



PERÚ

**Ministerio
de Agricultura**

**Autoridad Nacional
del Agua**



DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RIO PAUCARTAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACION Y EROSION



VOLUMEN I: MEMORIA

Lima, Abril 2015

“TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO PAUCARTAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y EROSION FLUVIAL”

PERSONAL PARTICIPANTE

PERSONAL DIRECTIVO:

Ing. Juan Carlos Sevilla Gildemeister
Ing. Tomas Alfaro Abanto

Jefe Autoridad Nacional del Agua
Director de Estudios de Proyectos
Hidráulicos Multisectoriales

PERSONAL EJECUTOR:

Ing. Carlos Antonio Perleche Fuentes

Formulador del Estudio
Propuesta de Zonas para Extraer
Material de acarreo
Gestión del Riesgo

Ing. Eduardo Choquepuma Llave

Caudales Máximos

Ing. Irma Martínez Carrillo

Geología

Ing. Juan Bardalez Reátegui

Identificación de Puntos críticos

Ing. Jeanne Susan Quiñonez Rojas

Impactos, Mapas Temático y SIG

PERSONAL DE APOYO:

Tec. Inf. Mavi Anicama Agurto

Edición e Impresión

“TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO PAUCARTAMBO PARA EL CONTROL DE INUNDACION Y EROSION FLUVIAL”

ÍNDICE

RESUMEN	4
CAPITULO 1:INTRODUCCIÓN	5
1.1 Propósito.....	5
1.2 Objetivos	5
1.3 Alcances del estudio	5
1.4 Antecedentes	5
1.5 Problemática	6
1.6 Definiciones.....	7
CAPITULO 2: INFORMACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA	15
2.1 Generalidades.....	15
2.1.1 Ubicación del Proyecto.....	15
2.1.2 Reseña Histórica.....	17
2.1.3 Centros Urbanos	19
2.1.4 Vías de Comunicación	19
2.2 Características Geomorfológicas.....	20
2.2.1 Área de la cuenca (A).....	18
2.2.2 Perímetro, longitud y ancho de la cuenca.....	20
2.2.3 Pendiente predominante del cauce y de la cuenca.....	22
2.2.4 Altitud media de la cuenca	20
2.2.5 Coeficiente de compacidad (Kc).....	20
2.2.6 Factor de forma (Kf)	21
2.2.7 Coeficiente Orográfico	23
2.2.8 Rectángulo equivalente	21
2.2.9 Longitud total de la red.....	21
2.2.10Grado de ramificación.....	214
2.2.11Longitud promedio de los ríos.....	214
2.2.12Relación de longitudes	214
2.2.13Densidad de drenaje.....	215
2.2.14Tiempo de concentración	215
2.3 Climatología y Tipos de Clima.....	22
2.4 Características Geológicas.....	23
2.5 Red de Drenaje	¡Error! Marcador no definido.23
2.6 Zonas de Vida y Unidades de Conservación	24
2.7 Características Socioeconómicas.....	30

CAPITULO 3: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	41
3.1 Generalidades.....	41
3.2 Revisión de Información Existente	41
3.3 Geología Regional.....	41
3.3.1 Unidades geomorfológicas	42
3.3.2 Litología y Estratigrafía.....	43
3.3.3 Geología Estructural.....	45
3.3.4 Sismicidad.....	45
3.3.5 Catastro Minero de la Cuenca Baja del río Paucartambo	46
3.4 Peligros Geológicos Registrados.....	46
3.5 Evaluación Geológica.....	52
3.6 Geotécnica del área de estudio.....	58
3.6 Evaluación de Canteras	68
CAPITULO 4: CAUDALES MÁXIMOS-EVENTOS EXTREMOS.....	38
4.1 Eventos climáticos extremos en el río Paucartambo.....	72
4.2 Planteamiento hidrológico.....	72
4.3 Información utilizada.....	73
4.4 Métodos.....	76
4.4.1 Método estadístico.....	77
4.4.2 Método Fuller.....	79
4.4.3 Método Envolvente de Creager.....	80
4.5 Resultados.....	81
CAPITULO 5: RED GEODÉSICA.....	85
5.1 Establecimiento del Punto Geodésico	¡Error! Marcador no definido. 85
5.2 Información de los Puntos de Orden “C”	85
5.3 Mapas de ubicación de los Puntos de Orden “C”.....	92
CAPITULO 6: PARÁMETROS HIDRÁULICOS Y ACONDICIONAMIENTO DEL CAUCE EN RÉGIMEN ESTABLE	78
6.1 Morfología fluvial	59
6.2 Acondicionamiento del cauce.....	59
6.2.1 Trazo del eje del río.....	60
6.2.2 Coeficiente de rugosidad.....	82
6.2.3 Cálculo del ancho estable	84
6.2.4 Pendiente del eje del cauce	85
CAPITULO 7: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE ACARREO EN EL RÍO PAUCARTAMBO.....	87

7.1	Generalidades.....	87
7.2	Zonas de extracción de material de acarreo en el Paucartambo.....	87
7.3	Volumen de material a extraerse.....	95

CAPITULO 8: IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE EROSIÓN FLUVIAL 90

8.1	Introducción.....	96
8.2	Objetivo.....	96
8.3	Análisis de la Identificación de Puntos Críticos.....	96
8.4	Identificación de Puntos Críticos por Distrito	97
8.4.1	Distrito de Poroto.....	97
8.4.2	Distrito de Laredo.....	99
8.4.3	Distrito de Paucartambo.....	100
8.5	Resultados	97

CAPITULO 9: GESTIÓN DEL RIESGO: PROPUESTA DE MEDIDAS ESTRATÉGICAS 98

9.1	Planteamiento Hidráulico.....	103
9.2	Propuesta de medidas estrategicas.....	104
9.2.1	Criterios de diseño: Dique Enrocado	99
9.2.2	Calculo Hidraulico y Estructural	99
9.2.3	Descripción de la alternativa.....	99

