puedan contaminar sus aguas. Asimismo, deberán estar alejados de los sectores inundables, canales y/o drenes para evitar su contaminación.
- b) Su ubicación no debe afectar el uso de recursos ni generar conflictos sociales.
- c) Su construcción será con material prefabricado, sobre una losa de cemento, para su fácil y rápido desmontaje.
- d) Deberá contar con una adecuada señalización.
- e) Deberá contar con las instalaciones de agua potable y sanitaria.

- f) Se instalara contenedores para residuos sólidos domésticos (basura), programando su recojo y disposición final en el relleno sanitario construido para tal fin.
- g) Se deberá programar la desinstalación completa del campamento.
- h) El área utilizada debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc.

### **iii. Taller - almacén**

Considerando la envergadura del estudio será necesaria la instalación de patios de máquinas, razón por la cual se prevé establecer un taller - almacén, cuya instalación y operación deberá considerar las siguientes:

- a) El taller – almacén, tendrá señalización adecuada.
- b) El abastecimiento de combustible y lubricantes se realizara de forma que no ocurra derrames de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes al suelo. Equivalentes acciones deberán ejecutarse para el mantenimiento de los equipos.
- c) Deberá realizarse la adecuación ambiental del área, una vez desmantelado el taller. Debiendo remover los suelos contaminados hasta 10 cm. por debajo del nivel inferior alcanzado por la contaminación.
- d) Todo material resultantes del desmantelado del taller, deberán ser trasladados a los botaderos de disposición de material excedente.

### **iv. Caminos de acceso**

Se recomienda utilizar en lo posible las vías o caminos de acceso existentes en la zona donde se construirán las obras y donde se instalará el campamento; así como los que existan cerca de los botaderos y fuentes de agua. Cabe señalar que para la determinación del trazo de los canales Integradores, una de las premisas básicas consideradas fue el aprovechamiento de los accesos existentes.

En el caso que se tenga que construir nuevos caminos, es necesario considerar lo siguiente:

- a) El Contratista debe evitar la pérdida de vegetación y de suelo orgánico.
- b) Se recomienda realizar el riego periódico de los caminos de acceso, con la finalidad de evitar la emisión de material particulado (polvo), no debiendo realizar el riego con aceite quemado.

#### **v. Áreas de disposición de material excedente**

Para la disposición de los volúmenes de materiales excedentes del estudio, se acondicionará un área disponible en la cantera Queneto. A continuación, se especifican las recomendaciones y medidas ambientales generales que deben cumplir los depósitos de los materiales excedentes de obra:

- a) No se permitirá el uso de áreas donde se realicen algunos tipo de actividad por los pobladores, como zonas de pastoreo, recreación, agrícola, etc.
- b) Serán ubicadas en áreas que no afecten la infraestructura existente y las poblaciones aledañas, y que no interfieran con los cuerpos de agua.

#### **vi. Fuentes de agua**

Para el uso de agua de los canales, o drenes se debe cumplir con las siguientes medidas ambientales:

- a) Las fuentes de agua escogidas deberán ser protegidas de la contaminación producida por las cisternas, para lo cual se deberá implementar los equipos necesarios para la extracción y depósito del agua en las cisternas.
- b) En la zona de carga de agua de las cisternas deberán permanecer limpias, evitándose los derrames accidentales de combustible y/o lubricantes por parte del operador de la cisterna o de su ayudante.
- c) Si fuera necesario en la preparación de caminos de acceso a las fuentes de agua, se debe considerar la protección del me-

dio ambiente circundante, evitando la mínima pérdida de vegetación existente y la alteración del paisaje circundante. Asimismo el ingreso y salida de cisternas a estas zonas deberán ser debidamente controladas, cumpliendo con las medidas de seguridad para evitar la contaminación de los suelos y la pérdida de la vegetación circundante.

d) Al culminar la obra, todas las fuentes de agua serán restauradas a su condición original.

#### **vii. Conducción de vehículos y manejo de equipos**

Se deberá cumplir lo siguiente:

- a) Los vehículos, que se utilicen en la ejecución del proyecto, serán sometidos a un adecuado mantenimiento y dispondrán permanentemente de una tarjeta de control para asegurar su buen estado mecánico y estado eficiente de carburación, quemando el mínimo de combustible para disminuir las emisiones de sustancia tóxicas, como hidrocarburos, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y partículas hacia la atmósfera.
- b) Las rutas de tránsito de los vehículos serán señalizadas de tal manera, que exista un mínimo deterioro de los suelos y vegetación.
- c) Todo el personal involucrado en la operación y mantenimiento de los vehículos deberán contar con su debida identificación.
- d) Las unidades deberán contar con el equipo mínimo de primeros auxilios (botiquín y extintores manuales).
- e) Los vehículos deberán estar equipados con un sistema de silenciadores en buen estado de funcionamiento, que permita la disminución de los ruidos fuertes y molestos. Para controlar el incremento de los niveles sonoros, se realizarán el monitoreo correspondiente.
- f) La emisión de gases y/o contaminantes atmosféricos será debidamente controlada a través de mediciones periódicas.

### **viii. Manejo y transporte de materiales**

Se deben cumplir con las siguientes medidas ambientales:

- a) El material excedente será dispuesto en los botaderos autorizados quedando prohibido el arrojado en cualquier punto que no sea el botadero.
- b) Se dispondrán de lonas y/o toldo para los vehículos que transporten materiales finos y/o granulares. De tratarse de material fino este será humedecido.
- c) No se permitirá el sobre peso en los vehículos, únicamente se transportara los materiales a capacidad de carga.
- d) Las rutas de transporte establecidas serán de estricto recorrido por los vehículos, estando prohibido la descarga en sitios y/o lugares no autorizados.
- e) Se establecerá las velocidades de circulación de los vehículos (con carga o sin carga), las cuales serán las adecuadas para las condiciones de los caminos de acceso, evitando la ocurrencia de accidentes fatales (volcaduras, choques, atropellos, etc.).
- f) Todos los vehículos de transporte de la empresa contratista tendrán que estar debidamente registrados y pernoctarán en sitios preestablecidos en cada frente de la obra.

### **ix. Zonas Arqueológicas**

En caso se encuentren evidencias de restos arqueológicos en el área de trabajo, se deben cumplir con las siguientes medidas:

- a) Si en las labores de limpieza o excavación se hallan restos arqueológicos, se debe dar aviso inmediato al Ministerio de Cultura.
- b) Para evitar la afectación del área arqueológica, se deberá delimitar el área mediante la colocación de hitos monumentados. Por ningún motivo se extraerá material en áreas donde existan restos arqueológicos.

c) Sólo después del estudio arqueológico pertinente, se decidirá entre ocupar las áreas necesarias para el desarrollo del proyecto o declararlas intangibles.

### 3.7.9.5 Consideraciones ambientales específicas para evitar y/o mitigar los impactos ambientales identificados

#### i. Etapa de Planeamiento

##### a) Posibles desavenencias con algunos propietarios

<b>Elementos causantes</b>	Ocupación de áreas por los postes y la faja de servidumbre y actividades constructivas
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar conflictos sociales y el retraso de las obras
<b>Ámbito de aplicación</b>	Terrenos agrícolas de usuarios ubicados dentro de la Faja marginal .
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se informará claramente a las autoridades y representantes de los productores agrícolas, respecto al área de influencia del proyecto y de las diferentes actividades por realizarse.</li> <li>• Previo al inicio de las obras se informará a la población, las restricciones de ocupación del área de Faja marginal delimitada por la ANA las cuales deben estar libres a ambos lados del eje; así como las implicancias que conllevaría su ocupación (liberación de áreas).</li> <li>• El Contratista deberá entregar a Supervisión de Obra el cronograma de actividades, detallando los tipos de obras a ejecutar con su correspondiente ubicación.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

##### b) Expectativa de generación de empleo

<b>Elementos causantes</b>	Falta de información a la población de la zona, respecto de la envergadura del proyecto.
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar la creación de falsas expectativas
<b>Ámbito de aplicación</b>	Distrito de Virú
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa contratista informará a la población involucrada en el área del proyecto, sobre su política de contratación de mano de obra, indicando número de puestos requeridos, requisitos mínimos para su contratación y condiciones laborales.</li> <li>• La labor informativa se llevará a cabo antes de iniciar la obra, pudiendo difundirse mediante boletines informativos y avisos publicitarios, en las radios y/o diarios de circulación local.</li> <li>• Al momento de contratar la mano de obra no calificada, se debe dar prioridad a los habitantes de los poblados de los centros poblados hacer beneficiados por el proyecto.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

## ii. Etapa de Construcción

### a) Probable incomodidad temporal de acceso y tránsito de vehículos y/o personas

<b>Elemento causantes</b>	Avance de las obras
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar la generación de inconvenientes a la normal operación de actividades.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Ámbito de las áreas de cultivo
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecerán señalizaciones preventivas en el camino existente, mediante carteles (en ambos sentidos), donde indique claramente que se están ejecutando obras en el área.</li> <li>• En caso se requiera efectuar operaciones o maniobras de vehículos del proyecto, se dispondrá de los operarios de obra, para que den aviso a los conductores, sobre la restricción de acceso en ese tramo, dado que no existen caminos alternos.</li> <li>• Todos los materiales a utilizarse (materiales de construcción, roca, geotextil , etc.) deben estar ubicados de tal forma que no causen incomodidad al tránsito vehicular; así como a las personas que transitan por el áreas.</li> <li>• Se delimitará claramente las áreas de trabajo, a fin que no se ocupen otras áreas adyacentes y resulten afectadas.</li> <li>• En las situaciones que se estén llevando a acabo acciones de siembra, cosecha, embalaje, carga de los productos agrícolas, las actividades del proyecto esperará que esta termine sus labores del día.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

### b) Incremento de la contaminación acústica y/o atmosférica

<b>Elementos causantes</b>	Leves descargas emisión de material particulado; así como, incremento de ruido en forma temporal, por actividades de excavación, remoción de escombros y operación de vehículos.
<b>Objetivo de las medidas</b>	Mantener los niveles de polvo, gases y ruidos dentro de los niveles aceptables.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Zonas de trabajo (Canteras de rocas , ruta de transporte ).
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se exigirá el uso de silenciadores en óptimo funcionamiento, para aminorar la emisión de ruidos como consecuencia del empleo y movimiento de los vehículos.</li> <li>• Se recomienda el humedecimiento diario en todas las áreas de trabajo para evitar la emisión de material particulado (polvo), durante el desarrollo de las actividades. La disposición de materiales excedentes será efectuada cuidadosamente, de manera que el material particulado originado sea mínimo.</li> <li>• Está prohibido todo tipo de quemas, incluyendo la de los residuos provenientes de la remoción de vegetación. Tampoco se podrá quemar basura, plásticos, cartón, etc.</li> <li>• Los materiales transportados deben ser humedecidos adecuadamente y cubiertos para evitar su dispersión.</li> <li>• Se realizará el mantenimiento periódico de los vehículos, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de gases y material particulado (polvo).</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*



### c) Posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales

<b>Elementos causantes</b>	Falta de capacitación a los trabajadores sobre seguridad laboral e inadecuada implementación.
<b>Objetivo de las medidas</b>	Reducir riesgos de accidentes
<b>Ámbito de aplicación</b>	Zonas de trabajo del Proyecto de los canales
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario capacitar al personal de obra, respecto a normas de seguridad que debe adoptar durante sus labores.</li> <li>• El Contratista deberá dotar al personal, de los siguientes elementos de seguridad: ropa de trabajo, casco, guantes, botas, arneses y todos aquellos otros implementos que puedan necesitar para su seguridad.</li> <li>• Periódicamente se verificará el estado de salud de los trabajadores; para lo cual se realizarán coordinaciones con las autoridades del área de salud de Virú.</li> <li>• Delimitar el área de trabajo y no permitir el acceso a personas no autorizadas. Se evitará que los trabajadores se movilicen fuera del área de trabajo, sin la autorización del responsable de obras.</li> <li>• El Contratista tiene la responsabilidad de establecer un servicio médico y botiquín de primeros auxilios.</li> <li>• Se colocarán señalizaciones y avisos preventivos de áreas no seguras, a fin de tomar las consideraciones del caso.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

### d) Posible contaminación de suelos y agua

<b>Elementos causantes</b>	Fugas y/o derrames de aceites, combustibles y/o grasas; derrame accidental de concreto; uso de fuente de agua; falta de información y conciencia ambiental de los trabajadores.
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar la contaminación de los suelos y el agua.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Zonas de trabajo (Cauce de río , Canteras de Roca y Afirmado).
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los frentes de trabajo, se dispondrá de recipientes para los residuos domésticos (basura), para su traslado hacia los depósitos, existentes en la provincia de Virú.</li> <li>• Además, se instalarán sistemas para la disposición de grasas y aceites. Para ello es necesario contar con recipientes herméticos para la disposición de residuos de aceites y lubricantes.</li> <li>• Si se producen derrames (hidrocarburos, concreto, etc.), de inmediato se realizará su limpieza. Los suelos deben ser removidos hasta 10 cm por debajo del nivel alcanzado por la contaminación y serán eliminados en las áreas de disposición de material excedente.</li> <li>• Se prohibirá que los vehículos, y herramientas de trabajo se laven en los canales y drenes existentes cercanos al trazo de los canales</li> <li>• Se dictarán charlas de educación ambiental, a los trabajadores de las obras, respecto a concientización ambiental, en la necesidad de conservación de los recursos naturales</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

### e) Posible afectación en el uso actual de suelos

<b>Elementos causantes</b>	Eliminación de arboles, construcción de camino de acceso. Cambio brusco de técnicas de riego.
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar que las actividades del proyecto afecten al uso actual de los suelos.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Zonas de trabajo del Proyecto.
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación y capacitación de todos los usuarios para internalizar la idea del que el uso racional y eficiente del recurso agua contribuye a mantener el uso actual de los suelos.</li> <li>• Organización adecuada de la autoridad local del agua y la Junta de Regantes en lo que respecta a:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal que se administra a cada usuario.</li> <li>- Tiempo de uso del mismo.</li> <li>- Transporte adecuado del agua, vía los canales, la tomas de derivación y el suministro directo a los predios, dependiendo del tipo de cultivo.</li> </ul> </li> <li>• Aplicación de técnicas de riego adecuadas, en concordancia con el cultivo.</li> <li>• Monitoreo permanente de la calidad del agua y del suelo, en lo referente a pH, salinidad y textura.</li> <li>• Evaluación de las concentraciones de nutriente mayores (nitrógeno, fósforo y potasio) en los suelos de la parte media y baja del Valle Virú.</li> <li>• Monitoreo del crecimiento de los cultivos en lo referente a medidas morfométricas y de productividad.</li> <li>• Implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental en toda la extensión de los drenes a construídos o a construirse.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

### iii. Etapa de Operación

#### a) Riesgo de fallas de las defensas ribereñas por ocurrencia de eventos naturales y actividades antrópicas.

<b>Elementos causantes</b>	Ocurrencia de eventos naturales
<b>Objetivo de las medidas</b>	Normal operatividad de las estructuras de defensa ribereña
<b>Ámbito de aplicación</b>	Estructuras de protección
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar periódicamente las condiciones de las estructuras de protección.</li> <li>• Evaluar periódicamente las condiciones de estabilidad de las estructuras.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

## b) Riesgo de ocurrencia de accidentes

<b>Elementos causantes</b>	Falta de conocimiento de las normas de seguridad .
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar accidentes laborales y riesgos a la salud
<b>Ámbito de aplicación</b>	Zona del proyecto.
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Brindar charlas de seguridad en obra y capacitar al personal sobre las disposiciones de seguridad establecidas por la Autoridad competente.</li><li>• Será necesario brindar al personal de obra los implementos de seguridad requeridos para el tipo de trabajo a desarrollar.</li><li>• Prohibir la construcción de viviendas e infraestructura de ocupación de persona, en el área del proyecto. Se deberán respetar la restricción de ocupación en esta área.</li><li>• Implementar un Sistema Preventivo de Seguridad . Este servicio debe prevenir y/o verificar que no se perturbe el derecho de la faja marginal , para lo cual se deben realizar inspecciones en todo el recorrido del río .</li><li>• Procurar la difusión de las normas de seguridad entre la población que reside en las proximidades del ámbito de influencia.</li><li>• Se colocarán letreros en los caminos de servicio que indiquen el peligro que representa aproximarse a los frentes de trabajo, cuando sea necesario.</li></ul>

*Fuente: Elaboración propia*

## c) Incremento de vivienda en los centros poblados

<b>Elementos causantes</b>	Disponibilidad de terrenos y demandas laborales en faenas agrícolas
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar que se generen crecimiento no planificado de los centros poblados
<b>Ámbito de aplicación</b>	En el ámbito de influencia del proyecto
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las autoridades y representantes locales efectuarán supervisiones periódicas con respecto a identificar las viviendas asentadas en la faja marginal del río .</li><li>• Se verificará que no existan construcciones de infraestructura física de cualquier índole, en la faja de servidumbre del proyecto.</li></ul>

*Fuente: Elaboración propia*

#### d) Posible generación, manejo y uso de elementos contaminantes

<b>Elementos causantes</b>	Productos nocivos
<b>Objetivo de las medidas</b>	Evitar que se generen contaminación de suelos y agua
<b>Ámbito de aplicación</b>	En el ámbito de influencia del proyecto
<b>Medidas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los desechos de la cosecha (material de embalaje, sacos, plásticos, papeles, cajas), deberán ser dispuestos en recipientes o contenedores de basura, para ser trasladados a los lugares que dispone el Concejo Provincial de Virú.</li> <li>• Establecer en la población estrategias de capacitación, indicando los pro y contra del uso de agroquímicos; así como, inculcar el uso eficiente de los mismos.</li> <li>• Los agricultores locales en coordinación con la Municipalidad, deberán elaborar un programa adecuado de manejo de control de plagas considerando como prioridad el control biológico.</li> <li>• Los elementos residuales contaminantes (solventes, aceites, combustibles, cementos, etc.) provenientes de las acciones de mantenimiento por cambio de aceites serán dispuestos en recipientes herméticos, los cuales se dispondrán en lugares adecuados para su posterior eliminación.</li> <li>• El personal de la empresa, encargado de las operaciones y o mantenimiento del sistema, recibirán charlas de concientización ambiental.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.7.9.6 Programa de Monitoreo Ambiental

El Programa de Monitoreo Ambiental radica en la evaluación periódica de las variables ambientales durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, con el fin de tomar decisiones orientadas a la conservación del ambiente.

##### **Objetivos**

- Comprobar la implementación de las medidas de mitigación propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental; proporcionando información inmediata acerca de los problemas ambientales que se presenten, a fin de definir las soluciones adecuadas para la conservación del medio ambiente.
- Brindar información para la verificación de los impactos ambientales, mejorando así, las técnicas de predicción de impactos ambientales y la calidad y oportunidad de aplicación de las medidas correctivas.

### 3.7.9.6.1 Actividades del Programa de Monitoreo Ambiental.

#### i. Etapa de Construcción

##### a) Monitoreo de emisión de ruidos

<b>Parámetros a ser monitoreados</b>	Se monitorearán los siguientes parámetros: niveles ambientales de ruido de acuerdo a la escala db(A).
<b>Puntos de monitoreo</b>	El monitoreo se realizará en cuatro puntos distribuidos a lo largo del trayecto de los canales Integradores.
<b>Frecuencia de monitoreo</b>	La frecuencia de monitoreo será mensual. Las horas del día en que deben hacerse los muestreos se establecerán teniendo como base el cronograma de actividades del Contratista.
<b>Límites máximos permisibles</b>	Con el fin de garantizar la salud pública, los valores obtenidos deben cumplir con los Criterios de Niveles de Ruido en Áreas Específicas de DIGESA.

*Fuente: Elaboración propia*

##### b) Monitoreo de calidad de aguas

<b>Parámetros a ser monitoreados</b>	Se monitorearán los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, turbiedad, oxígeno disuelto y total de sólidos disueltos TDS.
<b>Puntos de monitoreo</b>	El monitoreo se realizará en cinco puntos.
<b>Frecuencia de monitoreo</b>	Durante la construcción la frecuencia de monitoreo será mensual.
<b>Límites máximos permisibles</b>	Los valores promedios de los parámetros indicados anteriormente deben estar por debajo de los límites máximos permisibles según lo establecido por la Ley General de Aguas.

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.7.9.7 Programa de Capacitación y Educación Ambiental**

Orientado a establecer lineamientos básicos concernientes a la capacitación y educación ambiental durante la fase de construcción y operación del estudio. Abarca actividades propuestas para la toma de conciencia ambiental en el personal de la empresa contratista y de la empresa operadora del Estudio; así como, las actividades para fomentar la participación de la población en la problemática ambiental.

#### **3.7.9.7.1 Actividades del Programa de Capacitación y Educación Ambiental.**

##### **i. Etapa de Construcción**

###### **a) Actividades de Capacitación**

El estudio abarca el desarrollo de una serie de actividades constructivas, que pueden alterar las condiciones actuales del medio donde se desarrolla. Originado la necesidad de capacitar a todo el personal responsable de la construcción de las obras.

La finalidad de la capacitación es de sensibilizar al personal de las obras (peones, técnicos y profesionales) acerca del cuidado que se debe tener durante la construcción.