CAPITULO 10: IMPACTOS DEL ESTUDIO 111

10.1	Evaluación de Impactos Ambientales	¡Error! Marcador no definido.
10.2	Determinación de las Áreas de Influencia	117
10.3	Descripción General de Actividades de Medidas Estructurales y No Estructurales ...	118
10.3.1	Actividades de Medidas Estructurales	118
10.3.2	Actividades de Medidas No Estructurales	119
10.4	Impactos Ambientales del Estudio.....	119
10.4.1	Ecología	119
10.4.2	Flora	120
10.4.3	Fauna	121
10.4.4	Área naturales y protegidas	121
10.4.5	Áspectos socioeconomicos.....	121
10.4.6	Comunidades campesinas.....	122
10.4.7	Zonas de patrimonio historico nacional.....	123
10.5	Medidas preventivas y de manejo ambiental.....	125

CAPITULO 11: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 125

11.1	Conclusiones.....	125
11.2	Recomendaciones.....	128

RESUMEN

El presente documento trata del estudio “Tratamiento de cauce del río Paucartambo para el control de inundación y erosión fluvial”, estructurado en 11 capítulos.

El primer capítulo hace referencia a los objetivos del estudio, la problemática que sustenta la elaboración de este documento y a los trabajos de defensas ribereñas ejecutados por el Estado Peruano.

El segundo capítulo, describe las características de la cuenca, haciendo énfasis en las características geomorfológicas, climatológicas, geológicas, red de drenaje (ríos, quebradas y lagunas), ecología, socio económica e infraestructura vial (puentes).

El tema geológico es detallado en el capítulo 3.

El capítulo 4, hace referencia al cálculo del caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años. El río Paucartambo no cuenta con estaciones hidrométricas, algunas empresas privadas realizan campañas de aforos pero no ha sido posible acceder a información de caudales diarios. Al respecto se ha visto necesario aplicar diversos métodos indirectos para estimar las máximas descargas en el río Paucartambo.

En el capítulo 5, se detalla la red geodésica y en el Capítulo 6 se establece los criterios para el trazo del eje del río, siendo el régimen hidrológico y la sinuosidad los factores físicos más importantes que condicionan la estabilidad del cauce.

La gestión de riesgos, comprende el análisis de la vulnerabilidad de las zonas inundables, ante la presencia de caudales grandes y la propuesta de medidas estructurales y no estructurales para mitigar los efectos de los desbordes de agua.

El capítulo 10, trata sobre los impactos positivos y negativos que generan la ejecución de proyectos o programas sobre defensas ribereñas; en tal sentido se deben tener en cuenta las recomendaciones de este capítulo, cuando se elaboren estudios de perfiles, factibilidad o expediente técnicos. Finalmente, el capítulo 11, está referido a las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Propósito

Contar con un documento de gestión del recurso hídrico en periodos de avenidas ordinarias y extraordinarias.

Este documento será de utilidad al Consejo de Cuenca, Gobiernos Regionales, Locales, instituciones privadas; para planificar, concertar y coordinar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

1.2 Objetivos

- ✓ Definir el ancho estable del río que facilite el drenaje del caudal de avenidas ordinarias, corrigiendo los tramos trezados, estrangulamiento y ensanchamiento del cauce.
- ✓ Identificar puntos críticos de desborde y erosión por avenidas ordinarias y extraordinarias.
- ✓ Determinar la zona de erosión del cauce del río Paucartambo, para periodos de retorno 10, 25 y 50 años.
- ✓ Proponer medidas estructurales y no estructurales para el plan de tratamiento del río Paucartambo.

1.3 Alcances del estudio

El estudio de tratamiento del río Paucartambo comprende el tramo desde la progresiva 0+000 en la confluencia con el río Chanchamayo para formar el río Perene hasta la progresiva 16+901 en el puente Paucartambo, en una longitud de 16.90 kilómetros, corresponde a la parte baja de la cuenca del río Paucartambo.

1.4 Antecedentes

El Ministerio de Agricultura, mediante convenio con el ex Instituto de Recursos Naturales (INRENA) y posteriormente Autoridad Nacional del Agua (ANA), han ejecutado el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC), en diferentes valles del Perú.

Antes de la Reforma Agraria, las haciendas importantes y entidades privadas involucradas en el manejo y administración del agua, asumieron la responsabilidad del mantenimiento y construcción de obras de defensa ribereña.

En la Reforma Agraria y la promulgación de la Ley General de Aguas, el Estado asume el mantenimiento de los cauces de los ríos, mediante obras de encauzamiento y protección de sus márgenes; su accionar era más intenso en las épocas de máximas avenidas; la intervención de los agricultores era mínimo, más bien pasivo y el Estado desempeñó un papel más activo.

Durante los años 1997 a 1998, el Ministerio de Agricultura adquirió maquinaria pesada como excavadoras, tractores de orugas, cargadores frontales y volquetes para realizar trabajos de descolmatación de ríos, quebradas, drenes y reforzamiento de obras de captación en prevención del Fenómeno El Niño 1998.

En el periodo de 1999 al 2009 el Ministerio de Agricultura ha ejecutado acciones, en los ríos del País, para disminuir problemas de inundaciones; estas acciones se ejecutaron con el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación-PERPEC. El programa, ejecutó obras de prevención y acciones de contingencia, con una inversión de más de 400 millones de soles, para 1800 proyectos, beneficiar a más de 700 mil Familias y proteger más de 800 mil ha.

Bajo este convenio, en el valle del río Paucartambo, se han construido obras estructurales de defensa ribereña, desde el año 1999 hasta el año 2009; que comprenden limpieza y descolmatación de cauce, construcción de diques enrocados y protección de estructuras.

La participación de las organizaciones de regantes (Juntas de Usuarios y comisiones de regantes) en la ejecución de estas obras fue a través del cofinanciamiento; así, como en la elaboración de perfiles de pre-inversión y expediente técnicos.

1.5 Problemática

De acuerdo a la Comisión Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, el Perú es un país altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático, pues tiene siete de las nueve características de vulnerabilidad que son:

- País con zona costera baja
- Zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas a deterioro forestal.
- Zonas expuestas a inundaciones, sequía y desertificación.
- País con zona propensa a desastres naturales.
- País en desarrollo con ecosistema de montaña frágil.
- País con zonas de alta contaminación atmosférica urbana.
- País con economía dependiente de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva o de su consumo.

De acuerdo al Centro Tyndall (2003), el Perú está incluido entre los diez países más vulnerables del mundo al cambio climático. De acuerdo a la segunda comunicación de Cambio Climático, la reducción de riesgos y la prevención de desastres deben ser tomadas como medidas que facilitan la adaptación al cambio climático, y promoverla.

La ocurrencia de inundaciones en el País y su relación con los eventos extremos y los impactos económicos y sociales, ocurridas en el ámbito de las cuencas de las tres vertientes: Pacífico, Amazonas y del Titicaca; han originado anegamiento de calles y viviendas, desborde de canales, corte de carreteras, interrupción de suministro de agua y contaminación, inundación y erosión de predios agrícolas y falla de drenes.

El desarrollo de las ciudades y su expansión han invadido la faja marginal (por lo general están asentadas las poblaciones de más bajos recursos), obstruyendo los cauces naturales de los ríos y quebradas, reduciendo su capacidad de conducción.

En el norte del país, se nota una estrecha relación entre el Fenómeno El Niño (Los más intensos y catalogados como catastróficos se registraron en 1925, 1982-83 y 1997-98), las precipitaciones extremas y las inundaciones, sin embargo no siempre pueden ser atribuidas a este Fenómeno, sino a procesos naturales meteorológicos o acciones antrópicas.

En el cauce del río Paucartambo, las erosiones y/o inundaciones catastróficas son ocasionadas por una avenida ordinaria o extraordinaria con gran capacidad para erosionar o sedimentar el cauce del río, así como originar pérdidas de cultivos, disminución de tierras de cultivo, deterioro de infraestructura vial y centros poblados; amenazando la vida de los pobladores.

Por lo tanto, el valle es considerado muy vulnerable ante la presencia de estos eventos de crecida; como consecuencia de la insuficiente implantación de obras de defensas ribereña, cobertura vegetal casi inexistente, cauces colmatados, etc.

Actualmente, en la zona de estudio el Gobierno Regional Paucartambo y el Proyecto Binacional Puyango Paucartambo están ejecutando obras de defensas ribereñas y también están formulando Proyectos de Inversión Pública en diferentes sectores del río Paucartambo, información que se presenta en el anexo.

1.6 Definiciones

Algunas de las definiciones que se mencionan fueron extraídas de la Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento y de la Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento.

- **Programas Integrales de Control de Avenidas.**

El programa integral de control de avenidas comprende el conjunto de acciones estructurales y no estructurales destinadas a prevenir, reducir y mitigar riesgos de inundaciones producidas por las avenidas de los ríos. Involucra proyectos hidráulicos de aprovechamientos multisectoriales y obras de encauzamiento y defensas ribereñas.

- **Acciones de prevención contra las inundaciones.**

Consideran la identificación de puntos críticos de desbordamiento por la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos y de eventos extremos, que hacen necesaria la ejecución de actividades permanentes de descolmatación de cauces, mantenimiento de las pendientes de equilibrio y construcción de obras permanentes de control y corrección de cauce.

El Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI, a través de sus Unidades Ejecutoras, en este caso el Programa Subsectorial de Irrigación – PSI, y en Coordinación con la Autoridad Nacional del Agua - ANA está promoviendo la limpieza y descolmatación en el Río Paucartambo, ubicado en el Gobierno Regional La Libertad



Fotografía 01. Plan de Prevención 2015

- **Acciones estructurales y no estructurales para el control de avenidas.**
Permitan el control, prevención y mitigación de los efectos de los fenómenos naturales destinados a la protección de los bienes asociados al agua naturales o artificiales, tierras, poblaciones aledañas, vías de comunicación e infraestructura.
Acciones no estructurales.
Constituye la zonificación de zonas de riesgo; sistema de alerta temprana; operación de embalses y presas derivadoras en épocas de avenidas.
Acciones estructurales.
Constituye obras de defensa, embalses de regulación, obras de defensas provisionales, defensas vivas obras de encauzamiento y otras obras afines.
- **Obras de defensa.**
Constituyen obras de defensa las que se ejecutan en las márgenes de los cursos de agua, en una o en ambas riberas. Las obras de defensa ribereñas son las obras de protección de poblaciones, infraestructura de servicios públicos, tierras de producción y otras contra las inundaciones y la acción erosiva del agua.
- **Obras de encauzamiento.**
Constituyen 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. En principio, las obras de encauzamiento tienen prioridad sobre las de defensa para la solución integral de los problemas creados por las avenidas extraordinarias.
- **Embalses de regulación.**
Constituyen obras indirectas de defensas, cuando su capacidad permita el control de avenidas o atenúe de manera significativa la magnitud de las crecientes.
- **Obras de defensas provisionales.**
Son obras de defensas provisionales, aquellas que se llevan a cabo para controlar la inundación y erosión del agua, y que por su carácter de expeditivas no ofrecen razonable seguridad en su permanencia. Caben en esta clasificación las obras de defensa que se ejecutan en situaciones de emergencia.