##### **ii. Etapa de Operación**

###### **a) Actividades de Capacitación**

La capacitación ambiental estará dirigida a los profesionales, técnicos y/o operadores a cargo del mantenimiento de las estructuras de protección. Las capacitaciones están orientadas a los fundamentos de salud y seguridad ocupacional, a la conservación del ambiente y la aplicación de medidas técnicas que evitan su deterioro, así como su aplicación durante la operación del estudio.

### **b) Actividades de Educación Ambiental**

Los objetivos de las actividades de educación ambiental están orientados específicamente a la creación de una conciencia ciudadana sobre la problemática ambiental de la zona.

#### **3.7.9.8 Programa de Contingencia**

Este Programa está orientado a contrarrestar y/o evitar los efectos generados por la ocurrencia de emergencias, sean eventos asociados a fenómenos naturales o causas humanas, los mismos que podrían ocurrir durante la construcción de las estructuras de defensa ribereña.

#### **Objetivos**

Prevenir y controlar sucesos no planificados, pero previsibles, y describir la capacidad y las actividades de respuesta inmediata para controlar las emergencias de manera oportuna y eficaz.

Este Plan contiene la estrategia de respuesta para cada tipo de accidentes y/o emergencias potenciales, pero permite flexibilidad para responder eficazmente a situaciones imprevistas.

- Establecer un protocolo donde se precise las acciones a seguir para afrontar con éxito un accidente, incidente o emergencia.
- Hacer uso efectivo de los recursos humanos y materiales destinados para el control de derrames y emergencias.
- Este programa contiene la estrategia de respuesta para cada tipo de accidentes y/o emergencias potenciales que podrían ocurrir, y permite flexibilidad para responder eficazmente a situaciones imprevistas.

#### **Alcances del Programa**

El programa de Contingencias permitirá durante mejoramiento de la estructura de los integradores, proveer una guía de las principales acciones a seguir ante una contingencia; salvaguardar la vida humana y preservar el medio ambiente.

### **3.7.9.8.1 Implementación del Programa de Contingencias**

Durante la actividades del proyecto se establecerá una unidad de contingencia (02 personas), serán los responsables de ejecutar las acciones para hacer frente a las distintas contingencias que pudieran presentarse, teniendo en consideración que es una obra de gran magnitud y demanda limitada de personal, y que no generará impactos ambientales significativos, además que el área donde se desarrolla es altamente seguro para este tipo de proyecto, se ha considerado para esta etapa la contingencias referido accidentes laborales.

Durante la etapa de operación, se ha considerado contingencias relacionadas con accidentes laborales durante las actividades de mantenimiento; la Unidad de Contingencias estará a cargo de la entidad designada, esta unidad estará conformado por dos personas).

En la implementación del Programa de Contingencias se deben tener en cuenta los siguientes temas:

#### **a) Personal capacitado en primeros auxilios**

Todo personal que labore en las actividades de construcción será capacitado para afrontar cualquier riesgo identificado.

La Unidad de Contingencia contará con un Jefe, quien estará a cargo de las labores iniciales de rescate e informará al Jefe de la unidad de contingencias.

Las funciones del personal ante una contingencia son:

#### **b) Personal de la Unidad de Contingencias**

#### **c) Unidades móviles de desplazamiento rápido**

#### **d) Equipos de primeros auxilios y contra incendios**

#### **e) Equipo de protección personal**

### **3.7.9.8.2 Contingencias en la etapa de ejecución del proyecto.**

A fin de establecer un orden de prioridades para la preparación de acciones, a continuación, se evaluará la contingencia potencial, sus posibles consecuencias y la probabilidad que ocu-



rra durante la etapa de ejecución del proyecto. Como se precisó en la implementación de la Unidad de Contingencia, para esta etapa se avalúa estrictamente contingencias referidos a accidentes laborales. Cabe indicar que el personal (02 personas) de que conforma la Unidad en esta etapa, será definida por El Contratista de Obra.

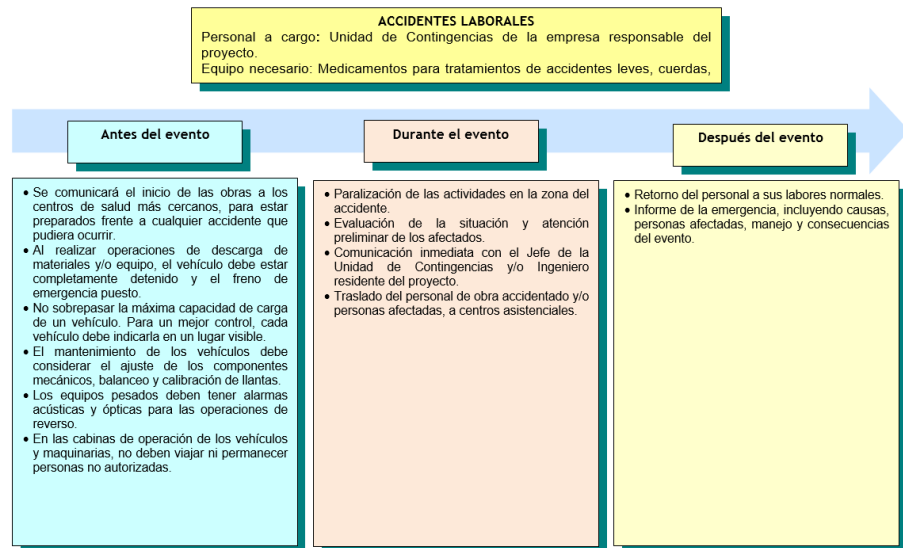
### Cuadro 61 : Contingencia en la Etapa de Ejecución

Contingencias potenciales	Consecuencias	Probabilidad	Gravedad
Accidentes laborales	Heridas múltiples, retrasos en la obra	Baja	Baja / Mediana

*Fuente: Elaboración propia*

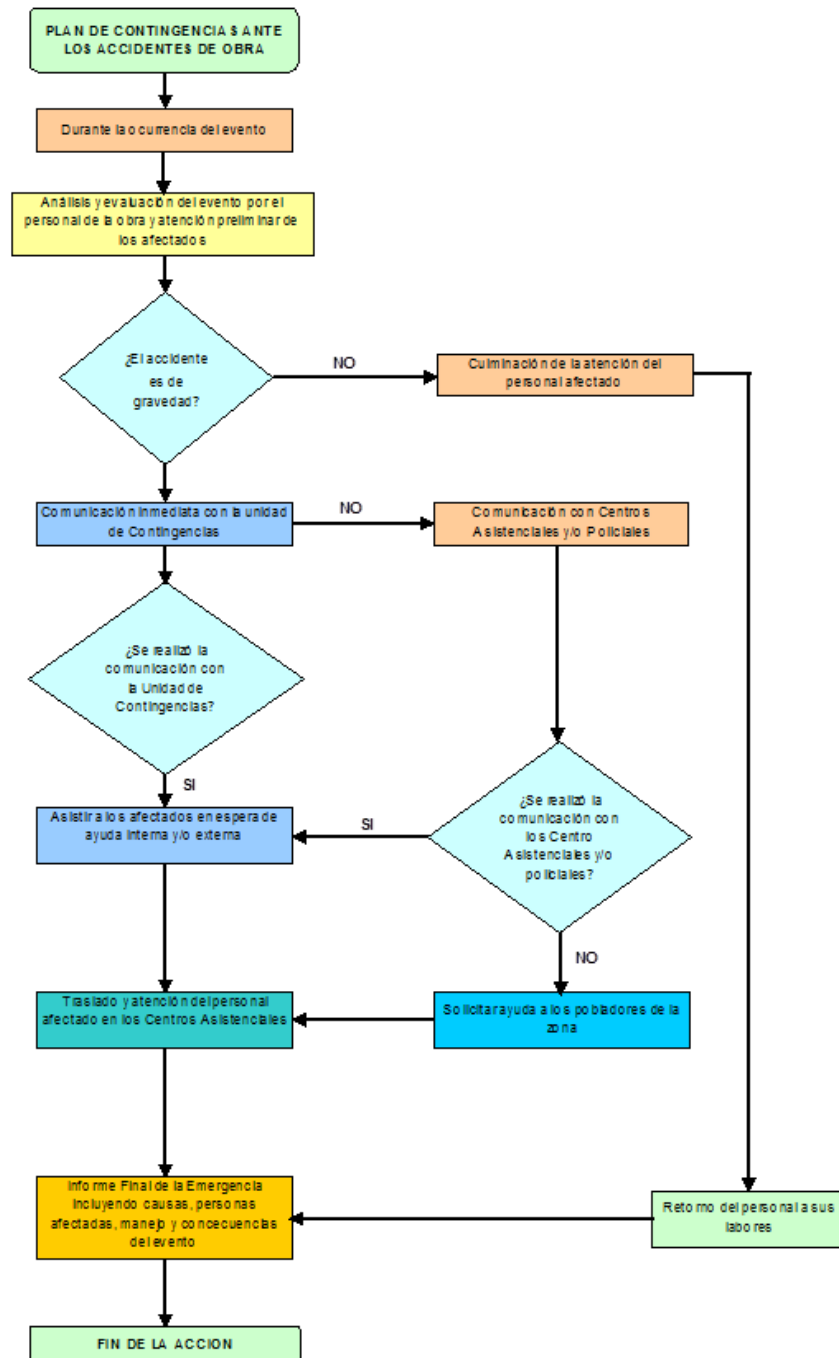
Luego de esta evaluación, se ha procedido a establecer las siguientes medidas para afrontar las contingencias más significativas en esta etapa:

### Figura 17 . Contingencias – Accidentes Laborales



*Fuente: (ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, 2009)*

**Figura 18 . Flujo Grama de Contingencias ante Accidentes en la ejecución del proyecto**



Fuente: (ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, 2009)

### 3.7.9.8.3 Contingencias en la etapa de operación y mantenimiento.

A fin de establecer un orden de prioridades para la preparación de acciones, a continuación, se evaluarán las contingencias potenciales, sus posibles consecuencias y la probabilidad que ocurran durante la etapa de operación y/o mantenimiento. La

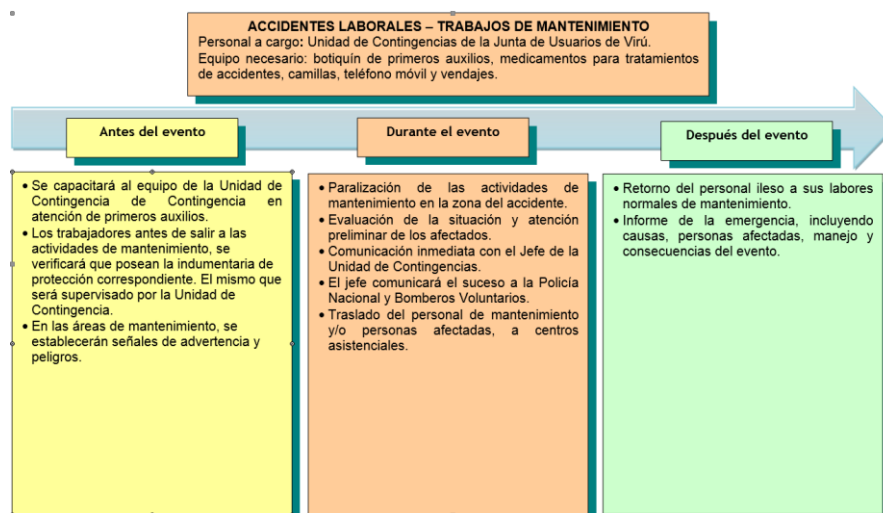
Unidad de Contingencia, debe ser asignado a la institución que realizaría la operación y mantenimiento y estará conformado por 2 personas.

**Cuadro 62 : Contingencia en la Etapa de Operación**

Contingencias potenciales	Consecuencias	Probabilidad	Gravedad
Sismos	Muertes, pérdidas económicas altas	Alta	Grave / Muy grave
Incendios	Muerte, invalidez	Media	Media / Grave
Deslizamientos	Muertes, pérdidas económicas	Media Alta	Media Alta / Grave
Inundaciones por avenidas	Muertes, pérdidas económicas	Media	Media / Grave

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 19 . Contingencias Accidentes Laborales – Trabajos de Mantenimiento**



*Fuente: (ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, 2009)*

#### 3.7.9.8.4 Contingencias y Riesgos Identificados

A continuación, se detallan los tipos de contingencias (accidentes y/o emergencias) que podrían suceder durante la ejecución del proyecto:

##### **Emergencia de Seguridad / Políticas**

En la eventualidad de que se produzcan emergencias de seguridad / políticas como:

- Conflicto armado.

- Organizaciones criminales (delincuentes, etc.) lleven a cabo, acciones violentas contra las instalaciones o personal (ataque, sabotaje, secuestro, etc.).
- Organizaciones sindicales hagan uso de la fuerza contra las instalaciones y/o personal, para intentar el logro de sus objetivos.

En estas emergencias se deben considerar los siguientes lineamientos y procedimientos:

La comunicación entre los Responsables en Campo y la institución encargada de la Operación y Mantenimiento deberá ser permanente; y cualquier variación de la situación, por mínima que sea, deberá ser inmediatamente informada. Todo personal de campo debe estar entrenado para responder a cada tipo de emergencia.

El jefe de Unidad de Contingencia, activará el plan de seguridad específico para el tipo de incidente informado. Coordinará, cuando así sea requerido, las acciones de respuesta por parte de las autoridades militares / policiales según sea el caso. Será responsable de las coordinaciones con las autoridades militares / policiales en el ámbito local.

### **Difusión y adiestramiento**

El Programa de Contingencia será difundido a todo el personal involucrado en la Junta de Usuarios u obra, para su conocimiento y buen desenvolvimiento en las situaciones de emergencia, haciendo énfasis en el procedimiento de notificación.

### **Actualización del plan**

Una vez que el proyecto se ejecuta y entra en operación, el Programa de Contingencia de dichas obras pasa a formar parte del Programa de Contingencia Integral de las operaciones del Sistema, el mismo que deberá ser revisado y actualizado por lo menos una vez al año.

### **3.7.9.9 Programa de Residuos Solidos**

El Programa de Manejo de Residuos Sólidos del Proyecto, es un documento de carácter técnico en el cual se detallan las responsabilidades y acciones necesarias para el manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan durante las etapas del proyecto, Operación y Mantenimiento de estas instalaciones. Este Plan se enmarca dentro de la política general del Proyecto, en cumplimiento de la Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314 y su Reglamento D.S. N° 057-2004-PCM.

En el presente Programa de Manejo de Residuos Sólidos, se propone implementar soluciones técnico – ambientales y económicas para su segregación, minimización y disposición final ambientalmente adecuada, los mismos que requerirán modelos de registros, reportes, planes de capacitación; y así lograr el manejo ambientalmente de estos residuos en forma compatible con las exigencias de los dispositivos legales ambientales vigentes en el país.

EL sistema a implantarse de manejo de residuos sólidos permite controlar y reducir con seguridad y economía los riesgos de deterioro ambiental y la salud asociada a este tipo de residuos sólidos, por lo que se puede afirmar que el sistema a ser implementado es correcto desde el punto de vista de protección ambiental. El presente programa está sujeto a revisión y evaluación constantes para identificar oportunidades de mejora adicionales en el desempeño ambiental de las instalaciones.

#### **Objetivo Principal General**

Implementar un sistema organizado para el manejo de los Residuos Sólidos Industriales, dentro de las instalaciones de la obra de este proyecto, es minimizar los posibles impactos generados por los residuos sólidos en el medio ambiente y la salud de la

población, y al mismo tiempo aportando una orientación clara sobre medidas específicas para prevenir, minimizar, y tratar adecuadamente los Residuos Sólidos Industriales.

### **Objetivos específicos**

El de Manejo de Residuos Sólidos Industriales está concebido para lograr los siguientes objetivos específicos:

- Cumplir con la normatividad ambiental vigente, consignada en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 y su Reglamento aprobado con el D.S. N° 057-2004-PCM.
- Optimizar el manejo interno de los residuos sólidos en la fase de construcción, Operación y Mantenimiento de la Obra; de esta manera reducir los costos asociados a esta tarea, incentivando a los trabajadores a desarrollar cambios de actitud para reducir la cantidad de los residuos sólidos generados e implementar una adecuada disposición final de los mismos.
- Realizar seguimiento o monitoreo adecuado al Programa de Manejo de Residuos Sólidos y así asegurar su estricto cumplimiento.
- Segregar correctamente los residuos de gestión no municipal.

#### **3.7.9.9.1 Calificación y Caracterización de Residuos Sólidos**

De acuerdo con la actividad desarrollada en la operación de las instalaciones de la obra, los residuos sólidos se clasifican de la siguiente manera:

Para la caracterización de los residuos, se ha considerado las características de peligrosidad a la salud y medio ambiente, de los residuos generados en la obra.

a) Residuos Sólidos Municipales (Domésticos).

**Cuadro 63 : residuos Sólidos Municipales**

Residuos Sólidos	Fuente Generadora
Papelería en general, cartón y bolsas plástica	Oficina Administrativa, Servicios Higiénicos y bolsas de cemento.
Plásticos en general, tales como: envases de bebidas, tapas, etc.)	Envases y bolsas utilizados para uso personal por los trabajadores y generados durante la obra.

*Fuente: Elaboración propia*

b) Residuos Sólidos No Municipales (Industriales)

**Cuadro 64 : residuos Sólidos No Municipales**

Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos	Caracterización	Fuente Generadora
Residuos de tubos de acero, sellos de bridas, accesorios de equipos de obra	Desechos de partes de las instalaciones que son reemplazados por otras nuevas	Materiales resultantes de mantenimiento de los equipos
Algunos residuos de oficina como cartones y papeles	Residuos que contienen constituyentes orgánicos	Desechos de material de oficina
Residuos de vidrios simples	Pedazos de vidrio de ventanas o estantes, de sílice	Deterioro mecánico de los vidrios de las ventanas o estantes
Residuos de trapos usados	Trapos para limpieza industrial	Mantenimiento diario de limpieza de las instalaciones y oficinas
Residuos de madera no elaborada	Partes de encofrado entre otros	Materiales de encofrado
Residuos de plástico	Plásticos de polímeros y copo limeros no halogenados	Vienen juntos con los envases descartables de alimentos o agua tratada.
Residuos metálicos de acero (ferrosos)	Clavos, alambres, pedazos metálicos de acero, etc.	Materiales de acero de refuerzo, pernos de anclaje etc.
Residuos de maleza y tierra	Hierva con tierra, tierra	Movimiento de tierras como excavaciones, rellenos, etc.
Residuos de la tubería de alta densidad a la sección de conducción	Deshechos de materiales para la instalación de la tubería HDPE (polietileno de alta densidad).	Instalación de la tubería de alta densidad en la sección final de conducción.
Residuos de tubería perfilada (tramo de la tubería perfilada) luego de la cámara de carga	Deshechos de las instalaciones que se va a instalar después de la cámara de carga	Materiales resultantes de la tubería de perfilada de PVC
Residuos de repuestos eléctricos y mecánicos	Accesorios específicos para instalaciones de equipo de obra	Mantenimiento de equipos electromecánicos

*Fuente: Elaboración propia*

### c) Residuos Sólidos Industriales Peligrosos

**Cuadro 65 : Residuos Sólidos Industriales Peligroso**

Residuos Sólidos Industriales Peligrosos	Caracterización	Fuente Generadora
Residuos de arena conteniendo hidrocarburos	Arena (sílice) para absorber pequeños derrames en el suelo de Combustible Líquido derivado del Petróleo	Derrames de Combustible Líquido (Diesel-2) en el área de la obra generada por los equipos.
Residuos de trapos industriales impregnados de combustible y lubricantes	Trapos para limpieza industrial	Limpieza de equipos en funcionamiento durante la obra
Residuos de envases de productos químicos industriales	Envases de químicos, aceites minerales, resina epóxica, etc.	Materiales químicos utilizados en la operación de la obra.
Residuos de aceites minerales usados	Aceite usado durante el mantenimiento de los equipos de obra	Cambio de aceite y lubricante de equipos
Residuos de luminarias fluorescentes	Luminarias de material de vidrio, de tubos de rayos catódicos	Cambio de luminarias y/o focos eléctricos en oficinas, sala de control, etc.
Residuos de elementos de filtros de aceite	Elementos saturados de aceite, parte de cartuchos o filtros	Equipos de transporte de materiales en la obra

*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.7.9.9.2 Almacenamiento Temporal de residuos Solidos

En el siguiente cuadro, se detalla el tipo de residuo sólido que se almacena temporalmente, para posteriormente ser transportados para su disposición final.

**Cuadro 66 : Almacenamiento temporal de Residuos Sólidos**

Residuo Sólidos	Tipo de Almacenamiento
Residuo peligroso de arena impregnada con hidrocarburo (combustible y/o lubricante)	Almacenamiento Intermedio: asignar una área con ubicación de un cilindro con tapa rotulado con la palabra "Arena". Este residuo es con hidrocarburos y/o lubricantes.
Residuo peligroso de trapos industriales impregnados con hidrocarburo (combustible y/o lubricante)	Asignar un área con ubicación de un cilindro con tapa rotulado con las palabras "Trapos impregnados con hidrocarburos".
Residuos No peligrosos de piezas metálicas (clavos, pernos, alambres, etc.)	Asignar un área con ubicación de un cilindro con tapa rotulado con las palabras "Residuos metálicos no peligrosos". Este residuo es evacuado cada vez que el cilindro esté lleno en un 75%.
Residuos No peligrosos de todo tipo de plástico (blanco y/o color)	Asignar un área con ubicación de un cilindro con tapa rotulado con las palabras "Residuos Plásticos". Este residuo es evacuado cada vez que el cilindro esté lleno en un 75%.

*Fuente: Elaboración propia*



Tomando como referencia lo establecido en la Norma Peruana 900:058:2005 “Gestión Ambiental. Gestión de Residuos. Código de Colores para los Dispositivos de Almacenamiento de Residuos, éstos pueden ser segregados asociando un color al recipiente que los contiene.

En la Figura N° 20, se presenta la “Clasificación de los Recipientes para Residuos Sólidos por Colores”.

Los recipientes o cilindros de los residuos sólidos deberán estar debidamente rotulados, de tal manera que puedan ser fácilmente identificados y se evite confusiones durante el transporte de los mismos.

Colores de los cilindros a utilizarse en las instalaciones son los siguientes:

**Cilindro de Color Rojo:** Estos cilindros se usarán para depósito temporal intermedio de trapos impregnados de hidrocarburos (combustibles y/o lubricantes), así como de los residuos de arena con hidrocarburos. Los cilindros deberán tener rotulado:

- “Residuos de Arena con Hidrocarburos”
- “Residuos de Trapos con Hidrocarburos”

**Cilindro de Color Amarillo:** Estos cilindros se usarán para almacenamiento temporal intermedio de piezas metálicas consideradas como chatarra (clavos, alambres, etc.).

**Cilindro de Color Blanco:** Estos cilindros se usarán para almacenamiento temporal intermedio de todo tipo de plásticos blancos y/o de color.

**Cilindro de Color Verde:** Estos cilindros se usarán para almacenamiento temporal intermedio de residuos tipo no peligrosos domésticos.

**Cilindro de Color Azul:** Estos cilindros se usarán para almacenamiento temporal intermedio de todo tipo de papel y cartón reciclable.

**Figura 20 . Clasificación de los recipientes para residuos sólidos por colores**

TIPO DE RESIDUO	COLOR DEL RECIPIENTE
METALES	
PAPEL Y CARTÓN	
PLÁSTICO	
RESIDUOS ORGÁNICOS	
VIDRIO	
RESIDUOS PELIGROSOS (*)	
RESIDUOS NO REAPROVECHABLES (**)	

*Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2016)*

(\*) Reaprovechables y no reaprovechables.

(\*\*) No peligroso.

### 3.7.9.9.3 Disposición Final de los Residuos Sólidos Industriales

La última etapa dentro del Programa de Manejo de Residuos Sólidos es la disposición final de éstos, la cual se realiza en condiciones ambientalmente seguras.

En vista que en la zona de la obra no existe un relleno sanitario industrial, ya sea privado o municipal, la Constructora excavará un silo de tierra de 1.50 m de profundidad x 1 m x 1m aproximadamente para cada uno de los cilindros de color rojo, amarillo y blanco; una vez terminada la obra conjuntamente con el supervisor de obra se procederá al sellado respectivo de cada silo con material propio del sitio. Los silos tienen que estar ubicados a 100 metros de la obra aproximadamente.

### **3.7.9.10 Programa de Cierre**

En el caso de decidirse por algún motivo el abandono del área o cierre de operaciones del proyecto, se deberán realizar actividades que impliquen la restauración de las áreas ocupadas por la instalación proyectada. Dicha restauración deberá realizarse hasta alcanzar en lo posible las condiciones originales del entorno, evitando con ello, posibles problemas ambientales que podrían producirse por el abandono, descuido y daño de las obras.

#### **3.7.9.10.1 Medidas de retiro y servicios de limpieza**

Para la ejecución de las actividades de retiro es necesario establecer las siguientes medidas generales:

- i. Comunicación de la decisión a todas las entidades y/o instituciones involucradas en el estudio.
- ii. El inicio del Plan se realizara con la inspección del área donde se emplazaron las obras y la evaluación de las obras que serán abandonadas, con la finalidad de elaborar un plan de trabajo.
- iii. Por tratarse de infraestructura que se encuentran en cauce del rio se deberá considerar la entrega de la obra a alguna institución pública o privada, las cuales reutilizaran los materiales resultantes de los trabajos de remoción.
- iv. Se eliminara en un espesor de 10 a 15 cm del suelo en el cual se hayan producido derrames de aceites, grasas y lubricantes, para luego ser depositado en los botaderos autorizados. Estas áreas, deben ser selladas e impermeabilizadas a fin de que la escorrentía superficial o subterránea no tenga contacto con este material tóxico, luego podrá revegetarse si el caso lo amerita.
- v. Las sustancias tóxicas, como aceites, grasas, solventes, pinturas, combustibles y material para soldar entre otros, serán trasladadas y todos los residuos sobrantes deben ser

dispuestos en las áreas de disposición de material excedente, las mismas que deben ser impermeabilizadas y selladas.

- vi. Una vez concluidas las obras se entregará a las autoridades competentes un informe de evaluación ambiental, detallando las actividades desarrolladas en el período de cierre.

#### **3.7.9.11 Costos del Plan de Manejo Ambiental**

La inversión necesaria para la para la implementación del Plan de Manejo Ambiental, asciende al costo directo de S/. 146,467.40 en cual se ha considerado dentro del Presupuesto de Obra.

#### **3.7.9.12 Conclusiones y Recomendaciones**

##### **3.7.9.12.1 Conclusiones**

- El mayor beneficio que se obtendrá con la implementación del proyecto, es la protección frente a inundaciones de la población, infraestructura vial, infraestructura de riego y áreas agrícolas, lo cual generara el bienestar de la población beneficiada. Además, con la implementación del estudio se favorecerá a la dinamización de la economía de la localidad de Virú.
- Los impactos generados por el proyecto, serán de magnitud baja y reversible, no se identifican impactos negativos de relevancia que pudiera generar el proyecto sobre los diversos componentes ambientales en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Las actividades más impactantes son los de movimiento de tierras, la extracción de roca con explosivos y el transporte de roca.
- Los factores ambientales más impactados son: relieve y forma del Suelo, El aire con la generación de polvo, ruido y emisiones pos combustiones.

- El proyecto considera la generación de empleo directo, incluyendo beneficios socioeconómicos y otros beneficios otorgados durante la etapa de construcción vías contratistas.
- Tanto los productos usados en las maquinarias de combustión como derrames de combustibles, filtros y lubricantes generados durante la fase de construcción estarán dispuestos según el Programa de General de Residuos Sólidos; estas actividades serán supervisados su cumplimiento al profesional ambientalista responsable de cumplir estas normas.
- La ejecución del proyecto se logrará reducir el grado de vulnerabilidad ante la erosión e inundación, con la protección de la población, medios de vida, infraestructura vial y riego y áreas agrícolas, logrando un incremento de ingresos en los productores agropecuarios, incremento de la actividad agrícola y por ultimo una mejor calidad de vida de la población y agricultores..
- Por lo que, según el presente Estudio de Impacto Ambiental, se ha determinado que los posibles impactos ambientales que se susciten, no implicarán una limitación ni tampoco una restricción importante para la ejecución del proyecto. Por lo tanto, se concluye que el Estudio “Diseño Hidráulico y estructural del Encauzamiento y Defensas Ribereñas en el Rio Virú, tramo Zaque – Puente Virú”, es ambientalmente viable siempre y cuando se implementen de manera adecuada las medidas correctivas y/o control establecidas en el Plan de Gestión Ambiental.

### **3.7.9.12.2 Recomendaciones**

- La implementación de las medidas ambientales previstas en el Plan de Manejo Ambiental; los Programas de Medidas Preventivas, Correctivas y/o de Mitigación, Capacitación y Educación Ambiental, Monitoreo ambiental, Manejo de Residuos, Contingencias, durante la etapa de construcción y operación del estudio.
- Cumplir los lineamientos establecidos en las medidas de prevención y mitigación de los impactos identificados y el Plan de Manejo Ambiental.
- Cumplir con las medidas indicadas en el Programa de Manejo de Residuos, sobre todo de efluentes sólidos y líquidos, generados, para evitar contaminar los cuerpos de agua pertenecientes al área de influencia del proyecto.
- Realizar las coordinaciones necesarias con las entidades (Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Defensa Civil, Policía Nacional y municipalidades provinciales), que prestarán apoyo para la implementación del Programa de Contingencias.

### 3.8 Costos y Presupuestos

#### 3.8.1 Resumen de Metrados

Item	Descripción	Und.	Metrado
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS	glb	1.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE TRABAJOS PROYECTADOS	km	10.94
<b>02</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
02.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	u	2.00
02.02	CAMINO DE ACCESO : MANTENIMIENTO	km	15.40
02.03	CAMINO DE ACCESO : HABILITACION	km	4.70
02.04	LIMPIEZA, DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	m <sup>2</sup>	21.28
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
03.01	DESCOLMATACION DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRA PLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA .	m <sup>3</sup>	477,347.70
03.02	DESCOLMATACION DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRA PLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL SUELTO .	m <sup>3</sup>	235,506.80
03.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO : CARGUIO Y TRANSPORTE	m <sup>3</sup>	25,044.10
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO : EXTENDIDO Y COMPACTADO	m <sup>3</sup>	37,217.00
03.05	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA	m <sup>3</sup>	200,372.48
03.06	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL SUELTO	m <sup>3</sup>	46,981.58
03.07	CORTE,PERFILADO Y REFINE EN TALUD	m <sup>2</sup>	161,756.38
03.08	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO PARA CAMINO e=20 cm: EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUIO Y COMPACTACION	m <sup>3</sup>	15,069.42
03.09	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 5.00 Km	m <sup>3</sup>	4,067.60
03.10	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 8.10 Km	m <sup>3</sup>	2,815.93
03.11	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 11.00 Km	m <sup>3</sup>	5,095.18
03.12	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 16.30 Km	m <sup>3</sup>	3,090.71
03.15	RELLENO GRAVA ARENOSA SOBRE MALLA GEOTEXTIL:EXTRACCION ,ZARANDEO,CARGUIO, TRANSPORTE Y COLOCACION	m <sup>3</sup>	39,360.30
03.16	GEOTEXTIL DE 300 gr/m <sup>2</sup> .	m <sup>2</sup>	204,703.57
<b>04</b>	<b>ENROCADOS DE PROTECCION</b>		
04.01	EXTRACCION DE PIEDRA CON EXPLOSIVOS	m <sup>3</sup>	53,438.79
04.02	EXTRACCION , SELECCION Y ACOPIO DE ROCA	m <sup>3</sup>	213,755.16
04.03	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 7.00 Km	m <sup>3</sup>	66,563.04
04.05	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 10.10 Km	m <sup>3</sup>	43,187.32
04.06	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 13.00 Km	m <sup>3</sup>	65,255.91
04.07	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 18.30 Km	m <sup>3</sup>	38,748.89
04.10	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	m <sup>3</sup>	137,686.60
04.11	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	m <sup>3</sup>	76,068.56

Item	Descripción	Und.	Metrado
05	FORESTACION		
05.01	REVEGETACION DE MARGEN DE RIO	Ha	7.44
06	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES		
06.01	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL		
06.01.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	pto	15.00
06.01.02	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	pto	15.00
06.01.03	MONITOREO A NIVEL DE PRESION DE RUIDOS	pto	45.00
06.02	MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS		
06.02.01	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	glb	1.00
06.02.02	DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MICRORELLENO	glb	1.00
06.03	PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA		
06.03.01	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS RIO	m <sup>2</sup>	20,000.00
06.03.02	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS CERRO	m <sup>2</sup>	40,000.00
06.03.03	READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTO	m <sup>2</sup>	860.00
06.03.04	READECUACION AMBIENTAL DE PATIO DE MAQUINAS	m <sup>2</sup>	5,000.00
06.03.05	DESMONTAJE DE OBRAS PROVISIONALES	glb	1.00
06.03.06	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	glb	1.00
06.03.07	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA	mes	10.00
06.03.08	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	mes	10.00

**Fuente:** *Elaboración propia.*

El sustento de los Metrados se presenta en el Anexo 05.



## 3.8.2 Presupuesto General

### Presupuesto

Presupuest 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ,  
TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ

Cliente UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO Costo al 09/12/2017

Lugar LA LIBERTAD - VIRU - VIRU

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>374,870.37</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA Y	glb	1.00	349,507.95	349,507.95
01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE TRABAJOS PROYECTADOS	km	10.94	2,318.32	25,362.42
<b>02</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>538,840.05</b>
02.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	und	2.00	1,640.43	3,280.86
02.04	LIMPIEZA , DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	ha	21.28	2,023.72	43,064.76
02.02	CAMINO DE ACCESO : MANTENIMIENTO	km	15.40	28,848.20	444,262.28
02.03	CAMINOS DE ACCESO : HABILITACION	km	4.70	10,262.16	48,232.15
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>8,724,209.26</b>
03.01	DESCOLMATAcion DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL	m3	477,347.70	4.63	2,210,119.85
03.02	DESCOLMATAcion DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL SUELTO .	m3	235,506.80	3.48	819,563.66
03.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : CARGUIO Y	m3	25,044.10	8.21	205,612.06
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : EXTENDIDO Y	m3	37,217.00	7.15	266,101.55
03.05	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL GRAVOSO CON	m3	200,372.48	4.34	869,616.56
03.06	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL SUELTO	m3	46,981.58	4.04	189,805.58
03.07	CORTE,PERFILADO Y REFINE EN TALUD	m2	161,756.38	2.79	451,300.30
03.08	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO PARA CAMINO e=20 cm: EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUIO Y COMPACTACION	m3	15,069.42	33.54	505,428.35
03.09	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE	m3	4,067.60	10.12	41,164.11
03.10	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE	m3	2,815.93	14.34	40,380.44
03.11	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE	m3	5,095.18	19.05	97,063.18
03.12	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE	m3	3,090.71	24.46	75,598.77
03.13	RELLENO GRAVA ARENOSA SOBRE MALLA GEOTEXTIL:EXTRACCION ,ZARANDEO,CARGUIO, TRANSPORTE Y	m3	36,360.30	37.85	1,376,237.36
03.14	GEOTEXTIL DE 300 gr/m2.	m2	204,703.57	7.70	1,576,217.49
<b>04</b>	<b>ENROCADO DE PROTECCION</b>				<b>12,543,924.66</b>
04.01	EXTRACCION DE ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	53,438.79	23.21	1,240,314.32
04.02	EXTRACCION , SELECCION Y ACOPIO DE ROCA	m3	213,775.16	12.25	2,618,745.71
04.03	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 7.00 Km	m3	66,563.04	20.21	1,345,239.04
04.04	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 10.10 Km	m3	43,187.32	26.24	1,133,235.28
04.05	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 13 Km	m3	65,255.91	28.37	1,851,310.17
04.06	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 18.30 Km	m3	38,748.89	36.34	1,408,134.66
04.07	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	m3	137,686.60	10.63	1,463,608.56
04.08	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	m3	76,068.56	19.50	1,483,336.92

Fuente: Elaboración propia

### Presupuesto

Presupuest 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ,  
TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ

Cliente UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO Costo al 09/12/2017

Lugar LA LIBERTAD - VIRU - VIRU

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>05</b>	<b>FORESTACION</b>				<b>42,466.92</b>
05.01	REVEGETACION DE MARGEN DE RIO	ha	7.44	5,707.92	42,466.92
<b>06</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>				<b>146,467.40</b>
<b>06.01</b>	<b>PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL</b>				<b>10,926.00</b>
06.0101	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	pto	15.00	550.00	8,250.00
06.0102	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	pto	15.00	20.00	300.00
06.0103	MONITOREO A NIVEL DE PRESION DE RUIDOS	pto	45.00	52.80	2,376.00
<b>06.02</b>	<b>MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS</b>				<b>1,988.70</b>
06.0201	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	glb	100	1,276.57	1,276.57
06.0202	DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MICRORELLENO	glb	100	712.13	712.13
<b>06.03</b>	<b>PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA</b>				<b>133,552.70</b>
06.0301	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS RIO	m2	20,000.00	136	27,200.00
06.0302	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS CERRO	m2	40,000.00	136	54,400.00
06.0303	READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTO	m2	860.00	135	1,161.00
06.0304	READECUACION AMBIENTAL DE PATIO DE MAQUINAS	m2	5,000.00	135	6,750.00
06.0305	DESMONTAJE DE OBRAS PROVISIONALES	glb	100	791.70	791.70
06.0306	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	glb	100	7,500.00	7,500.00
06.0307	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA	mes	10.00	2,375.00	23,750.00
06.0308	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	mes	10.00	1,200.00	12,000.00
	<b>Costo Directo</b>				<b>22,370,778.66</b>
	<b>Gastos Generales (14.76% CD)</b>				<b>3,301,926.93</b>
	<b>Utilidad (5% CD)</b>				<b>1,118,538.93</b>
					=====
	<b>Sub Total</b>				<b>26,791,244.52</b>
	<b>Igv (18%)</b>				<b>4,822,424.01</b>
					=====
	<b>PRESUPUESTO TOTAL S/.</b>				<b>31,613,668.53</b>

SON : TRENTIUN MILLONES SEISCIENTOS TRECE MIL SEISCIENTOS SESENTIOCHO Y 53/100 NUEVOS

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.8.3 Presupuesto Desagregado

#### Presupuesto Desagregado

Presupue 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE  
 Cliente UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO  
 Lugar LA LIBERTAD - VIRU - VIRU

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de	Material	Equipo	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>19,486.77</b>	<b>351,011.94</b>	<b>4,371.82</b>	<b>374,870.37</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE	glb	1.00	349,507.95		349,507.95		349,507.95
01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE TRABAJOS	km	10.94	2,318.32	19,486.77	1,503.99	4,371.82	25,362.42
02	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>47,116.01</b>	<b>2,010.14</b>	<b>489,810.86</b>	<b>538,840.05</b>
02.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA	und	2.00	1,640.43	1,270.72	2,010.14		3,280.86
02.04	LIMPIEZA, DESBROCE Y ELIMINACION DE	ha	21.28	2,023.72	11,708.43		3,135.63	43,064.76
02.02	CAMINO DE ACCESO : MANTENIMIENTO	km	15.40	28,848.20	30,214.82		414,144.48	444,262.28
02.03	CAMINOS DE ACCESO : HABILITACION	km	4.70	10,262.16	3,922.04		44,310.08	48,232.15
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,191,750.34</b>	<b>1,128,428.43</b>	<b>6,403,205.19</b>	<b>8,724,209.26</b>
03.01	DESCOLMATAcion DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL	m3	477,347.70	4.63	246,765.85		1,960,172.47	2,210,119.85
03.02	DESCOLMATAcion DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL	m3	235,506.80	3.48	912,318.1		728,010.18	819,563.66
03.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : CARGUIO Y TRANSPORTE	m3	25,044.10	8.21	24,328.84		181,482.08	205,612.06
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : EXTENDIDO Y COMPACTADO	m3	37,217.00	7.15	22,755.89		243,915.90	266,101.55
03.05	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA	m3	200,372.48	4.34	79,876.08		791,487.33	869,616.56
03.06	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL SUELTO	m3	46,981.58	4.04	24,087.22		165,518.46	189,805.58
03.07	CORTE,PERFILADO Y REFINE EN TALUD	m2	161,756.38	2.79	84,662.49		365,289.56	451,300.30
03.08	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO PARA CAMINO e=20 cm: EXTRACCION,	m3	15,069.42	33.54	34,969.71		470,425.68	505,428.35
03.09	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 5.00 Km	m3	4,067.60	10.12	2,268.13		38,876.28	41,164.11
03.10	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 8.10 Km	m3	2,815.93	14.34	2,225.82		38,151.15	40,380.44
03.11	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 11.00 Km	m3	5,095.18	19.05	5,349.75		91,696.17	97,063.18
03.12	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 16.30 Km	m3	3,090.71	24.46	4,166.42		714,13.54	75,598.77
03.13	RELLENO GRAVA ARENOSA SOBRE MALLA GEOTEXTIL-EXTRACCION	m3	36,360.30	37.85	141,084.48		1,235,374.87	1,376,237.36
03.14	GEOTEXTIL DE 300 gr/m2.	m2	204,703.57	7.70	427,977.85	1,128,428.43	21,391.52	1,576,217.49
04	<b>ENROCADO DE PROTECCION</b>				<b>1,821,931.98</b>	<b>513,840.70</b>	<b>10,209,214.68</b>	<b>12,543,924.66</b>
04.01	EXTRACCION DE ROCA CON EXPLOSIVOS	m3	53,438.79	23.21	492,755.98	513,840.70	233,410.32	1,240,314.32
04.02	EXTRACCION , SELECCION Y ACOPIO DE	m3	213,775.16	12.25	85,253.96		2,534,164.51	2,618,745.71
04.03	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 7.00 Km	m3	66,563.04	20.21	109,670.13		1,235,622.61	1,345,239.04
04.04	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 10.10 Km	m3	43,187.32	26.24	94,853.30		1,037,870.72	1,133,235.28
04.05	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 13 Km	m3	65,255.91	28.37	161,323.12		1,690,392.15	1,851,310.17
04.06	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 18.30 Km	m3	38,748.89	36.34	127,686.35		1,280,152.85	1,408,134.66
04.07	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	m3	137,686.60	10.63	302,497.46		1,161,661.84	1,463,608.56
04.08	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	m3	76,068.56	19.50	447,891.68		1,035,939.68	1,483,336.92
05	<b>FORESTACION</b>				<b>20,629.56</b>	<b>13,950.00</b>	<b>7,888.23</b>	<b>42,466.92</b>
05.01	REVEGETACION DE MARGEN DE RIO	ha	7.44	5,707.92	20,629.56	13,950.00	7,888.23	42,466.92
06	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>				<b>48,775.50</b>	<b>19,623.00</b>	<b>79,113.51</b>	<b>146,467.40</b>
06.01	<b>PROGRAMA DE MONITOREO</b>					<b>10,926.00</b>		<b>10,926.00</b>
06.01.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	pto	15.00	550.00		8,250.00		8,250.00
06.01.02	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	pto	15.00	20.00		300.00		300.00
06.01.03	MONITOREO A NIVEL DE PRESION DE	pto	45.00	52.80		2,376.00		2,376.00
06.02	<b>MANEJO Y DISPOSICION DE</b>				<b>754.00</b>	<b>1,197.00</b>	<b>37.70</b>	<b>1,988.70</b>
06.02.01	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	glb	1.00	1,276.57	118.64	1,152.00	5.93	1,276.57
06.02.02	DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN	glb	1.00	712.13	635.36	45.00	31.77	712.13
06.03	<b>PROGRAMA DE ABANDONO DE</b>				<b>48,021.50</b>	<b>7,500.00</b>	<b>79,075.81</b>	<b>133,552.70</b>
06.03.01	READECUACION AMBIENTAL DE	m2	20,000.00	1.36	3,418.40		24,136.04	27,200.00
06.03.02	READECUACION AMBIENTAL DE	m2	40,000.00	1.36	6,836.80		48,272.08	54,400.00
06.03.03	READECUACION AMBIENTAL DE	m2	860.00	1.35	185.25		973.00	1,161.00
06.03.04	READECUACION AMBIENTAL DE PATIO	m2	5,000.00	1.35	1,077.05		5,656.99	6,750.00
06.03.05	DESMONTAJE DE OBRAS	glb	1.00	791.70	754.00		37.70	791.70
06.03.06	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	glb	1.00	7,500.00		7,500.00		7,500.00
06.03.07	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y	mes	10.00	2,375.00	23,750.00			23,750.00
06.03.08	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	mes	10.00	1,200.00	12,000.00			12,000.00
	Costo Directo							22,370,778.66
	Gastos Generales (14.76%CD)							3,301,926.93
	Utilidad (5%CD)							1,118,538.93
	Sub Total							26,791,244.52
	Igv (18%)							4,822,424.01
	PRESUPUESTO TOTAL S/.							31613,668.53