Fotografía 02. Limpieza de cauce de río

- **Defensas vivas.**

Constituyen defensas vivas, la vegetación natural que se desarrolla en las riberas y márgenes de los álveos, así como la sembrada por el hombre para procurar su estabilización.



Fotografía N° 03 Defensas vivas en enrocados

- **Dique con enrocado.**

Son medidas estructurales permanentes paralelas al flujo del agua, que se construyen en la margen del cauce del río. Conformado a base de material de río dispuesto en un cuerpo de forma trapezoidal compactado y revestido con roca en su cara húmeda. Permite contrarrestar los efectos erosivos del río.



Fotografía N° 04 Dique con roca

- **Muro de gaviones.**

Estructuras flexibles permanentes y paralelas al flujo del, que se construyen en la margen del cauce del río. Construidos con cajas de malla hexagonal tejida a doble torsión, compuesto de alambre galvanizado. Son colocados uno tras otro y uno sobre otro, llenados con cantos rodados que se encuentran en los cauces de los ríos. Son apropiados en zonas de ríos con pendiente suave y baja velocidad.



Fotografía N° 05 Muro de gaviones

- **Diques con colchones antisocavantes de mallas.**

Son medidas estructurales permanentes paralelas al flujo del agua, que se construyen en la margen del cauce del río. Consiste en un cuerpo compactado y protegido con mallas de alambre tipo colchón llenados en base a cantos rodados. Es recomendable emplear en tramos en tangente o curvas amplias de zonas por proteger o que hayan sido erosionados.



Fotografía 06. Muro de colchones antisocavantes

- **Espigones.**

Son estructuras permanentes y trabajan en conjunto, son empleados, cuando se desee orientar en forma convergente los cursos de agua o existan cauces demasiado amplios y de fácil erosión. Son ubicados en forma transversal al flujo del agua y pueden ser construidos a base de roca o malla de gaviones.



Fotografía 07. Espigones de roca y de gaviones

- **Diques con Geoceldas.**

Son medidas estructurales permanentes paralelas al flujo del agua, que se construyen en la margen del cauce del río. Consiste en un cuerpo compactado y protegido con material geosintético rellenos en base a suelo cemento o concreto.

Es recomendable emplear en tramos en tangente o curvas amplias de zonas por proteger o que hayan sido erosionados.



Fotografía 08. Dique con geoceldas

- **Cauce o álveo.**

Contenente de las aguas durante sus máximas crecidas, constituye un bien de dominio público hidráulico.

- **Riberas.**

Áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos y lagunas, comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el nivel de su máxima creciente. No se consideran las máximas crecidas registradas por eventos extraordinarios, constituye un bien de dominio público hidráulico.

- **Faja marginal.**

Área inmediata superior al cauce o álveo de la fuente de agua, natural o artificial, en su máxima creciente, sin considerar los niveles de las crecientes por causas de eventos extraordinarios, constituye un bien de dominio público hidráulico.



Grafico 01. Bienes asociados al agua

- **Riesgo.**

Es la estimación cualitativa o cuantitativa del daño potencial a la sociedad generado por un desastre natural o un fenómeno peligroso de origen humano, en un contexto histórico particular a un grupo humano y espacio temporal determinado.

Es el resultante de la conjunción entre amenaza y vulnerabilidad.

Es importante distinguir que el riesgo son las pérdidas esperadas, asociadas a una amenaza y a la vulnerabilidad específica de los actores expuestos. Las variables de riesgo, amenaza y vulnerabilidad se pueden asociar para efectuar lo que se denomina el “Análisis de Riesgo” de un grupo de actores determinados, y para esto se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$\text{Amenazas (A) x Vulnerabilidad (V) = Riesgo (R)}$$

El manejo de la anterior ecuación en el campo social permite determinar un “Panorama de Riesgos” en un momento y lugar determinados. Este análisis coadyuva a la definición de estrategias de prevención y atención de desastres. Concluyentemente, una “Gestión del Riesgo” que implica el manejo de las variables (A) x (V) = (R), permite administrar una adecuada auto - protección en un grupo de actores.

- **Amenaza.**

Es la probabilidad de que un cierto fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos.

- **Vulnerabilidad.**

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por la acción de un peligro o amenaza.

Se define como una medida que indica cuán propenso es un actor o grupo de actores a los daños que pueda causar el impacto de un fenómeno destructivo.

En términos genéricos, existe un consenso en que vulnerabilidad es el resultado de la confluencia de exposición a riesgos, incapacidad de respuesta e inhabilidad para adaptarse.

La vulnerabilidad, para fines analíticos puede desagregarse de la siguiente manera: natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional, y en términos generales, puede clasificarse como de carácter técnico y de carácter social.

La vulnerabilidad de carácter técnico es más factible de cuantificarse en términos físicos y funcionales (pérdidas referidas a los daños, interrupción de los servicios, etc.) mientras que la vulnerabilidad social, al estar relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc., sólo puede valorarse cualitativamente y en forma relativa.

- **Desastre.**

Conjunto de daños y pérdidas en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.

- **Análisis de Amenazas.**

El tema de las amenazas ha sido analizado desde la perspectiva de una situación de peligro para la estabilidad y para el curso normal de las actividades en el ámbito del Valle del Paucartambo. El análisis se realizó, para cada una de las zonas de estudio, desde la perspectiva ambiental natural, socio - natural, económico - productiva y social, en el contexto específico de conflictos sociales actuales y potenciales relacionados a la problemática política y/o estructural en un nivel general.

Andrew Maskrey. Compilador. Los Desastres No Son Naturales La Red: Red de Estudios Sociales / ITDG: Intermediate Technology Development Group, 1993.133

- **Análisis de Vulnerabilidad.**

Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.

- **Estimación de Riesgos.**

Acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.

- **Riesgo de Desastres.**

Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.

- **Resiliencia.**

Capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.

CAPITULO 2: INFORMACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA

2.1 Generalidades de la Cuenca del Río Paucartambo

La cuenca del Río Paucartambo abarca el **departamento de Pasco** en los distritos de; Huachon, Ticlacayan, Ninacaca y Paucartambo en la Provincia de Pasco; Villarrica y Oxapampa en la Provincia de Oxapampa; y **el departamento de Junín** en los distritos de Ulcumayo en provincia de Junín y los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo de la provincia de Chanchamayo y su área de drenaje es aproximadamente de 2,885.40 Km² con alturas que van hasta los 5,570 msnm.

Ver Mapa de Ubicación Geográfica y Política de la Cuenca

El río Paucartambo tiene su origen en el flanco oriental del Nudo de Pasco, debido a los deshielos de la Cordillera de Huachón, en el Departamento de Pasco y nace de la confluencia de los ríos Huachon y Tingo Esquina.

El río Paucartambo tiene una longitud aproximada de 86 km, sus aguas llegan hasta la confluencia con el río Chanchamayo y forman el río Perene, el cual constituye el río principal de la cuenca Perene. También atraviesa el centro poblado Puente Paucartambo en las cercanías de la confluencia con el río Sal y el río Entas.

En los meses de agosto y setiembre alcanzan sus caudales más bajos, debido a la disminución significativa de sus precipitaciones; y al uso intensivo del recurso hídrico con fines agropecuarios, principalmente.

El río Paucartambo no cuenta con estaciones hidrométricas, algunas empresas privadas realizan campañas de aforos en el puente Paucartambo, pero no ha sido posible acceder a información de caudales diarios.

Se cuenta con el recurso tierras de cultivos e hídricos, aptas para la fruticultura, en especial el cultivo de café, cítricos, yuca y la actividad forestal.

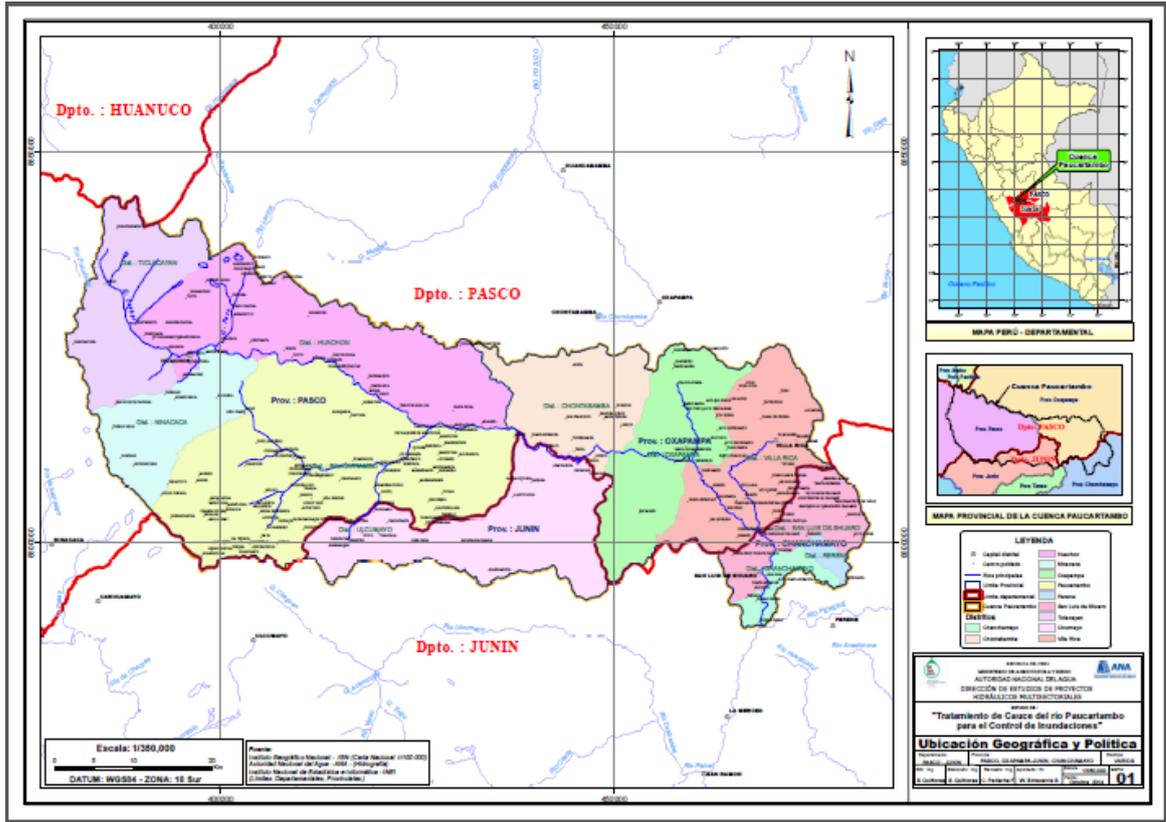
Las poblaciones más significativas asentadas en el tramo en estudio son Puente Paucartambo y San Luis de Shuaro.