SON : TRENTIUN MILLONES SEISCIENTOS TRECE MIL SEISCIENTOS SESENTIOCHO Y 53/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración propia

### 3.8.4 Desagregado de Gastos Generales

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de los gastos generales:

#### DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ

Fecha de Presupuesto : dic-17

COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES		MONEDA NACIONAL	
		S/.	%
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>22,370,778.66</b>	
1.-	<b><u>GASTOS GENERALES</u></b>		
	<b>A.- GASTO FIJOS</b> No Directamente relacionados con el tiempo	309,930.57	1.39%
	<b>A.- GASTO VARIABLES</b> Directamente relacionados con el tiempo	2,991,996.36	13.37%
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES</b>	<b>3,301,926.93</b>	<b>14.76%</b>
2.-	<b><u>UTILIDAD</u></b> 5%	<b>1,118,538.93</b>	<b>5.00%</b>
	<b>PRESUPUESTOS REFERENCIAL SIN IGV</b>	<b>26,791,244.52</b>	
3.-	<b><u>I.G.V.</u></b> 18%	<b>4,822,424.01</b>	<b>18.00%</b>
	<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL INC. IGV</b>	<b>31,613,668.53</b>	

Fuente: *Elaboración propia*

En el anexo N°05 se presenta el detalle del análisis de los gastos generales:

### **3.8.5 Análisis de costos Unitarios**

#### **3.8.5.1 Consideraciones Generales**

En la elaboración de los costos unitarios directos de las partidas y sub partidas que forman parte del presupuesto de referencia de la obra, se ha tratado de hallar el justo valor que representa en obra la ejecución de las diferentes dichas actividades, para lo cual se ha tenido presente los rendimientos de la mano de obra y el equipo mecánico que intervendrá en la obra de acuerdo a la localización y los factores climáticos de la misma. Igualmente se ha considerado la cantidad exacta de materiales e insumos que se requieren para conseguir las partidas terminadas de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

#### **Análisis de Costos Directos**

##### **MANO DE OBRA**

Los costos de mano de obra que intervendrá en la ejecución de cada una de las partidas es la vigencia en el territorio nacional al mes de noviembre del 2017.

Los costos unitarios por concepto de mano de obra han sido referidos a la siguiente categorización:

- Operario
- Oficial
- Peón

Se adjunta el detalle del cálculo del costo horario de cada una de las categorías que conforman la mano de obra.

En el Caso del Capataz = 1.20 Jornal de Operario

En el Caso del Topógrafo = 1.20 Jornal de Operario

En el Caso del Nivelador = 1.20 Jornal de Operario

##### **MATERIALES**

Los costos de los materiales que serán utilizados en cada una de las partidas han sido determinados teniendo en cuenta los gastos que requieren hacerse para ser colocados a pie de obra, por ello; el costo ex -fábrica sin incluir el impuesto General de las Ventas (IGV) de los mismos.

## **EQUIPOS MECANICO**

Los costos utilizados corresponden a los costos de alquiler horario del equipo mecánico vigentes a diciembre del 2017 en el mercado nacional, según publicaciones especializadas como el de la Revista Costos (Grupo S10). Dichos costos de alquiler horario contemplan los costos de posesión y los costos de operación.

Las tarifas empleadas corresponden a máquinas operadas, con excepción de las siguientes:

Martillos neumáticos

Compresora Neumática

Motobombas

Mezcladoras de Concreto

En todas ellas no se han considerado jornales del operador, los combustibles, lubricantes y filtros, se han incluido en el precio de los equipos.

## **TOPICOS PARTICULARES**

En los análisis de Costos Directos se incluyen SUB-PARTIDAS.

Para el análisis del costo de producción de los materiales de cantera se tiene los siguientes sub-análisis:

Transporte interno (D=0.50 Km)

Afirmado: Zarandeo Estático

Afirmado: Carguío

Afirmado: Extracción y apilamiento

Afirmado: Conformación, riego y compactación

Concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$

Grava (material para filtro): Transporte

Grava (material para filtro): Zarandeo Estático

Grava (material para filtro): Colocación

Grava (material para filtro): Carguío

Grava (material para filtro): Extracción y Apilamiento

Agua para la obra

Zarandeo Estático

Extracción material de cantera

Transporte Interno

Lastrado (e=0.15m)

Transporte de material (Lastrado)

**MATERIAL PARA RELLENOS Y MEJORAMIENTOS:**

El material necesario para la conformación del terraplén Provenirá del Cauce del Rio Virú.

**ROCA PARA ENROCADOS:**

Para la conformación de enrocados (Talud y cimentación) se utilizará piedra seleccionadas y acopiadas de la Cantera denominada "QUENETO"

**METRADOS**

Los metrados considerados son según las unidades propias de medición para cada partida específica.

### 3.8.5.2 Bases de Calculo

#### COSTO HORARIO DE EQUIPO MECANICO

EQUIPO MECANICO	POT. HP	CAPACIDAD	PESO KG	COSTO DE POSECION S/.	COSTO DE OPERACIÓN S/.	COSTO HORARIO S/.
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 18 HP	18 HP	11 - 12 p3	1,500.00	6.34	5.32	11.65
MARTILLO NEUMATICO 25-29 Kg.	-	-	29.00	3.94	1.01	4.95
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	101 - 135 HP	10 - 12 TN	11,100.00	51.34	107.46	158.79
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 - 155 HP 3.0 yd3	125 - 155 HP	3.0 yd3	16,584.00	72.69	111.70	184.38
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	160 -195 HP	3.5 yd3	18,585.00	81.77	129.64	211.42
EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	170 - 250 HP	1.1 - 275 yd3	33,800.00	153.55	179.55	333.10
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	190- 240 HP	-	20,520.00	167.88	200.72	368.60
TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	300- 330 HP	-	31,980.00	217.43	241.04	458.47
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	4 HP	18 PL(1.25")	-	1.90	3.48	5.38
MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	135 HP	-	12,365.00	74.55	109.76	184.31
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 178-210 HP 3,000 gl	178 - 210 HP	3000 GLN	19,000.00	46.83	121.40	168.23
COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	250-300 PCM		2,300.00	14.00	64.09	78.08
CAMION VOLQUETE 15m3	420 HP	15 m3	26,000.00	75.77	178.42	254.19

Fuente : Tarifa de equipo mecanico 2017 - Revista Costo.

(\*) No Incluy en Operador de Equipo.

(\*\*) No Incluy en Operador de Equipo , combustible, lubricantes y filtros .

**Fuente: Elaboración propia**



## TABALA DE JORNALES

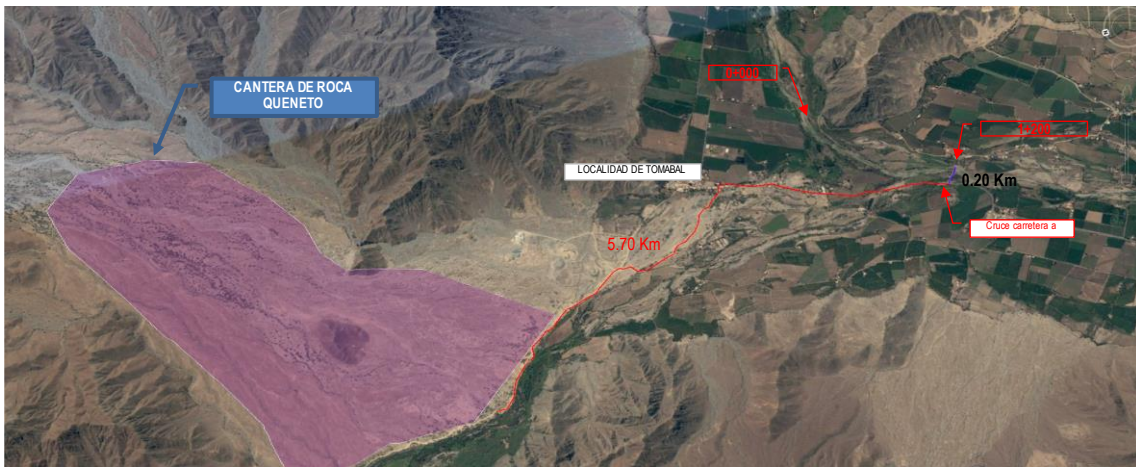
DIC 2017

DESCRIPCION	OPERARIO S/.	OFICIAL S/.	PEON S/.
<b>REMUNERACION BASICA VIGENTE (RB) - Vigente</b>			
<b>1.00 01.06.2016 al 31.05.17</b>	<b>61.40</b>	<b>50.30</b>	<b>44.90</b>
<b>2.00 Bonificacion Unificada de Construccion (BUC)</b>	32%	30%	30%
( Vigente 01.06.2016 al 31.05.17)	<b>19.65</b>	<b>15.09</b>	<b>13.47</b>
<b>3.00 Leyes y Beneficios Sociales sobre la RB</b>	113.64%	113.64%	113.64%
	<b>69.78</b>	<b>57.17</b>	<b>51.03</b>
<b>4.00 Leyes y Beneficios Sociales sobre la BUC</b>	12.00%	12.00%	12.00%
	<b>2.36</b>	<b>1.81</b>	<b>1.62</b>
<b>5.00 Bonificacion por Movilidad Acumulada</b>	<b>7.20</b>	<b>7.20</b>	<b>7.20</b>
<b>6.00 Overol</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>
<b>COSTO DIA HOMBRE (DH) (S/.)</b>	<b>160.79</b>	<b>131.97</b>	<b>118.62</b>
<b>COSTO HORA HOMBRE (DH) (S/.)</b>	<b>20.10</b>	<b>16.50</b>	<b>14.83</b>
CAPATAZ =	20.10	x	1.20
CAPATAZ =	<b>24.12</b>	<b>S/./ Hr</b>	
<b>TOPOGRAFO / NIVELADOR=</b>	<b>24.12</b>	<b>S/./ Hr</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

**DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE**

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE ROCA  
KM 0+000 - KM 3+640.00  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



USO : ENROCADOS

CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	5.900	0+000.00	1+200.00	1,200.00	6.50	7,800.00
		1+200.00	3+640.00	2,440.00	7.12	17,372.80
<b>TOTALES</b>				<b>3,640.00</b>		<b>25,172.80</b>
<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>						<b>7.00</b>

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE ROCA  
KM 3+640 - KM 5+900  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



USO : ENROCADOS

CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	9.500	3+640.00	4+580.00	940.00	9.97	9,371.80
		4+580.00	5+900.00	1,320.00	10.16	13,411.20
<b>TOTALES</b>				<b>2,260.00</b>		<b>22,783.00</b>
<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>						<b>10.10</b>

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE ROCA  
KM 5+900 - KM 8+980  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



USO : ENROCADOS

CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	12.200	5+900.00	7+220.00	1,320.00	12.86	16,975.20
		7+220.00	8+980.00	1,760.00	13.08	23,020.80
<b>TOTALES</b>				<b>3,080.00</b>		<b>39,996.00</b>
<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>						<b>13.00</b>

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE ROCA  
KM 8+980 - KM 10+780  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



USO : ENROCADOS

CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	17.400	8+980.00	10+720.00	1,740.00	18.27	31,789.80
		10+720.00	10+780.00	60.00	17.43	1,045.80
<b>TOTALES</b>				<b>1,800.00</b>		<b>32,835.60</b>
<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>						<b>18.30</b>

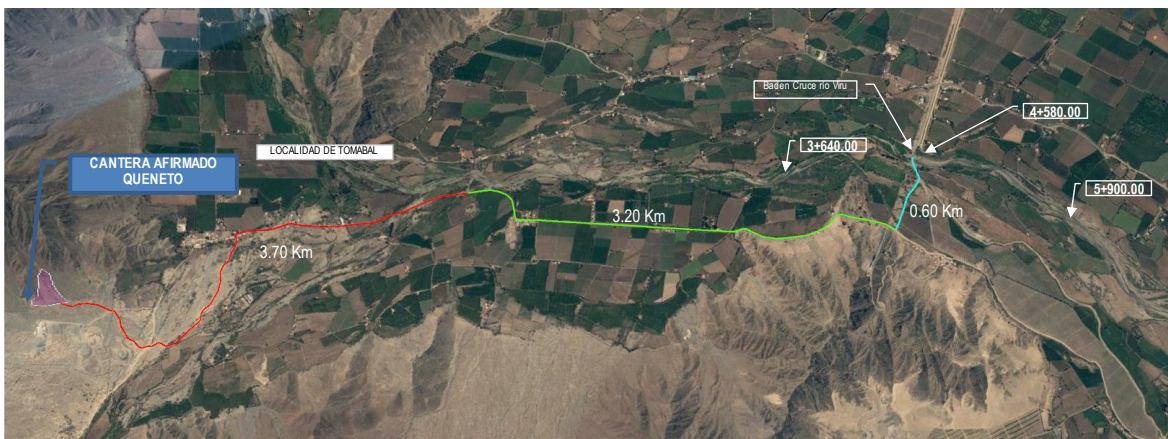
**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE AFIRMADO  
KM 0+000 - KM 3+640.00  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



USO : AFIRMADO DE CAMINOS

CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	3.900	0+000.00	1+200.00	1,200.00	4.50	5,400.00
		1+200.00	3+640.00	2,440.00	5.12	12,492.80
<b>TOTALES</b>				<b>3,640.00</b>		<b>17,892.80</b>
				<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>		<b>5.00</b>

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE AFIRMADO  
KM 3+640 - KM 5+900  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



USO : AFIRMADO DE CAMINOS

CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	7.500	3+640.00	4+580.00	940.00	7.97	7,491.80
		4+580.00	5+900.00	1,320.00	8.16	10,771.20
<b>TOTALES</b>				<b>2,260.00</b>		<b>18,263.00</b>
				<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>		<b>8.10</b>

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE AFIRMADO  
KM 5+900 - KM 8+980  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	10.200	5+900.00	7+220.00	1,320.00	10.86	14,335.20
		7+220.00	8+980.00	1,760.00	11.08	19,500.80
<b>TOTALES</b>				<b>3,080.00</b>		<b>33,836.00</b>
<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>						<b>11.00</b>

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE DE AFIRMADO  
KM 8+980 - KM 10+780  
(MARGENES DERECHA E IZQUIERDA)**



CANTERA		AREA DE INFLUENCIA			C.G. (Km)	(m - Km)
UBICACIÓN	ACCESO (Km)	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)		
CANTERA QUENETO	15.400	8+980.00	10+720.00	1,740.00	16.27	28,309.80
		10+720.00	10+780.00	60.00	15.43	925.80
<b>TOTALES</b>				<b>1,800.00</b>		<b>29,235.60</b>
<b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE (km)</b>						<b>16.30</b>

### 3.8.5.3 Análisis de Costos Unitarios

#### RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE ROCA DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU

BASES DE CALCULO	UND	TRANSPORTE DE ROCA D = 7.00 Km	TRANSPORTE DE ROCA D = 10.10 Km	TRANSPORTE DE ROCA D = 13 Km	TRANSPORTE DE ROCA D = 18.30 Km
DISTANCIA MEDIA PONDERADA .... (D)	Km	7.00	10.10	13.00	18.30
VELOCIDAD CARGADO.....(Vc)	Km/h	30.00	30.00	30.00	30.00
VELOCIDAD DESCARGADO .....(Vd)	Km/h	45.00	45.00	45.00	45.00
TIEMPO DE ACOMODO .....(Ta)	min	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO DE CARGA.....(Tc)	min	9.00	9.00	9.00	9.00
TIEMPO DE DESCARGA.....(Td)	min	2.00	2.00	2.00	2.00
TIEMPO RECORRIDO CARGADO.....(Trc) = 60*(D/Vc)	min	14.00	20.20	26.00	36.60
TIEMPO RECORRIDO DESCARGADO..(Trd) = 60*(D/Vd)	min	9.33	13.47	17.33	24.40
TIEMPO RECORRIDO .....(Tr) = (Trc) + (Trd)	min	23.33	33.67	43.33	61.00
CICLO.....(C) = (Ta) + (Tc) + (Td) + (Tr)	min	35.33	45.67	55.33	73.00
TIEMPO TRABAJADO POR DIA ..... (T)	min	480.00	480.00	480.00	480.00
EFICIENCIA .....(Ef)	%	90%	90%	90%	90%
TIEMPO UTIL TRABAJO.....(TU) = (T) * (Ef)	min	432.00	432.00	432.00	432.00
CAPACIDAD DE VOLQUETE.....(Cv)	m <sup>3</sup>	15.00	15.00	15.00	15.00
NUMERO DE VOLQUETES.....(N)	N°	1.00	1.00	1.00	1.00
NUMERO DE VIAJES AL DIA POR VOLQUETE.. (n) = (TU) / (C)	u	12.000	9.000	8.000	6.000
RENDIMIENTO DEL CARGADOR / EXCAVADORA.....(Rc)	m <sup>3</sup> /dia	800.00	800.00	800.00	800.00
INCIDENCIA DEL CARGADOR .....(Ic) = (V) / (Rc)	hm	0.2300	0.1700	0.1500	0.1100
VOLUMEN TRANSPORTADO POR DIA ..... (V) = (Cv) * (N) * (n)	m <sup>3</sup>	180.00	135.00	120.00	90.00
ESPONJAMIENTO .....(Esp)	%	25%	25%	25%	25%
<b>RENDIMIENTO..... (R) = (V) / (1+(Esp))</b>	<b>(m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>144.00</b>	<b>108.00</b>	<b>96.00</b>	<b>72.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE AFIRMADO

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU

BASES DE CALCULO	UND	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO D = 5.00 Km	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO D = 8.10 Km	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO D = 11.10 Km	TRANSPORTE DE MAT. AFIRMADO D = 16.30 Km	TRANSPORTE DE MAT. LASTRADO	TRANSPORTE DE MAT. PROPIO D = 1 Km	TRANSPORTE DE MAT. FILTRO D = 1 Km
DISTANCIA MEDIA PONDERADA .....(D)	Km	5.00	8.10	11.00	16.30	7.60	1.00	1.00
VELOCIDAD CARGADO.....(Vc)	Km/h	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	25.00	25.00
VELOCIDAD DESCARGADO .....(Vd)	Km/h	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	30.00	30.00
TIEMPO DE ACOMODO .....(Ta)	min	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO DE CARGA.....(Tc)	min	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
TIEMPO DE DESCARGA.....(Td)	min	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
TIEMPO RECORRIDO CARGADO.....(Trc) = 60*(D/Vc)	min	10.00	16.20	22.00	32.60	15.20	2.40	2.40
TIEMPO RECORRIDO DESCARGADO..(Trd) = 60*(D/Vd)	min	6.67	10.80	14.67	21.73	10.13	2.00	2.00
TIEMPO RECORRIDO .....(Tr) = (Trc) + (Trd)	min	16.67	27.00	36.67	54.33	25.33	4.40	4.40
CICLO.....(C) = (Ta) + (Tc) + (Td) + (Tr)	min	25.67	36.00	45.67	63.33	34.33	13.40	13.40
TIEMPO TRABAJADO POR DIA ..... (T)	min	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00
EFICIENCIA .....(Ef)	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
TIEMPO UTIL TRABAJO.....(TU) = (T) * (Ef)	min	432.00	432.00	432.00	432.00	432.00	432.00	432.00
CAPACIDAD DE VOLQUETE.....(Cv)	m <sup>3</sup>	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
NUMERO DE VOLQUETES.....(N)	Nº	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NUMERO DE VIAJES AL DIA POR VOLQUETE.. (n) = (TU) / (C)	u	17.00	12.00	9.00	7.00	13.00	32.00	32.00
RENDIMIENTO DEL CARGADOR / EXCAVADORA.....(Rc)	m <sup>3</sup> /dia	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	980.00	980.00
INCIDENCIA DEL CARGADOR .....(Ic) = (V) / (Rc)	hm	0.2800	0.2000	0.1500	0.1200	0.2200	0.4900	0.4900
VOLUMEN TRANSPORTADO POR DIA ..... (V) = (Cv) * (N) * (n)	m <sup>3</sup>	255.00	180.00	135.00	105.00	195.00	480.00	480.00
ESPONJAMIENTO .....(Esp)	%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
<b>RENDIMIENTO..... (R) = (V) / (1*(Esp))</b>	<b>(m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>213.00</b>	<b>150.00</b>	<b>113.00</b>	<b>88.00</b>	<b>163.00</b>	<b>400.00</b>	<b>400.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE DE AGUA