2.1.1 Ubicación del Estudio

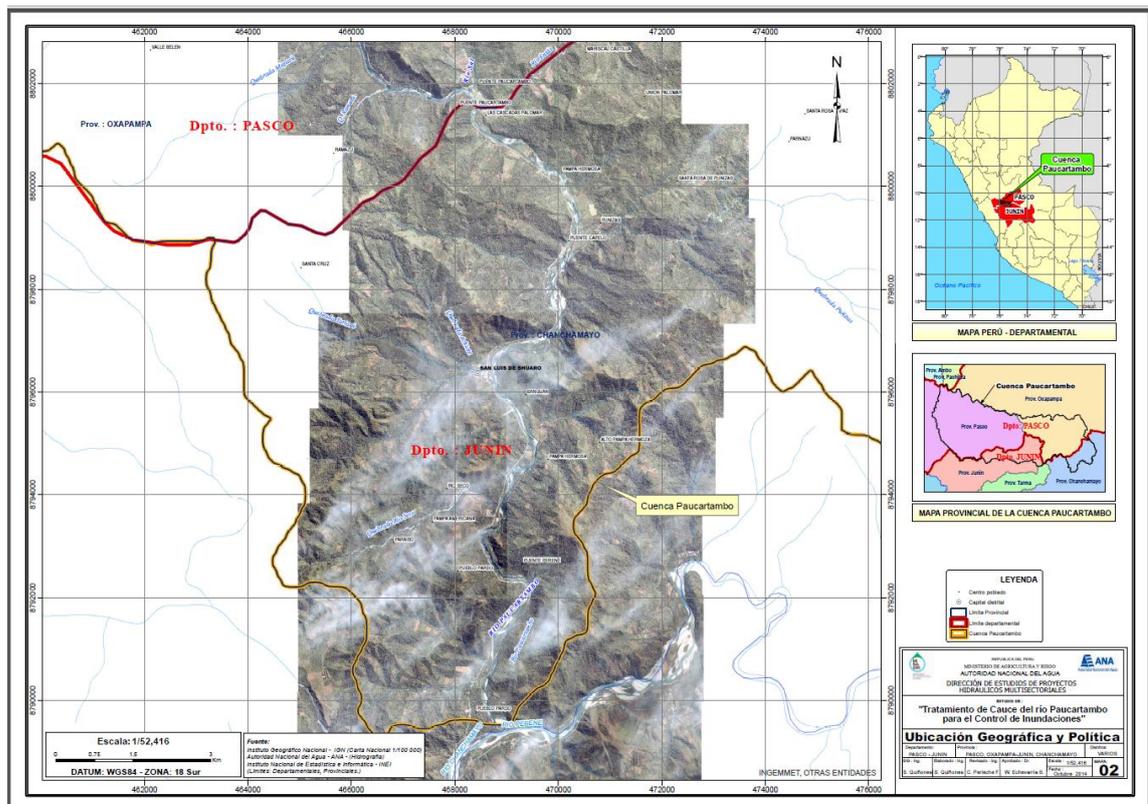
La zona del estudio se encuentra ubicada en el ámbito de los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo en la provincia de Chanchamayo del departamento de Junín.

Ubicación Política

- Departamento : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : San Luis de Shuaro y Chanchamayo



Mapa 01. Ubicación geográfica y política de la cuenca



Mapa 02. Ubicación hidrográfica de la cuenca

Ubicación Hidrográfica.

El proyecto se encuentra ubicado en la cuenca Paucartambo de la cuenca del río Perene, y comprende desde el Puente Paucartambo hasta la confluencia con el río Chanchamayo, donde forman el río Perene.

- Cuenca : Río Paucartambo
- ALA : Perene
- AAA : Ucayali

Ver Mapa 02

2.1.2 Centros Urbanos

La Provincia de Chanchamayo de acuerdo a su altitud está considerada dentro de lo que denominamos "Selva Alta", por estar dentro de los 500 y 2,000 m.s.n.m

La Provincia de Chanchamayo cuenta con seis (06) distritos: Paucartambo, Perene, Pichanaki, San Luis de Shuaro, Vitoc y San Ramón. Tiene una extensión de 4,723.40 km². Ver Cuadro N° 02

Cuadro 01
Datos de altitud, superficie y densidad poblacional

Distrito	Altitud (m.s.n.m.)	Extensión (km²)	Densidad Poblacional.
Chanchamayo	751	919.72	27.8 hab/ km ²
Perene	1,000	1,224.16	40.7 hab/ km ²
Pichanaki	525	1,496.59	27.1 hab/ km ²
San Luís de Shuaro	721	177.41	40.5 hab/ km ²
Vitoc	1,850	313.85	7.3 hab/ km ²
San Ramón	820	591.67	41.7 hab/ km ²
Total Provincia		4,723.40	31.8 hab/ km²

Fuente: Municipalidad provincial de Chanchamayo

La zona en estudio de la cuenca del río Paucartambo se encuentra inicialmente en el ámbito del distrito de San Luis de Shuaro, el cual es probablemente el distrito con menos desarrollo de la provincia de Chanchamayo y es el primer pueblo que aparece en el desvío a Oxapampa. La confluencia con el río Chanchamayo, se encuentra en el distrito de Chanchamayo.

El distrito de San Luis de Shuaro fue creado mediante Decreto Ley N° 21941 del 24 de septiembre de 1977, en el gobierno del Presidente Francisco Morales Bermúdez.

2.1.3 Vías de Comunicación

La provincia de Chanchamayo está ubicada al noreste del departamento de Junín, presentando la siguiente delimitación:

- Por el Norte : Con el departamento de Pasco
- Por el Sur : Con la provincia de Jauja
- Por el Este : Con la provincia de Satipo
- Por el Oeste : Con las provincias de Tarma y Junín

La provincia de Chanchamayo presenta a La merced, capital de la provincia los siguientes accesos:

Cuadro 02
Vía de acceso a la zona de estudio.

DE – A	DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE	TIPO DE VÍA	ESTADO DE CONSERVACIÓN
Carretera Lima-La Oroya-Tarma-La Merced	371 Km	8.00 Horas	Asfaltada	Bueno
Carretera Lima-Jauja-Tarma-La Merced	450 Km	10.00 Horas	Asfaltada	Bueno
Carretera Huancayo-Jauja-Tarma-La Merced	173 Km	3.30 Horas	Asfaltada	Bueno

Fuente: Elaboración propia.