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU

BASES DE CALCULO	UND	TRANSPORTE DE AGUA PARA OBRA
DISTANCIA MEDIA PONDERADA ..... (D)	Km	1.97
VELOCIDAD CARGADO.....(Vc)	Km/h	20.00
VELOCIDAD DESCARGADO .....(Vd)	Km/h	30.00
TIEMPO DE ACOMODO CARGA .....(Ta)	min	1.00
TIEMPO DE CARGA.....(Tc)	min	10.00
TIEMPO DE DESCARGA.....(Td)	min	30.00
TIEMPO RECORRIDO CARGADO.....(Trc) = 60*(D/Vc)	min	5.91
TIEMPO RECORRIDO DESCARGADO..(Trd) = 60*(D/Vd)	min	3.94
TIEMPO RECORRIDO .....(Tr) = (Trc) + (Trd)	min	9.85
CICLO.....(C) = (Ta) + (Tc) + (Td) + (Tr)	min	50.85
TIEMPO TRABAJADO POR DIA ..... (T)	min	480.00
EFICIENCIA .....(Ef)	%	90%
TIEMPO UTIL TRABAJO.....(TU) = (T) * (Ef)	min	432.00
VOLUMEN CAMION CISTERNA .....(Vcc)	Gln	3,000.00
NUMERO DE VIAJES AL DIA ..... (n) = (TU) / (C)	u	8.00
VOLUMEN TRANSPORTADO POR DIA ..... (V) = (n) * (Vcc * 3.875)/1000	m <sup>3</sup>	90.84
<b>RENDIMIENTO..... (R) = (V)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>90.80</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

### A.- MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO

EQUIPOS	PESO (TN) (UND)	CANTIDAD	PESO TOTAL	Nº DE VIAJES	
				CAMA BAJA 25 Ton.	CAMA BAJA 19 Ton.
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	11.10	2	22.20		2.00
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 - 155 HP 3.0 yd3	16.58	4	66.34		4.00
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP HP 3.5 yd3	18.56	2	37.12	2.00	
EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 YD3	33.80	8	270.40	8.00	8.00
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	20.52	2	41.04	2.00	2.00
TRACTOR DE ORUGAS DE 300 - 330 HP	31.98	6	191.88	6.00	6.00
MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	13.37	2	26.73		2.00
<b>Total Viajes</b>				<b>18.00</b>	<b>24.00</b>
Duracion del Viaje IDA (HM)				<b>9.30</b>	<b>9.30</b>
FRV : Factor de Retorno al Vacio (D.S. Nº 010-2006-MTC)				<b>1.40</b>	<b>1.40</b>
Costo de Alquiler Equipo (S./HM)				<b>239.60</b>	<b>235.80</b>
MOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S./)				<b>56,152.66</b>	<b>73,682.78</b>
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S./)				<b>56,152.66</b>	<b>73,682.78</b>
SEGUROS DE TRANSPORTES 10%				<b>5,615.27</b>	<b>7,368.28</b>
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S./)				<b>272,654.43</b>	

DETALLE DEL CALCULO DEL TIEMPO DE MOVILIZACION DE EQUIPOS (Cama bajas y Semi Trailers)	Origen / Destino	Distancia (Km)	Velocidad (Km/h)	Tiempo (Horas)
	Lima - Puente Viru	513.00	60.00	8.60
	Puente Viru - Cruce Sifon Viru	6.00	30.00	0.20
	Cruce Sifon - Rio Viru (Promedio C.G)	10.00	20.00	0.50
	<b>TOTAL</b>	<b>529.00</b>		<b>9.30</b>

### B.- MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO

EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD	HM (S./)	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/H)	HORAS	PARCIAL (S./)
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 178-210 HP 3,000 gl	2.00	168.23	529.00	60.00	8.82	2,967.58
CAMION VOLQUETE 15m3	15.00	254.19	529.00	60.00	8.82	33,629.34
MOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S./)						<b>36,596.91</b>
DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S./)						<b>36,596.91</b>
SEGUROS DE TRANSPORTES 10%						<b>3659.69142</b>
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S./)						<b>76,853.52</b>

Nota :

El resto de Equipos sera transportado en los Volquetes o remolcado por los mismos.

Esta relación no es limitativa, debiendo el Contratista compatibilizarla con la de su propuesta, de tal manera de poder terminar la obra en el plazo planteado

El seguro de Transporte cubre la movilizacion y desmovilizacion de los equipos transportados.

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S./)	272,654.43
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S./)	76,853.52
<b>TOTAL (S./)</b>	<b>349,507.95</b>

**Fuente: Elaboración propia**



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ						
Subpresupuesto	001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ					Fecha presupuesto	09/12/2017
Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			349,507.95	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>		
	<b>Materiales</b>							
0207040051	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS	glb		1.0000	349,507.95	349,507.95		
							<b>349,507.95</b>	
Partida	01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE TRABAJOS PROYECTADOS						
Rendimiento	km/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : km			2,318.32	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	14.83	237.28		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	2.0000	16.0000	24.12	385.92		
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	6.0000	48.0000	14.83	711.84		
01010300030006	AYUDANTE NIVELADOR	hh	2.0000	16.0000	14.83	237.28		
0101030017	NIVELADOR	hh	1.0000	8.0000	24.12	192.96		
							<b>1,765.28</b>	
	<b>Materiales</b>							
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	2.45	2.57		
0204120004	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		8.5000	4.40	37.40		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.2500	6.65	14.96		
02310500010005	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	und		0.1111	98.75	10.97		
0240020019	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.3139	45.25	14.20		
02621400010025	PLACA DE BRONCE	und		0.4520	62.50	28.25		
							<b>108.35</b>	
	<b>Equipos</b>							
03010000020001	NIVEL	hm	1.0000	8.0000	6.90	55.20		
0301000021	ESTACION TOTAL	hm	2.0000	16.0000	15.85	253.60		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1,765.28	88.26		
							<b>397.06</b>	
	<b>Subpartidas</b>							
010713000103	CONCRETO fc = 140 Kg/cm2	m3		0.1699	280.35	47.63		
							<b>47.63</b>	
Partida	02.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,640.43	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.10	160.80		
0101010005	PEON	hh	4.0000	32.0000	14.83	474.56		
							<b>635.36</b>	
	<b>Materiales</b>							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.0000	4.40	4.40		
0207030002	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.3600	35.00	12.60		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.9000	19.25	17.33		
02180200010005	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	und		9.0000	5.15	46.35		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		70.0000	6.65	465.50		
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und		8.6400	50.85	439.34		
0240020019	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.4320	45.25	19.55		
							<b>1,005.07</b>	

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1201001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto **001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto **09/12/2017**

Partida **02.02** CAMINO DE ACCESO : MANTENIMIENTO

Rendimiento **km/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : km **28,848.20**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	24.12	19.30
0101010005	PEON	hh	4.0000	32.0000	14.83	474.56
						<b>493.86</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	493.86	24.69
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	8.0000	158.79	1,270.32
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	8.0000	184.31	1,474.48
						<b>2,769.49</b>
<b>Subpartidas</b>						
010305010107	TRANSPORTE DE MATERIAL (LASTRADO)	m3		675.0000	16.73	11,292.75
010305010108	LASTRADO (e = 0.15m)	m3		675.0000	16.96	11,448.00
010318010102	AGUA PARA LA OBRA	m3		170.0000	16.73	2,844.10
						<b>25,584.85</b>

Partida **02.03** CAMINOS DE ACCESO : HABILITACION

Rendimiento **km/DIA** MO. **0.7500** EQ. **0.7500** Costo unitario directo por : km **10,262.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	1.0667	24.12	25.73
0101010005	PEON	hh	4.0000	42.6667	14.83	632.75
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	10.6667	16.50	176.00
						<b>834.48</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	834.48	41.72
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	10.6667	158.79	1,693.77
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	10.6667	368.60	3,931.75
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	10.6667	184.31	1,965.98
03012200050005	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	hm	1.0000	10.6667	168.23	1,794.46
						<b>9,427.68</b>

Partida **02.04** LIMPIEZA , DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION

Rendimiento **ha/DIA** MO. **2.0000** EQ. **2.0000** Costo unitario directo por : ha **2,023.72**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.4000	24.12	9.65
0101010005	PEON	hh	8.0000	32.0000	14.83	474.56
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	16.50	66.00
						<b>550.21</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	550.21	27.51
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	0.2000	0.8000	333.10	266.48
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.8000	3.2000	368.60	1,179.52
						<b>1,473.51</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1201001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto **001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto **09/12/2017**

Partida **03.01** DESCOLMATACION DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA .

Rendimiento **m3/DIA** MO. **900.0000** EQ. **900.0000** Costo unitario directo por : m3 **4.63**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0044	24.12	0.11
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0178	14.83	0.26
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0089	16.50	0.15
<b>0.52</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.52	0.03
03011800020002	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	hm	1.0000	0.0089	458.47	4.08
<b>4.11</b>						

Partida **03.02** DESCOLMATACION DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL SUELTO .

Rendimiento **m3/DIA** MO. **1,200.0000** EQ. **1,200.0000** Costo unitario directo por : m3 **3.48**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0033	24.12	0.08
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0133	14.83	0.20
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	16.50	0.11
<b>0.39</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.39	0.02
03011800020002	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	hm	1.0000	0.0067	458.47	3.07
<b>3.09</b>						

Partida **03.03** RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : CARGUIO Y TRANSPORTE

Rendimiento **m3/DIA** MO. **400.0000** EQ. **400.0000** Costo unitario directo por : m3 **8.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	24.12	0.05
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0400	14.83	0.59
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	16.50	0.33
<b>0.97</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.97	0.05
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.5000	0.0100	211.42	2.11
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0200	254.19	5.08
<b>7.24</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto 09/12/2017

Partida 03.04 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : EXTENDIDO Y COMPACTADO

Rendimiento m3/DIA MO. 900.0000 EQ. 900.0000 Costo unitario directo por : m3 7.15

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0018	24.12	0.04
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0178	14.83	0.26
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0089	16.50	0.15
						<b>0.45</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.45	0.02
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0089	158.79	1.41
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.5000	0.0044	368.60	1.62
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0089	184.31	1.64
						<b>4.69</b>
<b>Subpartidas</b>						
010318010102	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	16.73	2.01
						<b>2.01</b>

Partida 03.05 EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA

Rendimiento m3/DIA MO. 680.0000 EQ. 680.0000 Costo unitario directo por : m3 4.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0012	24.12	0.03
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0118	14.83	0.17
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0118	16.50	0.19
						<b>0.39</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.39	0.02
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0118	333.10	3.93
						<b>3.95</b>

Partida 03.06 EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL SUELTO

Rendimiento m3/DIA MO. 760.0000 EQ. 760.0000 Costo unitario directo por : m3 4.04

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0011	24.12	0.03
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0211	14.83	0.31
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0105	16.50	0.17
						<b>0.51</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.51	0.03
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0105	333.10	3.50
						<b>3.53</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ						
Subpresupuesto	001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ					Fecha presupuesto	09/12/2017
Partida	03.07	CORTE,PERFILADO Y REFINE EN TALUD						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			2.79	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0007	24.12	0.02		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0267	14.83	0.40		
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	16.50	0.11		
						<b>0.53</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.53	0.03		
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0067	333.10	2.23		
						<b>2.26</b>		
Partida	03.08	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO PARA CAMINO e=20 cm: EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUIO Y COMPACTACION						
Rendimiento	m3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m3			33.54	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>		
	<b>Subpartidas</b>							
010716010103	AFIRMADO - CONFORMACION, RIEGO Y COMPACTACION	m3		1.2000	9.72	11.66		
010716010104	AFIRMADO: EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3		1.2000	6.84	8.21		
010716010105	AFIRMADO : CARGUIO	m3		1.2000	2.03	2.44		
010716010107	AFIRMADO : ZARANDEO ESTATICO	m3		1.2000	3.81	4.57		
010716010108	TRANSPORTE INTERNO (D = 0.50 Km)	m3		1.2000	5.55	6.66		
						<b>33.54</b>		
Partida	03.09	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 5.00 Km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 213.0000	EQ. 213.0000	Costo unitario directo por : m3			10.12	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0376	14.83	0.56		
						<b>0.56</b>		
	<b>Equipos</b>							
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0376	254.19	9.56		
						<b>9.56</b>		
Partida	03.10	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 8.10 Km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m3			14.34	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0533	14.83	0.79		
						<b>0.79</b>		
	<b>Equipos</b>							
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0533	254.19	13.55		
						<b>13.55</b>		

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ						
Subpresupuesto	001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ			Fecha presupuesto	09/12/2017		
Partida	03.11	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 11.00 Km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 113.0000	EQ. 113.0000	Costo unitario directo por : m3		19.05		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0708	14.83	1.05
								1.05
	Equipos							
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3			hm	1.0000	0.0708	254.19	18.00
								18.00
Partida	03.12	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 16.30 Km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 88.0000	EQ. 88.0000	Costo unitario directo por : m3		24.46		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0909	14.83	1.35
								1.35
	Equipos							
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3			hm	1.0000	0.0909	254.19	23.11
								23.11
Partida	03.13	RELLENO GRAVA ARENOSA SOBRE MALLA GEOTEXTIL:EXTRACCION ,ZARANDEO,CARGUIO, TRANSPORTE Y COLOCACION						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 174.0000	EQ. 174.0000	Costo unitario directo por : m3		37.85		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>
	Subpartidas							
010318010402	GRAVA (MATERIAL DE FILTRO) : EXTRACCION Y APILAMIENTO			m3		1.2000	5.58	6.70
010318010403	GRAVA (MATERIAL DE FILTRO): CARGUIO			m3		1.2000	1.81	2.17
010318010405	GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : COLOCACION			m3		1.2000	6.91	8.29
010318010407	GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : ZARANDEO ESTATICO			m3		1.2000	4.33	5.20
010451010503	GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : TRANSPORTE			m3		1.2000	7.36	8.83
010716010108	TRANSPORTE INTERNO (D = 0.50 Km)			m3		1.2000	5.55	6.66
								37.85
Partida	03.14	GEOTEXTIL DE 300 gr/m2.						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2		7.70		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$f.</b>	<b>Parcial \$f.</b>
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.5000	0.0114	24.12	0.27
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0229	20.10	0.46
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0914	14.83	1.36
								2.09
	Materiales							
0210020004	GEOTEXTIL DE 300 gr/m2			m2		1.0500	5.25	5.51
								5.51
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	2.09	0.10
								0.10

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1201001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto **001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto **09/12/2017**

Partida **04.01** **EXTRACCION DE ROCA CON EXPLOSIVOS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **180.0000** EQ. **180.0000** Costo unitario directo por : m3 **23.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0222	24.12	0.54
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.3556	14.83	5.27
0101010009	OPERARIO - DINAMITERO	hh	1.0000	0.0444	20.10	0.89
0101010010	OPERARIO - PERFORISTA	hh	2.0000	0.0889	20.10	1.79
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	16.50	0.73
<b>9.22</b>						
<b>Materiales</b>						
02450200010017	BARRENO DE PERFORACION 7/8" x 3 pies	pza		0.0010	448.25	0.45
02450200010018	BARRENO DE PERFORACION 7/8" x 5 pies	pza		0.0010	557.25	0.56
0255100001	DINAMITA AL 65%	kg		0.2500	9.12	2.28
0255100002	FULMINANTE N°8	pza		2.0000	0.36	0.72
0255100005	CORDON DETONANTE	m		2.0000	1.05	2.10
0255100007	MECHA DE SEGURIDAD IMPERMEABLE BLANCA	m		3.5000	0.52	1.82
0255100008	SUPERFAM DOS "O"	kg		0.6500	2.60	1.69
<b>9.62</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	9.22	0.46
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	2.0000	0.0889	4.95	0.44
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0444	78.08	3.47
<b>4.37</b>						

Partida **04.02** **EXTRACCION , SELECCION Y ACOPIO DE ROCA**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **380.0000** EQ. **380.0000** Costo unitario directo por : m3 **12.25**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0021	24.12	0.05
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0211	16.50	0.35
<b>0.40</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.40	0.01
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0211	333.10	7.03
03011800020002	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	hm	0.5000	0.0105	458.47	4.81
<b>11.85</b>						

Partida **04.03** **TRANSPORTE DE ROCA HASTA 7.00 Km**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **144.0000** EQ. **144.0000** Costo unitario directo por : m3 **20.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1111	14.83	1.65
<b>1.65</b>						
<b>Equipos</b>						
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	0.2400	0.0133	333.10	4.43
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0556	254.19	14.13
<b>18.56</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto 09/12/2017

Partida 04.04 TRANSPORTE DE ROCA HASTA 10.10 Km

Rendimiento m3/DIA MO. 108.0000 EQ. 108.0000 Costo unitario directo por : m3 26.24

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1481	14.83	2.20
<b>2.20</b>						
<b>Equipos</b>						
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	0.2100	0.0156	333.10	5.20
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0741	254.19	18.84
<b>24.04</b>						

Partida 04.05 TRANSPORTE DE ROCA HASTA 13 Km

Rendimiento m3/DIA MO. 96.0000 EQ. 96.0000 Costo unitario directo por : m3 28.37

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1667	14.83	2.47
<b>2.47</b>						
<b>Equipos</b>						
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	0.1700	0.0142	333.10	4.73
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0833	254.19	21.17
<b>25.90</b>						

Partida 04.06 TRANSPORTE DE ROCA HASTA 18.30 Km

Rendimiento m3/DIA MO. 72.0000 EQ. 72.0000 Costo unitario directo por : m3 36.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2222	14.83	3.30
<b>3.30</b>						
<b>Equipos</b>						
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	0.1300	0.0144	333.10	4.80
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.1111	254.19	28.24
<b>33.04</b>						

Partida 04.07 ACOMODO DE ROCA EN UÑA

Rendimiento m3/DIA MO. 320.0000 EQ. 320.0000 Costo unitario directo por : m3 10.63

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0125	24.12	0.30
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1000	14.83	1.48
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0250	16.50	0.41
<b>2.19</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.19	0.11
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0250	333.10	8.33
<b>8.44</b>						



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto 09/12/2017

Partida 04.08 ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE

Rendimiento m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 19.50

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0200	24.12	0.48
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.3200	14.83	4.75
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	16.50	0.66
<b>5.89</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.89	0.29
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0400	333.10	13.32
<b>13.61</b>						

Partida 05.01 REVEGETACION DE MARGEN DE RIO

Rendimiento ha/DIA MO. 0.5000 EQ. 0.5000 Costo unitario directo por : ha 5,707.92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	16.0000	20.10	321.60
0101010005	PEON	hh	10.0000	160.0000	14.83	2,372.80
<b>2,694.40</b>						
<b>Materiales</b>						
0291010005	ESPECIE NATIVA	und		500.0000	0.50	250.00
0291020001	ABONOS NATURALES	kg		100.0000	3.75	375.00
0291020002	PESTICIDAS	kg		100.0000	12.50	1,250.00
<b>1,875.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2,694.40	134.72
<b>134.72</b>						
<b>Subpartidas</b>						
010318010102	AGUA PARA LA OBRA	m3		60.0000	16.73	1,003.80
<b>1,003.80</b>						

Partida 06.01.01 MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

Rendimiento pto/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : pto 550.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Materiales</b>						
02902400010029	MONITOREO DE AIRE	pto		1.0000	550.00	550.00
<b>550.00</b>						

Partida 06.01.02 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

Rendimiento pto/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : pto 20.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Materiales</b>						
02902400010030	MONITOREO DE AGUA	pto		1.0000	20.00	20.00
<b>20.00</b>						

Partida 06.01.03 MONITOREO A NIVEL DE PRESION DE RUIDOS

Rendimiento pto/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : pto 52.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Materiales</b>						
02902400010031	MONITOREO DE RUIDOS	pto		1.0000	52.80	52.80
<b>52.80</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ					
Subpresupuesto	001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ	Fecha presupuesto	09/12/2017			
<hr/>							
Partida	06.02.01	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			1,276.57
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	14.83	118.64
							118.64
	Materiales						
02901300050009	CONTENEDORES		und		16.0000	72.00	1,152.00
							1,152.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	118.64	5.93
							5.93
<hr/>							
Partida	06.02.02	DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MICRORELLENO					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			712.13
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	20.10	160.80
0101010005	PEON		hh	4.0000	32.0000	14.83	474.56
							635.36
	Materiales						
0213020002	CAL HIDRATADA		kg		50.0000	0.90	45.00
							45.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	635.36	31.77
							31.77
<hr/>							
Partida	06.03.01	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS RIO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,400.0000	EQ. 3,400.0000	Costo unitario directo por : m2			1.36
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0094	14.83	0.14
							0.14
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.14	0.01
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0024	368.60	0.88
							0.89
	Subpartidas						
010318010102	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0200	16.73	0.33
							0.33
<hr/>							
Partida	06.03.02	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS CERRO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,400.0000	EQ. 3,400.0000	Costo unitario directo por : m2			1.36
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0094	14.83	0.14
							0.14
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.14	0.01
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0024	368.60	0.88
							0.89
	Subpartidas						
010318010102	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0200	16.73	0.33
							0.33