- Internamente cuenta con una vía asfaltada, por la margen derecha del río Paucartambo, que interconecta el valle con los distintos sectores de riego del valle.

2.2 Características Geomorfológicas

Los parámetros geomorfológicos de la cuenca han sido realizados por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos - DCPRH - de la Autoridad Nacional del Agua

2.2.1 Área de la cuenca (A)

Se refiere al área proyectada sobre un plano horizontal, medida con un planímetro, dentro de los límites de la cuenca siguiendo la línea del divortium acuarium.

El área de la cuenca tiene importancia porque:

Sirve de base para la delimitación de otros elementos: parámetros, coeficientes, relaciones, etc.

Por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca.

El crecimiento del área actúa como un factor de compensación de modo que es más común detectar crecientes instantáneas y de respuesta inmediata en cuencas pequeñas que en las grandes cuencas.

Cuadro 03
Área de la cuenca

ÁREA DE LA CUENCA PAUCARTAMBO (Km²)
2,885.40

Fuente: DCPRH – ANA

2.2.2 Perímetro, longitud y ancho de la cuenca

▪ **Perímetro**

Es la longitud del límite exterior de la cuenca y depende principalmente del área y la forma de la cuenca. La medida del perímetro equivale al trazo que se realiza sobre en la parte del agua de la cuenca hidrográfica.

Este parámetro se obtuvo de forma similar a la del área de la cuenca.

En el cuadro siguiente, se detalla el perímetro de la cuenca para el sector de interés.

Cuadro 04
Perímetro de la cuenca

PERÍMETRO DE LA CUENCA PAUCARTAMBO (km)
322

Fuente: DCPRH - ANA

▪ **Longitud**

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, puede ser una estación de aforo o desembocadura, expresado en unidades de longitud.

Cuadro 05
Longitud de cauce principal

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (Km)
86

Fuente: DCPRH – ANA, Elaboración propia

▪ **Ancho**

Es la Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal, cuya expresión es la siguiente:

$$Ap = A / L$$

Donde:

Ap = Ancho promedio de la cuenca (km).

A = Área de la cuenca (km²).

L = Longitud del cauce principal (km).

Cuadro 06
Ancho de la cuenca

ANCHO DE LA CUENCA PAUCARTAMBO (Km)
33.55

Fuente: DCPRH – ANA, Elaboración propia

2.2.3 Pendiente predominante del cauce y de la cuenca

La pendiente media del cauce que sigue el Río Paucartambo es de 3%.

▪ **Pendiente media de la cuenca**

La cuenca del río Paucartambo tiene una pendiente media de 39%.

2.2.4 Altitud media de la cuenca

La altitud media de una cuenca es aquella para la cual el 50% del área de la cuenca está situada por encima y el 50 % está situado por debajo.

En el cuadro siguiente, se presenta la altitud media de la cuenca.

Cuadro 07
Altitud Media de la cuenca

ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA PAUCARTAMBO (msnm)
3165

Fuente: DCPRH - ANA

2.2.5 Coeficiente de compacidad (Kc)

Este está definido como la relación entre el perímetro P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área de la cuenca hidrográfica, haciendo uso de la relación:

$$Kc = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$$

De la expresión, Kc puede ser mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca.

Una cuenca de forma circular posee el coeficiente mínimo igual a 1 y tiene mayor tendencia a las crecientes en la medida que el valor de Kc se aproxima a la unidad; cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular con relación al círculo.

Cuando:

- $K_c = 1$: tiempo de concentración menor, cuenca circular, mayor tendencia a crecientes;
- $K_c = 2$: tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

El coeficiente de compacidad de la cuenca del río Paucartambo es de 1.68, indica que la cuenca es de forma alargada, debiendo estar menos expuesta a las crecientes.

2.2.6 Factor de forma (Kf)

Es parámetro adimensional y se define como el cociente entre el ancho promedio del área de la cuenca y la longitud. Haciendo uso de la relación $K_f : A/L^2$.

Donde:

A = Área de la cuenca (km^2).

L = Longitud de cauce principal de la cuenca (km).

El Factor de Forma determinado para la cuenca del río Paucartambo es de 0.39, lo cual explica que la cuenca tenga una buena respuesta a las crecidas.

2.2.7 Coeficiente Orográfico

Es la relación entre el cuadrado de la altitud media del relieve y la superficie proyectada sobre un plano horizontal. Expresa el potencial de degradación de la cuenca, crece mientras que la altura media del relieve aumenta y la proyección de la cuenca disminuye.

Si el valor es <6 representa un relieve poco accidentado, propio de cuencas extensas y de baja pendiente

Si el valor es >6 representa un relieve accidentado.

El Coeficiente Orográfico determinado para la cuenca del río Paucartambo de 3471.7, por lo que la cuenca es muy accidentada.

2.2.8 Rectángulo equivalente

Es una transformación geométrica en virtud de la cual se asimila la cuenca a un rectángulo que tenga el mismo perímetro y superficie.

Cuadro 08
Rectángulo Equivalente de la cuenca

RECTANGULO EQUIVALENTE	
Lado Mayor (Km)	Lado Menor (Km)
140	21

Fuente: DCPRH- ANA

2.2.9 Tiempo de concentración

Se define como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida de interés la gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca.

El tiempo de concentración calculado es 5.21 horas.

2.3 Climatología y Tipos de Clima

La caracterización de los elementos meteorológicos que modelan el clima de la cuenca se viene registrando adecuadamente en diferentes estaciones hidrométricas y meteorológicas ubicadas especialmente dentro de la cuenca.

La Provincia de Chanchamayo por ser parte de la Amazonía tiene un clima tropical, es decir; cálido, húmedo y lluvioso.

La temperatura media anual a nivel de toda la Provincia es de 18 grados centígrados, llegando a 30°C.