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1201001** DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto **001** DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto **09/12/2017**

Partida **06.03.03** READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTO

Rendimiento **m2/DIA** MO. **4,000.0000** EQ. **4,000.0000** Costo unitario directo por : m2 **1.35**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0120	14.83	0.18
						<b>0.18</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.18	0.01
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0020	368.60	0.74
						<b>0.75</b>
<b>Subpartidas</b>						
010318010102	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0250	16.73	0.42
						<b>0.42</b>

Partida **06.03.04** READECUACION AMBIENTAL DE PATIO DE MAQUINAS

Rendimiento **m2/DIA** MO. **4,000.0000** EQ. **4,000.0000** Costo unitario directo por : m2 **1.35**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0120	14.83	0.18
						<b>0.18</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.18	0.01
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0020	368.60	0.74
						<b>0.75</b>
<b>Subpartidas</b>						
010318010102	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0250	16.73	0.42
						<b>0.42</b>

Partida **06.03.05** DESMONTAJE DE OBRAS PROVISIONALES

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **791.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.10	160.80
0101010005	PEON	hh	5.0000	40.0000	14.83	593.20
						<b>754.00</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	754.00	37.70
						<b>37.70</b>

Partida **06.03.06** PROGRAMA DE CONTINGENCIAS

Rendimiento **glb/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **7,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>						
0291030001	PROGRAMA DE CONTINGENCIA	glb		1.0000	7,500.00	7,500.00
						<b>7,500.00</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBERENAS EN EL RIO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ						
Subpresupuesto	001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBERENAS EN EL RIO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ					Fecha presupuesto	09/12/2017
Partida	06.03.07	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA						
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			2,375.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	Mano de Obra							
0102020014	PERSONAL AUXILIAR DEL MEDIO AMBIENTE		mes		1.0000	1,500.00	1,500.00	
0103010012	INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE		mes		0.2500	3,500.00	875.00	
							<b>2,375.00</b>	
Partida	06.03.08	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL						
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			1,200.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	Mano de Obra							
0103010013	ESPECIALISTA EN EDUCACION AMBIENTAL		mes		0.2500	4,800.00	1,200.00	
							<b>1,200.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

### Reporte subpartidas (Resumido)

go	Partida	Und	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
16010108-1201001-01	TRANSPORTE INTERNO (D = 0.50 Km )	m3	61,715.6640	5.55	342,521.94
16010107-1201001-01	AFIRMADO : ZARANDEO ESTATICO	m3	18,083.3040	3.81	68,897.39
16010105-1201001-01	AFIRMADO : CARGUIO	m3	18,083.3040	2.03	36,709.11
16010104-1201001-01	AFIRMADO: EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3	18,083.3040	6.84	123,689.80
16010103-1201001-01	AFIRMADO - CONFORMACION, RIEGO Y COMPACTACION	m3	18,083.3040	9.72	175,769.71
13000103-1201001-01	CONCRETO $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$	m3	1.8587	280.35	521.09
51010503-1201001-01	GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : TRANSPORTE	m3	43,632.3600	7.36	321,134.17
18010407-1201001-01	GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : ZARANDEO ESTATICO	m3	43,632.3600	4.33	188,928.12
18010405-1201001-01	GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : COLOCACION	m3	43,632.3600	6.91	301,499.61
18010403-1201001-01	GRAVA (MATERIAL DE FILTRO) : CARGUIO	m3	43,632.3600	1.81	78,974.57
18010402-1201001-01	GRAVA (MATERIAL DE FILTRO) : EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3	43,632.3600	5.58	243,468.57
18010102-1201001-01	AGUA PARA LA OBRA	m3	11,047.2711	16.73	184,820.85
35010111-1201001-01	ZARANDEO ESTATICO	m3	10,395.0000	5.49	57,068.55
35010110-1201001-01	EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA	m3	10,395.0000	5.63	58,523.85
35010109-1201001-01	TRANSPORTE INTERNO	m3	10,395.0000	5.84	60,706.80
35010108-1201001-01	LASTRADO ( $e = 0.15m$ )	m3	10,395.0000	16.96	176,299.20
35010107-1201001-01	TRANSPORTE DE MATERIAL (LASTRADO)	m3	10,395.0000	16.73	173,908.35

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto **1201001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto **001** DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto **09/12/2017**

Partida		(010305010107-1201001-01) TRANSPORTE DE MATERIAL (LASTRADO)					
Rendimiento	m3/DIA	MO.138.00	EQ.138.00	Costo unitario directo por : m3		16.73	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
<b>Mano de Obra</b>							
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.1700	0.0099	16.50	0.16	
<b>Equipos</b>							
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	0.1700	0.0099	184.36	1.83	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0580	254.19	14.74	
						<b>16.57</b>	
Partida		(010305010108-1201001-01) LASTRADO (e = 0.15m)					
Rendimiento	m3/DIA	MO.1,429.00	EQ.1,429.00	Costo unitario directo por : m3		16.96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
<b>Subpartidas</b>							
010305010111	ZARANDEO ESTATICO	m3		1.0000	5.49	5.49	
01030501011C	EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA	m3		1.0000	5.63	5.63	
010305010109	TRANSPORTE INTERNO	m3		1.0000	5.84	5.84	
						<b>16.96</b>	
Partida		(010305010109-1201001-01) TRANSPORTE INTERNO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.500.00	EQ.500.00	Costo unitario directo por : m3		5.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
<b>Equipos</b>							
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	0.6000	0.0096	184.36	1.77	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0160	254.19	4.07	
						<b>5.84</b>	
Partida		(010305010110-1201001-01) EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA					
Rendimiento	m3/DIA	MO.1,060.00	EQ.1,060.00	Costo unitario directo por : m3		5.63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	24.12	0.02	
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0075	16.50	0.12	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0151	14.83	0.22	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.36	0.01	
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0075	333.10	2.50	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0075	368.60	2.76	
						<b>5.27</b>	

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto 09/12/2017

Partida (010305010111-1201001-01) ZARANDEO ESTATICO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.375.00	EQ.375.00	Costo unitario directo por : m3			5.49
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0021	24.12	0.05
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0953	14.83	1.26
							<b>1.32</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.31	0.07
0301400005	ZARANDA ESTATICA		hm	1.0000	0.0213	8.50	0.18
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0213	184.38	3.93
							<b>4.17</b>
Partida (010318010102-1201001-01) AGUA PARA LA OBRA							
Rendimiento	m3/DIA	MO.90.80	EQ.90.80	Costo unitario directo por : m3			16.73
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0881	14.83	1.31
							<b>1.31</b>
<b>Equipos</b>							
03010400030006	MOTOBOMBA DE 7-10 HP (3"-4")		hm	1.0000	0.0881	6.86	0.60
03012200050005	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl		hm	1.0000	0.0881	169.23	14.82
							<b>15.43</b>
Partida (010318010402-1201001-01) GRAVA (MATERIAL DE FILTRO) : EXTRACCION Y APILAMIENTO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.600.00	EQ.600.00	Costo unitario directo por : m3			5.58
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0013	24.12	0.03
01010300090001	CONTROLADOR OFICIAL		hh	1.0000	0.0133	16.50	0.22
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0267	14.83	0.40
							<b>0.65</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.65	0.03
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0133	369.60	4.90
							<b>4.93</b>
Partida (010318010403-1201001-01) GRAVA (MATERIAL DE FILTRO): CARGUIO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.850.00	EQ.850.00	Costo unitario directo por : m3			1.81
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
01010300090001	CONTROLADOR OFICIAL		hh	0.5000	0.0047	16.50	0.08
							<b>0.08</b>
<b>Equipos</b>							
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0094	184.38	1.73
							<b>1.73</b>

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto 09/12/2017

Partida		(010318010405-1201001-01) GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : COLOCACION						
Rendimiento	m3/DIA	MO.480.00	EQ.480.00	Costo unitario directo por : m3		6.91		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0017	24.12	0.04		
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0167	16.50	0.28		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0667	14.83	0.99		
		<b>1.31</b>						
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.31	0.04		
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0167	333.10	5.56		
		<b>5.60</b>						

Partida		(010318010407-1201001-01) GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : ZARANDEO ESTATICO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.475.00	EQ.475.00	Costo unitario directo por : m3		4.33		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0017	24.12	0.04		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0674	14.83	1.00		
		<b>1.04</b>						
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.04	0.05		
0301400005	ZARANDA ESTATICA	hm	1.0000	0.0168	8.50	0.14		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0168	184.38	3.10		
		<b>3.29</b>						

Partida		(010451010503-1201001-01) GRAVA (MATERIAL PARA FILTRO) : TRANSPORTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.400.00	EQ.400.00	Costo unitario directo por : m3		7.36		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
		<b>Mano de Obra</b>						
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.5000	0.0100	16.50	0.17		
		<b>0.17</b>						
		<b>Equipos</b>						
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.5000	0.0100	211.42	2.11		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0200	254.19	5.08		
		<b>7.20</b>						

### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto 09/12/2017

Partida		(010713000103-1201001-01) CONCRETO Fc = 140 Kg/cm <sup>2</sup>						
Rendimiento	m3/DIA	MO.18.00	EQ.18.00	Costo unitario directo por : m3		280.35		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	24.12	5.36		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	16.50	22.00		
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	20.10	26.80		
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.6667	14.83	39.55		
						<b>93.71</b>		
<b>Materiales</b>								
0201020012	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5.0000	7.57	0.38		
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.2800	13.80	3.86		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	35.25	17.63		
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8000	42.50	34.00		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		6.0000	19.25	115.50		
						<b>171.37</b>		
<b>Equipos</b>								
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4444	5.38	2.39		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	93.71	4.69		
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	1.0000	0.4444	11.65	5.18		
						<b>12.25</b>		
<b>Subpartidas</b>								
010318010102	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1800	16.73	3.01		
						<b>3.01</b>		

Partida		(010716010103-1201001-01) AFIRMADO - CONFORMACION, RIEGO Y COMPACTACION						
Rendimiento	m3/DIA	MO.600.00	EQ.600.00	Costo unitario directo por : m3		9.72		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	24.12	0.03		
01010300090001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0133	16.50	0.22		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0267	14.83	0.40		
						<b>0.65</b>		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.65	0.03		
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0133	158.79	2.11		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0133	184.31	2.45		
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.5000	0.0067	368.60	2.47		
						<b>7.07</b>		
<b>Subpartidas</b>								
010318010102	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	16.73	2.01		
						<b>2.01</b>		



### Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 1201001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ Fecha presupuesto 09/12/2017

Partida (010716010104-1201001-01) AFIRMADO: EXTRACCION Y APILAMIENTO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.880.00	EQ.880.00	Costo unitario directo por : m3			6.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0009	24.12	0.02	
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0091	16.50	0.15	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0182	14.83	0.27	
							<b>0.44</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.44	0.02	
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	1.0000	0.0091	333.10	3.03	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0091	368.60	3.35	
							<b>6.41</b>

Partida (010716010105-1201001-01) AFIRMADO : CARGUIO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.900.00	EQ.900.00	Costo unitario directo por : m3			2.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Mano de Obra</b>							
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0089	16.50	0.15	
							<b>0.15</b>
<b>Equipos</b>							
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0089	211.42	1.88	
							<b>1.88</b>

Partida (010716010107-1201001-01) AFIRMADO : ZARANDEO ESTATICO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.475.00	EQ.475.00	Costo unitario directo por : m3			3.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0017	24.12	0.04	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0337	14.83	0.50	
							<b>0.54</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.54	0.03	
0301400005	ZARANDA ESTATICA	hm	1.0000	0.0168	8.50	0.14	
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0168	184.38	3.10	
							<b>3.27</b>

Partida (010716010108-1201001-01) TRANSPORTE INTERNO (D = 0.50 Km )							
Rendimiento	m3/DIA	MO.500.00	EQ.500.00	Costo unitario directo por : m3			5.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Equipos</b>							
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0080	184.38	1.48	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0160	254.19	4.07	
							<b>5.54</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.8.6 Relación de Insumos

#### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ				
Fecha	01/12/2017					
Lugar	131101	LA LIBERTAD - VIRU - VIRU				
Código	Recurso	Unida	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0101010002	CAPATAZ	hh	10,955.3014	24.12	264,241.87	
0101010003	OPERARIO	hh	4,841.2297	20.10	97,308.72	
0101010004	OFICIAL	hh	2.4779	16.50	40.89	
0101010005	PEON	hh	144,993.6661	14.83	2,150,256.07	
0101010009	OPERARIO - DINAMITERO	hh	2,372.6823	20.10	47,690.91	
0101010010	OPERARIO - PERFORISTA	hh	4,750.7084	20.10	95,489.24	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	175.0400	24.12	4,221.96	
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	525.1200	14.83	7,787.53	
01010300030006	AYUDANTE NIVELADOR	hh	175.0400	14.83	2,595.84	
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	26,799.7675	16.50	442,196.16	
0101030017	NIVELADOR	hh	87.5200	24.12	2,110.98	
0102020014	PERSONAL AUXILIAR DEL MEDIO AMBIENTE	mes	10.0000	1,500.00	15,000.00	
0103010012	INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE	mes	2.5000	3,500.00	8,750.00	
0103010013	ESPECIALISTA EN EDUCACION AMBIENTAL	mes	2.5000	4,800.00	12,000.00	
					<b>3,149,690.17</b>	
MATERIALES						
0201020012	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq			0.70	
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	qal	0.5207	13.80	7.19	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kq	11.4870	2.45	28.14	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kq	2.0000	4.40	8.80	
0204120004	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kq	92.9900	4.40	409.16	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	1.4867	42.50	63.18	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.9299	35.25	32.78	
0207030002	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	0.7200	35.00	25.20	
0207040051	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	alb	1.0000	349,507.95	349,507.95	
0210020004	GEOTEXTIL DE 300 gr/m2	m2	214,938.7485	5.25	1,128,428.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	12.9522	19.25	249.33	
0213020002	CAL HIDRATADA	kq	50.0000	0.90	45.00	
02180200010005	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	und	18.0000	5.15	92.70	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	164.6150	6.65	1,094.69	
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und	17.2800	50.85	878.69	
02310500010005	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	und	1.2154	98.75	120.02	
0240020019	PINTURA ESMALTE SINTETICO	qal	4.2981	45.25	194.49	
02450200010017	BARRENO DE PERFORACION 7/8" x 3 pies	pza	53.4388	448.25	23,953.94	
02450200010018	BARRENO DE PERFORACION 7/8" x 5 pies	pza	53.4388	557.25	29,778.77	
0255100001	DINAMITA AL 65%	kq	13,359.6975	9.12	121,840.44	
0255100002	FULMINANTE N°8	pza	106,877.5800	0.36	38,475.93	
0255100005	CORDON DETONANTE	m	106,877.5800	1.05	112,221.46	
0255100007	MECHA DE SEGURIDAD IMPERMEABLE BLANCA	m	187,035.7650	0.52	97,258.60	
0255100008	SUPERFAM DOS "O"	kq	34,735.2135	2.60	90,311.56	
02621400010025	PLACA DE BRONCE	und	4.9449	62.50	309.06	
02901300050009	CONTENEDORES	und	16.0000	72.00	1,152.00	
02902400010029	MONITOREO DE AIRE	pto	15.0000	550.00	8,250.00	
02902400010030	MONITOREO DE AGUA	pto	15.0000	20.00	300.00	
02902400010031	MONITOREO DE RUIDOS	pto	45.0000	52.80	2,376.00	
0291010005	ESPECIE NATIVA	und	3,720.0000	0.50	1,860.00	
0291020001	ABONOS NATURALES	kq	744.0000	3.75	2,790.00	
0291020002	PESTICIDAS	kq	744.0000	12.50	9,300.00	
0291030001	PROGRAMA DE CONTINGENCIA	alb	1.0000	7,500.00	7,500.00	
					<b>2,028,864.21</b>	

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ			
Fecha	01/12/2017	Lugar	131101	LA LIBERTAD - VIRU - VIRU	
Código	Recurso	Unida	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
EQUIPOS					
03010000020001	NIVEL	hm	87.5200	6.90	603.89
0301000021	ESTACION TOTAL	hm	175.0400	15.85	2.774.38
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			124,493.42
03010400030006	MOTOBOMBA DE 7-10 HP (3"- 4")	hm	976.7769	6.86	6,700.69
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP	hm	745.6755	158.79	118,405.81
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kq	hm	4,750.7084	4.95	23,516.01
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	2,372.6823	78.08	185,259.03
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	2,367.5930	184.38	436,536.80
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	848.0074	211.42	179,285.72
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	18,967.1106	333.10	6,317,944.54
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1,382.2436	368.60	509,494.99
03011800020002	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	hm	8,070.9293	458.47	3,700,278.96
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	745.6755	184.31	137,435.45
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	20,716.8295	254.19	5,266,010.89
03012200050005	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 dl	hm	1,026.9104	168.23	172,757.14
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.8260	5.38	4.44
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	0.8260	11.65	9.62
0301400005	ZARANDA ESTATICA	hm	1.260.2939	8.50	10,712.50
					<b>17,192,224.28</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>22,370,778.66</b>

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.8.7 Fórmula Polinómica.

#### Fórmula Polinómica - Agrupamiento Preliminar

Presupuesto	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ
Subpresupuesto	001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ
Fecha presupuesto	09/12/2017	
Moneda	NUEVOS SOLES	

Indice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
01	ACEITE	0.000	0.000	
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.003	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.000	0.000	
04	AGREGADO FINO	0.000	0.000	
05	AGREGADO GRUESO	0.000	0.000	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.001	0.000	
28	DINAMITA	1.692	0.000	
29	DOLAR	0.048	0.000	
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	6.174	7.928	+02+21+28+29+43+54
34	GASOLINA	0.000	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.471	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	16.666	16.666	
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.009	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	11.784	12.255	+37
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.036	0.000	
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	63.115	63.151	+48
54	PINTURA LATEX	0.001	0.000	
<b>Total</b>		<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### Fórmula Polinómica

Presupuesto	1201001	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ
Subpresupuesto	00	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZA-MIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO VIRÚ, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRÚ
Fecha Presupuesto	09/12/2017	
Moneda	NUEVOS SOLES	
Ubicación Geográfica	131101	LA LIBERTAD - VIRU - VIRU

$$K = 0.123*(Jr / Jo) + 0.079*(DCr / DCo) + 0.167*(GGUr / GGUo) + 0.631*(ENIr / ENIo)$$

Monom	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.123	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.079	100.000	DC	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
3	0.167	100.000	GGU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
4	0.631	100.000	ENI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO

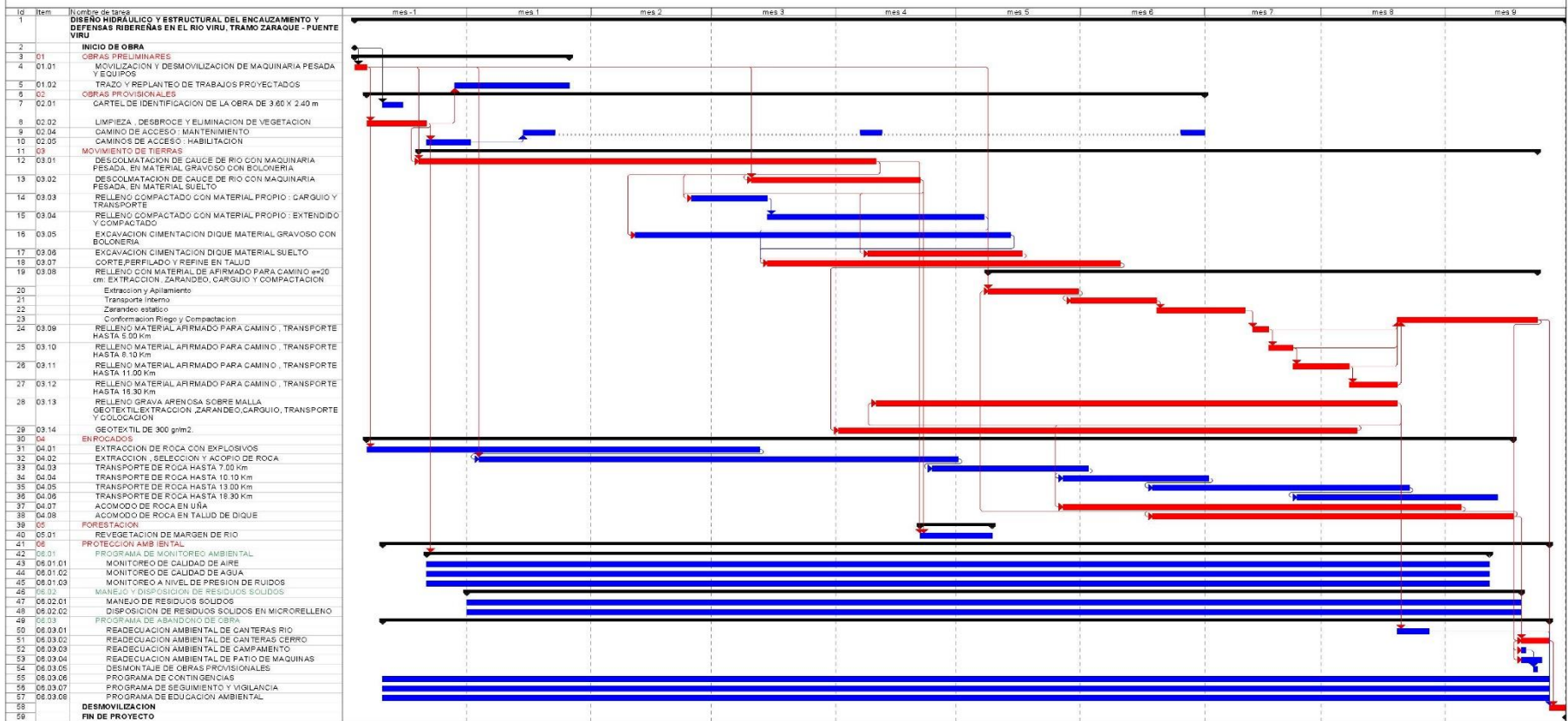
Fuente: Elaboración propia

### 3.8.8 Programación de Obra.

A continuación, se presenta el cronograma de ejecución de obra (MERTODO PER CPM), Cronograma Valorizado, Cronograma de Desemboolso y Cronograma de Utilización de Insumos y Equipos.

# CRONOGRAMA DE EJECUCION

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBERENAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU



Tarea		Tarea resumida		División		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin	
Tarea critica		Tarea critica resumida		Tareas externas		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Progreso	
Hito		Hito resumido		Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Resumen manual		Fecha limite	
Resumen		Progreso resumido		Agrupar por síntesis		Tarea manual		Sólo el comienzo		Progreso manual	

Elaborado : ILICH YASIR LOPEZ CAMONES

**CRONOGRAMA VALORIZADO DE EJECUCION DE OBRA**  
**DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU**

Item	Descripción	PRESUPUESTO (S/.)	Tiempo de Ejecucion																					
			1° Mes		2° Mes		3° Mes		4° Mes		5° Mes		6° Mes		7° Mes		8° Mes		9° Mes		10° Mes			
			(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)		
<b>1.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>																							
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS	349,507.95	50.00%	174,753.98	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	50.00%	174,753.98
01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE TRABAJOS PROYECTADOS	25,362.42	100.00%	25,362.42	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
<b>02</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>																							
02.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	3,280.86	100.00%	3,280.86	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
02.02	LIMPIEZA , DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	43,064.76	100.00%	43,064.76	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
02.03	CAMINO DE ACCESO : MANTENIMIENTO	444,262.28	0.00%	-	25.00%	111,065.57	0.00%	-	0.00%	-	25.00%	111,065.57	0.00%	-	0.00%	-	50.00%	222,131.14	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
02.04	CAMINOS DE ACCESO : HABILITACION	48,232.15	100.00%	48,232.15	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																							
03.01	DESCOLMATAcion DE CAUCE DE RIO Y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA.	2,210,119.85	15.00%	331,517.98	20.00%	442,023.97	30.00%	663,035.96	20.00%	442,023.97	15.00%	331,517.98	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.02	DESCOLMATAcion DE CAUCE DE RIO Y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL SUELTO .	819,563.66	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	50.00%	409,781.83	50.00%	409,781.83	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : CARGUO Y TRANSPORTE	205,612.06	0.00%	-	0.00%	-	50.00%	102,806.03	50.00%	102,806.03	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : EXTENDIDO Y COMPACTADO	266,101.55	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	45.00%	119,745.70	45.00%	119,745.70	10.00%	26,610.16	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.05	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA	869,616.56	0.00%	-	0.00%	-	30.00%	260,884.97	30.00%	260,884.97	30.00%	260,884.97	10.00%	86,961.66	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.06	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL SUELTO	189,805.58	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	50.00%	94,902.79	50.00%	94,902.79	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.07	CORTE, PERFILADO Y REFINE EN TALUD	451,300.30	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	20.00%	90,260.06	30.00%	135,390.09	30.00%	135,390.09	20.00%	90,260.06	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.08	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO PARA CAMINO e=20 cm. EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUO Y COMPACTACION	505,428.35	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	20.00%	101,085.67	20.00%	101,085.67	20.00%	101,085.67	20.00%	101,085.67	20.00%	101,085.67	20.00%	101,085.67
03.09	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO, TRANSPORTE HASTA 5.00 Km	41,164.11	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	#####	41,164.11	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.10	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO, TRANSPORTE HASTA 8.10 Km	40,380.44	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	#####	40,380.44	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
03.11	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO, TRANSPORTE HASTA 11.00 Km	97,063.18	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	50.00%	48,531.59	50.00%	48,531.59	0.00%	-	0.00%	-
03.12	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO, TRANSPORTE HASTA 16.30 Km	75,598.77	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	#####	75,598.77	0.00%	-	0.00%	-
03.13	RELLENO GRAVA ARENOSA SOBRE MALLA GEOTEXIL. EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUO, TRANSPORTE Y COLOCACION	1,376,237.36	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	20.00%	275,247.47	20.00%	275,247.47	20.00%	275,247.47	20.00%	275,247.47	20.00%	275,247.47	20.00%	275,247.47	0.00%	-
03.14	GEOTEXIL DE 300 gr/m2.	1,576,217.49	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	20.00%	315,243.50	20.00%	315,243.50	20.00%	315,243.50	20.00%	315,243.50	20.00%	315,243.50	20.00%	315,243.50	0.00%	-
<b>04</b>	<b>ENOCADO DE PROTECCION</b>																							
04.01	EXTRACCION DE ROCA CON EXPLOSIVOS	1,240,314.32	25.00%	310,078.58	25.00%	310,078.58	25.00%	310,078.58	25.00%	310,078.58	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
04.02	EXTRACCION, SELECCION Y ACOPIO DE ROCA	2,618,745.71	0.00%	-	25.00%	654,686.43	25.00%	654,686.43	25.00%	654,686.43	25.00%	654,686.43	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
04.03	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 7.00 Km	1,345,239.04	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	10.00%	134,523.90	85.00%	1,143,453.18	5.00%	67,261.95	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
04.04	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 10.10 Km	1,133,235.28	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	30.00%	339,970.58	40.00%	453,294.11	30.00%	339,970.58	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-
04.05	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 13 Km	1,851,310.17	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	30.00%	555,393.05	40.00%	740,524.07	30.00%	555,393.05	0.00%	-	0.00%	-
04.06	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 18.30 Km	1,408,134.66	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	20.00%	281,626.93	40.00%	563,253.86	40.00%	563,253.86	0.00%	-
04.09	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	1,463,608.56	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	20.00%	292,721.71	20.00%	292,721.71	20.00%	292,721.71	20.00%	292,721.71	20.00%	292,721.71	20.00%	292,721.71
04.10	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	1,483,336.92	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	20.00%	296,667.38	20.00%	296,667.38	20.00%	296,667.38	20.00%	296,667.38	20.00%	296,667.38	20.00%	296,667.38

**CRONOGRAMA VALORIZADO DE EJECUCION DE OBRA**  
**DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU**

Item	Descripción	PRESUPUESTO (S/.)	Tiempo de Ejecucion																					
			1° Mes		2° Mes		3° Mes		4° Mes		5° Mes		6° Mes		7° Mes		8° Mes		9° Mes		10° Mes			
			(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)	(%)	(S/.)		
<b>05</b>	<b>FORESTACION</b>																							
05.01	REVEGETACION DE MARGEN DE RIO	42,466.92	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	70.00%	29,726.84	30.00%	12,740.08	0.00%	-	0.00%	-		
<b>06</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>																							
06.01	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL																							
06.01.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	8,250.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00	10.00%	825.00
06.01.02	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	300.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00	10.00%	30.00
06.01.03	MONITOREO A NIVEL DE PRESION DE RUIDOS	2,376.00	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60	10.00%	237.60
06.02	MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS																							
06.02.01	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	1,276.57	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66	10.00%	127.66
06.02.02	DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MICRORELLENO	712.13	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21	10.00%	71.21
06.03	PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA																							
06.03.01	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS RIO	27,200.00	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	100.00%	27,200.00
06.03.02	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS CERRO	54,400.00	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	100.00%	54,400.00
06.03.03	READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTO	1,161.00	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	100.00%	1,161.00
06.03.04	READECUACION AMBIENTAL DE PATIO DE MAQUINAS	6,750.00	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	100.00%	6,750.00
06.03.05	DESMONTAJE DE OBRAS PROVISIONALES	791.70	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	100.00%	791.70
06.03.06	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	7,500.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00	10.00%	750.00
06.03.07	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA	23,750.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00	10.00%	2,375.00
06.03.08	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	12,000.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00	10.00%	1,200.00
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>22,370,778.66</b>		<b>941,907.19</b>		<b>1,523,471.02</b>		<b>1,997,108.43</b>		<b>2,735,854.62</b>		<b>3,301,900.81</b>		<b>3,113,870.67</b>		<b>2,029,224.11</b>		<b>2,673,680.56</b>		<b>2,529,359.48</b>		<b>1,524,401.78</b>		
<b>GASTOS GENERALES (14.76%)</b>		<b>3,301,926.93</b>		<b>139,025.50</b>		<b>224,864.32</b>		<b>294,773.20</b>		<b>403,812.14</b>		<b>487,360.56</b>		<b>459,607.31</b>		<b>299,513.48</b>		<b>394,635.25</b>		<b>373,333.46</b>		<b>225,001.71</b>		
<b>UTILIDAD (5%)</b>		<b>1,118,538.93</b>		<b>47,095.36</b>		<b>76,173.55</b>		<b>99,855.42</b>		<b>136,792.73</b>		<b>165,095.04</b>		<b>155,693.53</b>		<b>101,461.21</b>		<b>133,684.03</b>		<b>126,467.97</b>		<b>76,220.09</b>		
<b>IGV (18%)</b>		<b>4,822,424.01</b>		<b>203,045.05</b>		<b>328,411.60</b>		<b>430,512.67</b>		<b>589,762.71</b>		<b>711,784.15</b>		<b>671,250.87</b>		<b>437,435.78</b>		<b>576,359.97</b>		<b>545,248.97</b>		<b>328,612.24</b>		
<b>COSTO TOTAL PARCIAL (S/.)</b>		<b>31,613,668.53</b>		<b>1,331,073.10</b>		<b>2,152,920.49</b>		<b>2,822,249.72</b>		<b>3,866,222.20</b>		<b>4,666,140.56</b>		<b>4,400,422.38</b>		<b>2,867,634.58</b>		<b>3,778,359.81</b>		<b>3,574,409.88</b>		<b>2,154,235.82</b>		
<b>AVANCE PARCIAL (%)</b>				<b>4.21%</b>		<b>6.81%</b>		<b>8.93%</b>		<b>12.23%</b>		<b>14.76%</b>		<b>13.92%</b>		<b>9.07%</b>		<b>11.95%</b>		<b>11.31%</b>		<b>6.81%</b>		
<b>COSTO TOTAL ACUMULADO (S/.)</b>				<b>1,331,073.10</b>		<b>2,152,920.49</b>		<b>2,822,249.72</b>		<b>3,866,222.20</b>		<b>4,666,140.56</b>		<b>4,400,422.38</b>		<b>2,867,634.58</b>		<b>3,778,359.81</b>		<b>3,574,409.88</b>		<b>2,154,235.82</b>		
<b>AVANCE ACUMULADO (%)</b>				<b>4.21%</b>		<b>6.81%</b>		<b>8.93%</b>		<b>12.23%</b>		<b>14.76%</b>		<b>13.92%</b>		<b>9.07%</b>		<b>11.95%</b>		<b>11.31%</b>		<b>6.81%</b>		

## CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

### DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU

Nº	DESCRIPCION	DESEMBOLSO (S/.)										TOTAL
		1er Mes	2do Mes	3er Mes	4to Mes	5to Mes	6to Mes	7mo Mes	8vo Mes	9no Mes	10mo Mes	
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>											
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS	174,753.98	-	-	-	-	-	-	-	-	174,753.98	349,507.95
01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE TRABAJOS PROYECTADOS	25,362.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,362.42
<b>02</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>											
02.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	3,280.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,280.86
02.02	LIMPIEZA , DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	43,064.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,064.76
02.03	CAMINO DE ACCESO : MANTENIMIENTO	-	111,065.57	-	-	111,065.57	-	-	222,131.14	-	-	444,262.28
02.04	CAMINOS DE ACCESO : HABILITACION	48,232.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,232.15
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>											
03.01	DESCOLMATACION DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA.	331,517.98	442,023.97	663,035.96	442,023.97	331,517.98	-	-	-	-	-	2,210,119.85
03.02	DESCOLMATACION DE CAUCE DE RIO y CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MAQUINARIA PESADA, EN MATERIAL SUELTO .	-	-	-	409,781.83	409,781.83	-	-	-	-	-	819,563.66
03.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : CARGUIO Y TRANSPORTE	-	-	102,806.03	102,806.03	-	-	-	-	-	-	205,612.06
03.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO : EXTENDIDO Y COMPACTADO	-	-	-	119,745.70	119,745.70	26,610.16	-	-	-	-	266,101.55
03.05	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL GRAVOSO CON BOLONERIA	-	-	260,884.97	260,884.97	260,884.97	86,961.66	-	-	-	-	869,616.56
03.06	EXCAVACION CIMENTACION DIQUE MATERIAL SUELTO	-	-	-	-	94,902.79	94,902.79	-	-	-	-	189,805.58
03.07	CORTE,PERFILADO Y REFINE EN TALUD	-	-	-	90,260.06	135,390.09	135,390.09	90,260.06	-	-	-	451,300.30
03.08	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO PARA CAMINO e=20 cm: EXTRACCION, ZARANDEO, CARGUIO Y COMPACTACION	-	-	-	-	-	101,085.67	101,085.67	101,085.67	101,085.67	101,085.67	505,428.35
03.09	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 5.00 Km	-	-	-	-	-	-	-	41,164.11	-	-	41,164.11
03.10	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 8.10 Km	-	-	-	-	-	-	-	40,380.44	-	-	40,380.44
03.11	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 11.00 Km	-	-	-	-	-	-	-	48,531.59	48,531.59	-	97,063.18
03.12	RELLENO MATERIAL AFIRMADO PARA CAMINO , TRANSPORTE HASTA 16.30 Km	-	-	-	-	-	-	-	-	75,598.77	-	75,598.77
03.13	RELLENO GRAVA ARENOSA SOBRE MALLA GEOTEXTIL:EXTRACCION ,ZARANDEO,CARGUIO, TRANSPORTE Y COLOCACION	-	-	-	-	275,247.47	275,247.47	275,247.47	275,247.47	275,247.47	-	1,376,237.36
03.14	GEOTEXTIL DE 300 gr/m2.	-	-	-	-	315,243.50	315,243.50	315,243.50	315,243.50	315,243.50	-	1,576,217.49
<b>04</b>	<b>ENOCADO DE PROTECCION</b>											
04.01	EXTRACCION DE ROCA CON EXPLOSIVOS	310,078.58	310,078.58	310,078.58	310,078.58	-	-	-	-	-	-	1,240,314.32
04.02	EXTRACCION , SELECCION Y ACOPIO DE ROCA	-	654,686.43	654,686.43	654,686.43	654,686.43	-	-	-	-	-	2,618,745.71
04.03	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 7.00 Km	-	-	-	-	134,523.90	1,143,453.18	67,261.95	-	-	-	1,345,239.04
04.04	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 10.10 Km	-	-	-	339,970.58	453,294.11	339,970.58	-	-	-	-	1,133,235.28
04.05	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 13 Km	-	-	-	-	-	-	555,393.05	740,524.07	555,393.05	-	1,851,310.17
04.06	TRANSPORTE DE ROCA HASTA 18.30 Km	-	-	-	-	-	-	-	281,626.93	563,253.86	563,253.86	1,408,134.66
04.09	ACOMODO DE ROCA EN LUÑA	-	-	-	-	-	292,721.71	292,721.71	292,721.71	292,721.71	292,721.71	1,463,608.56
04.10	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	-	-	-	-	-	296,667.38	296,667.38	296,667.38	296,667.38	296,667.38	1,483,336.92



## CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

### DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU

Nº	DESCRIPCION	DESEMBOLSO (S/.)										TOTAL
		1er Mes	2do Mes	3er Mes	4to Mes	5to Mes	6to Mes	7mo Mes	8vo Mes	9no Mes	10mo Mes	
05	<b>FORESTACION</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05.01	REVEGETACION DE MARGEN DE RIO	-	-	-	-	-	-	29,726.84	12,740.08	-	-	42,466.92
06	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06.01	<b>PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06.01.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	825.00	825.00	825.00	825.00	825.00	825.00	825.00	825.00	825.00	825.00	8,250.00
06.01.02	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	300.00
06.01.03	MONITOREO A NIVEL DE PRESION DE RUIDOS	237.60	237.60	237.60	237.60	237.60	237.60	237.60	237.60	237.60	237.60	2,376.00
06.02	<b>MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06.02.01	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	127.66	127.66	127.66	127.66	127.66	127.66	127.66	127.66	127.66	127.66	1,276.57
06.02.02	DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MICRORELLENO	71.21	71.21	71.21	71.21	71.21	71.21	71.21	71.21	71.21	71.21	712.13
06.03	<b>PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06.03.01	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS RIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,200.00	27,200.00
06.03.02	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS CERRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54,400.00	54,400.00
06.03.03	READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,161.00	1,161.00
06.03.04	READECUACION AMBIENTAL DE PATIO DE MAQUINAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,750.00	6,750.00
06.03.05	DESMONTAJE DE OBRAS PROVISIONALES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	791.70	791.70
06.03.06	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00	7,500.00
06.03.07	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA	2,375.00	2,375.00	2,375.00	2,375.00	2,375.00	2,375.00	2,375.00	2,375.00	2,375.00	2,375.00	23,750.00
05.03.08	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	12,000.00
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>941,907.19</b>	<b>1,523,471.02</b>	<b>1,997,108.43</b>	<b>2,735,854.62</b>	<b>3,301,900.81</b>	<b>3,113,870.67</b>	<b>2,029,224.11</b>	<b>2,673,680.56</b>	<b>2,529,359.48</b>	<b>1,524,401.78</b>	<b>22,370,778.66</b>
<b>GASTOS GENERALES (14.76%)</b>		<b>139,025.50</b>	<b>224,864.32</b>	<b>294,773.20</b>	<b>403,812.14</b>	<b>487,360.56</b>	<b>459,607.31</b>	<b>299,513.48</b>	<b>394,635.25</b>	<b>373,333.46</b>	<b>225,001.71</b>	<b>3,301,926.93</b>
<b>UTILIDAD (5%)</b>		<b>47,095.36</b>	<b>76,173.55</b>	<b>99,855.42</b>	<b>136,792.73</b>	<b>165,095.04</b>	<b>155,693.53</b>	<b>101,461.21</b>	<b>133,684.03</b>	<b>126,467.97</b>	<b>76,220.09</b>	<b>1,118,538.93</b>
<b>IGV (18%)</b>		<b>203,045.05</b>	<b>328,411.60</b>	<b>430,512.67</b>	<b>589,762.71</b>	<b>711,784.15</b>	<b>671,250.87</b>	<b>437,435.78</b>	<b>576,359.97</b>	<b>545,248.97</b>	<b>328,612.24</b>	<b>4,822,424.01</b>
<b>COSTO TOTAL PARCIAL (S/.)</b>		<b>1,331,073.10</b>	<b>2,152,920.49</b>	<b>2,822,249.72</b>	<b>3,866,222.20</b>	<b>4,666,140.56</b>	<b>4,400,422.38</b>	<b>2,867,634.58</b>	<b>3,778,359.81</b>	<b>3,574,409.88</b>	<b>2,154,235.82</b>	<b>31,613,668.53</b>
<b>PORCENTAJE (%)</b>		<b>4.21%</b>	<b>6.81%</b>	<b>8.93%</b>	<b>12.23%</b>	<b>14.76%</b>	<b>13.92%</b>	<b>9.07%</b>	<b>11.95%</b>	<b>11.31%</b>	<b>6.81%</b>	
<b>COSTO TOTAL ACUMULADO (S/.)</b>		<b>1,331,073.10</b>	<b>2,152,920.49</b>	<b>2,822,249.72</b>	<b>3,866,222.20</b>	<b>4,666,140.56</b>	<b>4,400,422.38</b>	<b>2,867,634.58</b>	<b>3,778,359.81</b>	<b>3,574,409.88</b>	<b>2,154,235.82</b>	
<b>PORCENTAJE (%)</b>		<b>4.21%</b>	<b>6.81%</b>	<b>8.93%</b>	<b>12.23%</b>	<b>14.76%</b>	<b>13.92%</b>	<b>9.07%</b>	<b>11.95%</b>	<b>11.31%</b>	<b>6.81%</b>	

## CALENDARIO DE ADQUISICIONES DE MATERIALES

### DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU

Nº	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL(S/.)	ADQUISICION DE MATERIALES (S/.)										TOTAL
						1er Mes	2do Mes	3er Mes	4to Mes	5to Mes	6to Mes	7mo Mes	8vo Mes	9no Mes	10mo Mes	
1.00	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq	-	-	0.70	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.70
2.00	GASOLINA 90 OCTANOS	gal	0.52	13.80	7.19	7.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.19
3.00	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	11.49	2.45	28.14	28.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.14
4.00	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	2.00	4.40	8.80	8.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.80
5.00	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	92.99	4.40	409.16	409.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	409.16
6.00	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	1.49	42.50	63.18	63.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.18
7.00	ARENA GRUESA	m3	0.93	35.25	32.78	32.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.78
8.00	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	0.72	35.00	25.20	-	-	-	-	3.78	3.78	2.52	2.52	2.52	2.52	17.64
9.00	GEOTEXTIL DE 300 gr/m2	m2	214,938.75	5.25	1,128,428.43	1,128,428.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,128,428.43
10.00	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	12.95	19.25	249.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.00	CAL HIDRATADA	kg	50.00	0.90	45.00	45.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.00
12.00	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	und	18.00	5.15	92.70	92.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92.70
13.00	MADERA TORNILLO	p2	164.62	6.65	1,094.69	1,094.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,094.69
14.00	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und	17.28	50.85	878.69	878.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	878.69
15.00	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	und	1.22	98.75	120.02	120.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120.02
16.00	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	4.30	45.25	194.49	194.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	194.49
17.00	BARRENO DE PERFORACION 7/8" x 3 pies	pza	53.44	448.25	23,953.94	3,593.09	4,790.79	4,790.79	4,790.79	4,790.79	1,197.70	-	-	-	-	23,953.94
18.00	BARRENO DE PERFORACION 7/8" x 5 pies	pza	53.44	557.25	29,778.77	4,466.82	5,955.75	5,955.75	5,955.75	5,955.75	1,488.94	-	-	-	-	29,778.77
19.00	DINAMITA AL 65%	kg	13,359.70	9.12	121,840.44	18,276.07	24,368.09	24,368.09	24,368.09	24,368.09	6,092.02	-	-	-	-	121,840.44
20.00	FULMINANTE N°8	pza	106,877.58	0.36	38,475.93	5,771.39	7,695.19	7,695.19	7,695.19	7,695.19	1,923.80	-	-	-	-	38,475.93
21.00	CORDON DETONANTE	m	106,877.58	1.05	112,221.46	16,833.22	22,444.29	22,444.29	22,444.29	22,444.29	5,611.07	-	-	-	-	112,221.46
22.00	MECHA DE SEGURIDAD IMPERMEABLE BLANCA	m	187,035.77	0.52	97,258.60	14,588.79	19,451.72	19,451.72	19,451.72	19,451.72	4,862.93	-	-	-	-	97,258.60
23.00	SUPERFAM DOS "O"	kg	34,735.21	2.60	90,311.56	13,546.73	18,062.31	18,062.31	18,062.31	18,062.31	4,515.58	-	-	-	-	90,311.56
24.00	PLACA DE BRONCE	und	4.94	62.50	309.06	309.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	309.06
25.00	CONTENEDORES	und	16.00	72.00	1,152.00	1,152.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,152.00
26.00	MONITOREO DE AIRE	pto	15.00	550.00	8,250.00	660.00	577.50	577.50	577.50	577.50	577.50	577.50	577.50	577.50	577.50	5,857.50
27.00	MONITOREO DE AGUA	pto	15.00	20.00	300.00	24.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	213.00
28.00	MONITOREO DE RUIDOS	pto	45.00	52.80	2,376.00	190.08	166.32	166.32	166.32	166.32	166.32	166.32	166.32	166.32	166.32	1,686.96
29.00	ESPECIE NATIVA	und	3,720.00	0.50	1,860.00	-	-	-	-	-	-	1,302.00	558.00	-	-	1,860.00
30.00	ABONOS NATURALES	kg	744.00	3.75	2,790.00	-	-	-	-	-	-	1,953.00	837.00	-	-	2,790.00
31.00	PESTICIDAS	kg	744.00	12.50	9,300.00	-	-	-	-	-	-	6,510.00	2,790.00	-	-	9,300.00
32.00	PROGRAMA DE CONTINGENCIA	glb	1.00	7,500.00	7,500.00	-	-	-	-	-	-	5,250.00	2,250.00	-	-	7,500.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>1,679,356.26</b>	<b>1,210,815.22</b>	<b>103,532.96</b>	<b>103,532.96</b>	<b>103,532.96</b>	<b>103,536.74</b>	<b>26,460.64</b>	<b>15,782.34</b>	<b>7,202.34</b>	<b>767.34</b>	<b>767.34</b>	<b>1,675,930.83</b>
<b>IGV (18%)</b>					<b>302,284.13</b>	<b>217,946.74</b>	<b>18,635.93</b>	<b>18,635.93</b>	<b>18,635.93</b>	<b>18,636.61</b>	<b>4,762.92</b>	<b>2,840.82</b>	<b>1,296.42</b>	<b>138.12</b>	<b>138.12</b>	<b>301,667.55</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1,981,640.39</b>	<b>1,428,761.96</b>	<b>122,168.89</b>	<b>122,168.89</b>	<b>122,168.89</b>	<b>122,173.35</b>	<b>31,223.56</b>	<b>18,623.16</b>	<b>8,498.76</b>	<b>905.46</b>	<b>905.46</b>	<b>1,977,598.38</b>
<b>PORCENTAJE (%)</b>						<b>72.10%</b>	<b>6.17%</b>	<b>6.17%</b>	<b>6.17%</b>	<b>6.17%</b>	<b>1.58%</b>	<b>0.94%</b>	<b>0.43%</b>	<b>0.05%</b>	<b>0.05%</b>	<b>99.80%</b>

## CALENDARIO DE UTILIZACION DE EQUIPOS

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO VIRU, TRAMO ZARAQUE - PUENTE VIRU

Nº	EQUIPO	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL(S/.)	TOTAL EQUIPOS										
						1er Mes	2do Mes	3er Mes	4to Mes	5to Mes	6to Mes	7mo Mes	8vo Mes	9no Mes	10mo Mes	
1.00	NIVEL	hm	87.52	6.90	603.89	2.00	2.00									
2.00	ESTACION TOTAL	hm	175.04	15.85	2,774.38	1.00	1.00									
3.00	MOTOBOMBA DE 7-10 HP (3"- 4")	hm	976.78	6.86	6,700.69	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
4.00	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	745.68	158.79	118,405.81	2.00				2.00	2.00	2.00				
5.00	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	4,750.71	4.95	23,516.01	8.00	8.00	8.00	8.00							
6.00	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	2,372.68	78.08	185,259.03	4.00	4.00	4.00	4.00							
7.00	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	2,367.59	184.38	436,536.80					4.00	4.00	4.00	4.00	4.00		
8.00	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	848.01	211.42	179,285.72					2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
9.00	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3	hm	18,967.11	333.10	6,317,944.54	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
10.00	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1,382.24	368.60	509,494.99	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
11.00	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP	hm	8,070.93	458.47	3,700,278.96	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00					
12.00	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	745.68	184.31	137,435.45	2.00				2.00	2.00	2.00				
13.00	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	20,716.83	254.19	5,266,010.89				10.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
14.00	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	hm	1,026.91	168.23	172,757.14	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
15.00	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.83	5.38	4.44	1.00										
16.00	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	0.83	11.65	9.62	1.00										
17.00	ZARANDA ESTATICA	hm	1,260.29	8.50	10,712.50					4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>17,067,730.86</b>											
<b>IGV (18%)</b>					<b>3,072,191.55</b>											
<b>TOTAL</b>					<b>20,139,922.41</b>											

#### IV. DISCUSION

- Los resultados obtenidos en el Levantamiento topográfico guardan relación con lo calculado por (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015), quienes señalan que el tramo Zaraqe – Tomabal la pendiente promedio es de 0.85 %, estando de acorde a lo hallado en la presente tesis que es de 0.87% en promedio.
- De los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos, respecto al tipo de suelo concuerda con lo obtenido por (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015) quienes concluyen que el tipo de suelo corresponde a una Grava mal graduada (GP), obteniendo un valor superior ( $4.14 \text{ kg/cm}^2$ ) de la capacidad admisible a la hallada en la presente tesis ( $3.13 \text{ kg/cm}^2$ .)
- Los resultados obtenidos en el estudio hidrológico no concuerdan con lo señalado por (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015) los que obtienen un caudal de diseño de máxima avenida de  $382.95 \text{ m}^3/\text{s}$  para un periodo de retorno de 50 años, en la presente tesis se ha calculado un caudal de diseño de máxima avenida de  $393.53 \text{ m}^3/\text{s}$  para un periodo de retorno de 140 años según lo establece el (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008) que para Defensas Ribereñas corresponde 40 años de vida útil y un 25% de riesgo admisibles.
- De lo obtenido en el Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad estos guardan relación con la metodología descrita por él (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI, 2011) y el (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015) quienes plantean que para la evaluación de riesgos por inundación es necesario realizar un cálculo probabilista para eventos por inundaciones para periodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años , ello de acorde con lo realizado en la presente tesis.
- Respecto a los resultados obtenidos en el diseño hidráulico, tienen cierta relación con lo obtenido por (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015) quienes consideran 80 m de ancho estable, 2.80 m de altura de muros de encauzamiento , 1.36 m de máxima profundidad de so-

cavación y 1.80m de profundidad de cimentación (Uña), cuyos parámetros se encuentran dentro de los resultados obtenidos en la presente tesis cuyo cálculo hidráulico se realizó por tramos obteniendo anchos de 50, 75 y 90 m, alturas de 3.50, 3.00 y 2.80 m, máxima profundidad de socavación de 2.01 m y profundidad de cimentación de las estructuras de 3.00, 2.50 y 2.00 m.

- En lo que respecta a los resultados obtenidos en el diseño estructural, tienen cierta relación con lo obtenido por (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015) quienes consideran diámetros de roca de 0.70 – 1.00 m concordante con los resultados obtenidos en el presente estudio de 0.80 m a 1.00 m de diámetros medio de roca. Por otro lado independientemente de la metodología empleada el análisis de estabilidad del enrocado obtenido por (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015) , es acorde con los resultados hallados en la presente tesis.
- Finalmente, respecto a los impactos ambientales generados por las estructuras diseñadas son de magnitud baja reversibles concordante con lo establecido con (Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, 2015).

## V. CONCLUSIONES

- El Levantamiento topográfico se realizó del cauce del Río Virú en una longitud de 11 Km, en un terreno con topografía moderada con pendiente promedio de 0.87%, en el cual se ha toma datos referentes a la variación del cauce, eje de referencia, límites de terrenos de cultivo, infraestructura vial y de riego existente, entre otros detalles, que permitirán realizar el diseño hidráulico de las defensas ribereñas.
- En el Estudio de Mecánica de Suelos, se ha realizado el análisis de 10 calicatas de cuyo análisis podemos concluir que en general el tipo de suelo en el tramo de estudio de acuerdo a la clasificación SUCS corresponden a GP y GW, es decir Gravas mal graduadas con arena y bien graduadas con arena y gravas bien graduadas con arena, con un peso específico seco de  $1.861 \text{ g/cm}^3$  y capacidad admisible de  $3.13 \text{ kg/cm}^2$ .
- En el Estudio Hidrológico realizado se ha calculado los caudales de máximas avenidas de 10, 25, 50, 100, 140 y 200 años que son de 158.87, 231.09, 291.95, 358.78, 393.53 y  $432.10 \text{ m}^3/\text{s}$ , estimados a partir de caudales máximas diarias de la cuenca del río Virú registrados en la estación Huacapongo / Virú.
- Del Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad en las láminas de inundación resultantes del modelamiento hidráulico para los periodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años nos muestran que los tirantes máximos del nivel de agua son de 2.63, 2.90, 3.21 y 3.53 m respectivamente, cuyos niveles supera todo el ancho del cauce del rio produciendo erosión e inundación.

La estimación de riesgos por inundación, en base a la intensidad y frecuencia se ha elaborado los mapas de peligros para los periodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años, los cuales nos muestran que el área de influencia del proyecto es de ALTO PELIGRO, frente a Inundaciones fluviales.

El grado de Vulnerabilidad Total del área de influencia del proyecto es de ALTO GRADO.

- El diseño hidráulico se ha realizado para un caudal máxima avenida de 393.53 m<sup>3</sup>/s correspondiente a un periodo de retorno de 140 años, con el cual se ha dimensionando el ancho optimo del río, optando con anchos de 50, 75 y 90 m.

Del planteamiento y resultado del modelamiento hidráulico en la condición propuesta se ha determinado que la altura de las estructuras de defensa ribereña será de 3.50, 3.00 y 2.80 m.

De la estimación de la profundidad de socavación se tiene que la máxima profundidad de socavación en el tramo de estudio es de 2.01 m. La medida estructural seleccionada corresponde a la protección con diques de encauzamiento con enrocados.

- El diseño Estructural propone como profundidad de cimentación de las estructuras será de 3.00, 2.50 y 2.00 m.

El dimensionamiento del enrocado propone diámetros medio de roca d<sub>50</sub> de 1.00 y 0.80 m.

El filtro de grava tendrá en espesor de 0.20 m.

Los análisis de estabilidad de las secciones analizadas son estables.

- De acuerdo al análisis hidráulico y estructural se propone 04 tipo de secciones de enrocados de protección.

Rio	Tramo	Altura Enrocado h (m)	Profundidad de Uña Pc (m)	Altura Total (m) H = h + Pc	Diametro Medio Roca D <sub>50</sub> (m)	SECCION ENROCADO
VIRU	Km 0+000.00 - Km 1+000.00	3.50	3.00	6.50	1.00	Tipo I
	Km 1+000.00 - Km 4+580.00	3.00	2.50	5.50	1.00	Tipo II
	Km 4+580.00 - Km 7+220.00	3.00	2.00	5.00	1.00	Tipo III
	Km 7+220.00 - Km 9+380.00	2.80	2.00	4.80	0.80	Tipo IV
	Km 9+380.00 - Km 10+940.00					

- Los impactos ambientales generados por el proyecto, serán de magnitud baja reversibles, no se identifican impactos negativos de relevancia que pudiera generar el proyecto sobre los diversos componentes ambientales en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

- El costo del proyecto asciende a:

Costo Directo	S/. 22'370,778.66
Gastos Generales (14.76 %CD)	S/. 3'301,926.93
Utilidad (5%D)	S/. 1'118,538.93
	=====
Sub Total	S/. 29'791,244.52
	=====
IGV (18%)	S/. 4'822,242.01
	=====
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>S/. 31'613,668.53</b>

- El Cronograma de ejecución del proyecto es de 10 meses.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- La ejecución del proyecto deberá realizarse preferente en época de estiaje, entre los meses de abril – diciembre.
- Se recomienda la ejecución del Plan de Manejo Ambiental propuesta.
- Realizar coordinaciones con la Autoridad Nacional del Agua para la delimitación y demarcación con Hitos de la Faja Marginal del tramo en estudio.



## VII. REFERENCIAS.

- Alvaro Aguilar, L., & Henriquez Fasanando, L. (2014). *Diseño Hidráulico y Estructural de defensa ribereña del Río Chicama, tramo Punta Moreno Pampas de Jaguey aplicando el programa RIVER*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Aparicio, F. (1996). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Lima: Limusa S.A.
- Associate Professor R. J. Keller. (2005). *Guidelines for the Design of River Bank Stability and Protection using RIP-RAP*. Australia: CRC for Catchment Hydrology.
- Autoridad Nacional del Agua. (2011). *Tratamiento de cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca del Santa*. Lima: Dirección de Estudio de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Perfil de Riesgo por Inundaciones en el Perú*. Lima.
- Bañón Blazquez, L., & Bevia García, J. (2000). *RUA : Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante*. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>
- Campos, A. (1992). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. Mexico: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- [ceres.udc.es](http://ceres.udc.es). (08 de Diciembre de 2017). Obtenido de [ftp://ceres.udc.es/ITS\\_Caminos/1\\_Ciclo/Hidraulica\\_Hidrologia\\_II/tema\\_Avenidas.pdf](ftp://ceres.udc.es/ITS_Caminos/1_Ciclo/Hidraulica_Hidrologia_II/tema_Avenidas.pdf)
- Chow, V. (1994). *Hidráulica de canales Abiertos*. Santa Fé: McGraw Hill Interamericana S.A.
- Coloma Laimito, A. (2015). *Simulación Hidrológica e Hidráulica del Río Tambo, sector Santa Rosa, Distrito de Cocachacra, Provincia de Isla y Departamento de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Delgadillo Santander, A., & Moreno Barrios, A. (2011). *webdelprofesor.ula.ve*. Obtenido de <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoren/HIDRO/MORFOMETR%CDA%20DE%20CUENCAS.pdf>
- Dominguez, R., & Sánchez, J. (1990). *Las Inundaciones en México, Proceso de formación y formas de Mitigación*. México: CENAPRED.

- ECOPLANET - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC. (2009). *Estudio de Impacto Ambiental "Construcción de Canales Integradores"*. Trujillo.
- Espinoza Ruiz, L., & Torres Sandoval, J. (2015). *Diseño Hidráulico y Estructural de Diques para el encauzamiento del Río Virú entre Zaraque y Tomabal*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Francke, S. (1998). *Manual de Control de Erosión*. Chile: Corporación Nacional Forestal. Programa de Ordenación y Manejo de Cuencas.
- Ibañez, S. e. (2011). *Morfología de las cuencas hidrográficas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Rural. Universidad Técnica de Valencia.
- INADE - Proyecto Especial CHAVIMOCHIC . (2002). *"Plan de Gestión de la Oferta de Agua en las Cuencas de los Proyectos Hidráulicos de la Costa"*. Trujillo.
- INEI. (20 de Noviembre de 2007). Obtenido de <http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú - INDECI. (2011). *Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales*. Lima.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. Dirección General de Aguas y Suelos - INRENA. (2004). *Estudio Integral de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Acarí y Yauca*. Acarí: Administración Técnica del Distrito de Riego Acari - Yauca - Puquio.
- Jure, J., & Rodríguez, S. (1997). *Aplicabilidad del Sistema de Evaluación de Impacto*. Instituto Profesional INACAP.
- Leopold , L. (1971). *A procedure for Evaluating Enviromental Impact*. US Department of the Interior. USA: Gov. Print. Office.
- Lopez, W. (13 de Junio de 2011). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/wlopezalmarza/hidrologia-cuencas-hidrograficas>
- Maccaferri. (2008). *Tipos de gaviones*. Obtenido de <https://tiposdegaviones1.jimdo.com/>
- Maldonado Reymundo, G. (2016). *Diseño de Enrocados de protección de la relavera La Esperanza-Río Tulumayo*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima: Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado mediante D.S. 034-2008.
- Ministerio del Ambiente. (Diciembre de 2016). Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp->

content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-2.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-2.pdf

monografias.com. (26 de Noviembre de 2017). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos96/cuencas-hidrograficas/cuencas-hidrograficas.shtml>

Monsalve Saénz, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. 2da Edición.

Neyra Quisca, V. (28 de Noviembre de 2017). *Repositorio UNA*. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4282/ANEXO%20A.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Ordoñez Galvez, J. (26 de Noviembre de 2011). *¿Que es una Cuenca Hidrologica?* Lima: Sociedad Geográfica de Lima. Obtenido de [http://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/cuenca\\_hidrologica.pdf](http://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf)

Paredes Carrion, N. (2018). *Análisis y diseño de pilas tipo para cimentaciones en puentes basándose en la información del puente sobre el Río Zamora*. Loja - Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.

Proyecto Especial CHAVIMOCHIC. (2017). *Reporte de Información Hidrométrica*. Trujillo: SubGerencia de Operación y Mantenimiento.

Salas Salinas, M. (1999). *Obras de Protección contra Inundaciones*. México: Centro Nacional de Prevención de Desastre.

Salas Salinas, M., & Jiménez Espinosa, M. (2014). *Inundaciones*. 1° Edición. Mexico - DF: Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres. CENAPRED.

Secretaría de Agricultura, ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación - SAGARPA. (2012). *Hidrología aplicada a las Pequeñas Obras Hidráulicas*. Mexico -DF: Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección general de Apoyos para el Desarrollo Rural.

Terán A., R. (1998). *Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas*. Lima: Charles Sutton.

U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service. (1985). *National Engineering Handbook*. Section 4.

Universidad Nacional de Cajamarca. (Noviembre de 2017). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/williamedwintapiaruiz/analisis-de-consistencia>

Viramontes O., O., Escoboza, L., Pinedo, A., Rey, V., Roman, J., Perez, A., & Pinedo, C. (2007). *Morfometría de la cuenca del río San Pedro, Conchos, Chihuahua*. Chihuahua: Tecnociencia.

Wikiquote. (26 de Noviembre de 2017). Obtenido de <https://es.wikiquote.org/wiki/R%C3%ADo>

WMO - UNESCO. (1974). *Glosario Hidrológico Internacional - WMO/OMM/BMO, N°385*. Suiza: Secretaria de la Organización Meteorológica Mundial.

[www.fhwa.dot.gov](http://www.fhwa.dot.gov). (08 de Diciembre de 2017). Obtenido de <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/hec/hec11sl.pdf>

## **VIII. ANEXOS**

Anexo 1: Estudio Mecánica de Suelos

Anexo 2: Estudio Hidrológico

Anexo 3: Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad

Anexo 4: Diseño Hidráulico y Estructural

Anexo 5: Análisis de Costos y Presupuestos

Anexo 6: Planos

---

**Ilich Yasir López Camones**

**DNI: 31674398**