El invierno es de enero a marzo, época que la temperatura desciende a 15° y se producen mayores precipitaciones.

Las precipitaciones totales anuales se producen en la misma época en toda la cuenca, con valores promedios que van llegando hasta los 2000 mm en las zonas altas montañas.

El régimen pluviométrico de la región es de tipo monomodal, con precipitaciones máximas durante el año entre los meses de enero a marzo, y ausencia de precipitaciones entre junio a Noviembre. Por lo tanto, podemos decir que destacan dos estaciones: una húmeda y otra seca.

La precipitación pluvial y la temperatura son los elementos meteorológicos más importantes, considerándose la lluvia netamente invernal.

La humedad relativa media anual es de 80% y la máxima de 100%.

Los vientos en la zona toman la dirección de la cuenca del río Tarma, habiéndose registrado una velocidad media de 6 m/s (brisa débil) y la velocidad máxima de 19 m/s.

De acuerdo a la clasificación climática de W. Copen, los tipos de clima que se reconocen dentro del área son:

- Clima de nieve perpetua de alta montaña, con temperatura media inferior a 0° C todos los meses del año. Es importante económicamente por que controla la formación y permanencia de las numerosas lagunas de la cuenca como un factor de almacenamiento y regulador de los caudales de agua que son aprovechados en la agricultura y energía.
- Clima de Tundra seca de alta montaña, con temperaturas medias superiores a 0° C, este tipo de clima se encuentra en las partes altas adyacentes a la cordillera Huaytapallana y se extiende por la parte alta perimetral de la cuenca.

- Clima Frío Boreal-seco en invierno, con temperatura media inferior a 10° C por lo menos durante 4 meses, con un periodo de sequía bien marcado. A pesar del tipo de clima, se desarrolla la agricultura intensiva en las laderas mediante el cultivo de maíz, papa, y otros tubérculos, también se desarrolla la crianza de Llamas y Alpacas, así como lanares y ovinos.
- Clima Templado moderado lluvioso. En el mes más lluvioso, las precipitaciones son 10 veces mayores comparado con los meses secos, en las quebradas laterales del Tulumayo cubiertos de frondosa vegetación se desarrollan bien los famosos bosque húmedos de montaña.

2.4 Características Geológicas

Geomorfológicamente, la cuenca del río Paucartambo pertenece a la vertiente del Atlántico y comprende sectores de la sierra y selva de los departamentos de Pasco y Junín.

La cuenca del río Paucartambo presenta un relieve heterogéneo, las unidades geográficas que caracterizan al valle corresponden a la Cordillera Oriental.

Las Unidades geomorfológicas que predominan en la cuenca Paucartambo, está relacionada a los procesos geodinámicos que han dado origen a la actual configuración del área y existe una estrecha relación entre el tectonismo y los factores denudativos que le dieron origen; y se han reconocido siete unidades geomorfológicas:

- Relieve Cordillerano,
- Ladera Cordillerana,
- Ladera de Valle Subandino,
- Colinas,
- Meseta Estructural,
- Valles Fluviales y
- Valle Glaciar.

Las Unidades Litológicas de la cuenca, se han encontrado seis unidades litológicas, las cuales se han agrupado según su origen y composición y estas son:

- Depósitos Superficiales Inconsolidados(I);
- Macizos Plutónicos de la Cordillera Oriental (II-2);
- Calizas, Areniscas y Lutitas (V-4);
- Conglomerados, Areniscas y Lutitas (V-5);
- Conglomerados, Areniscas, Limonitas, Limo arcillitas Rojas y Calizas (V-6);
- Rocas Metamórficas.

La sismicidad en la cuenca Paucartambo, según la Norma Técnica de Construcción E-030, 1989, y el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, se ubica en la Zona II, caracterizándose por una sismicidad media y se recomienda un factor de Zona (0.30 Factor (g)) para los diseños Sismo-Resistentes.

2.5 Ecología

La zonificación de las formaciones ecológicas tiene como objeto mostrar espacios con características similares mediante parámetros de temperatura, precipitación, evapotranspiración, y la composición florística que se desarrollan en dichos espacios.

Las características bio-climáticas dan lugar a la formación de diversos ámbitos conocidas como Formaciones Ecológicas identificándose nueve (09) formaciones en territorio peruano, caracterizadas por L.R. HOLDRINDGE, las mismas que se muestran en el Mapa 04 Mapa Ecológico de la zona del proyecto. Ver detalle en el cuadro 09.

Cuadro 09

ZONAS DE VIDA		
1	NT	Nivel Tropical
2	tp - AT	Tundra pluvial – Alpino Tropical
3	pp - SaT	Paramo Pluvial – Sub Alpino Tropical
4	bmh - MT	Bosque muy Húmedo – Montano Tropical
5	bmh - MBT	Bosque muy Húmedo – Montano Bajo Tropical
6	bmh - PT	Bosque muy Húmedo – Pre Montano Tropical
7	bp - MT	Bosque pluvial – Montano Tropical
8	bp - MBT	Bosque Pluvial – Montano Bajo Tropical
9	bh - PT	Bosque Húmedo - Pre Montano Tropical

Fuente: MINEM.

2.6 Características Socioeconómicas

- INDICADORES DE POBLACIÓN**

El presente estudio se localiza en el departamento de Junín y provincia de Chanchamayo involucra de manera directa a al distrito de San Luis de Shuaro.

Según INEI, el año 2007 la población del departamento de Junín ascendía a 1,225.474 habitantes y la provincia de Chanchamayo contaba con 168,949 habitantes.

Cuadro 10

Datos Generales De La Población

CONCEPTO	DPTO. JUNIN	PROV. CHANCHAMAYO	DIST. SAN LUIS DE SHUARO
Población al 2007 (INEI)	1,225,474	168,949	6,977
Proyección de Población al 2015	1,350,783	204,035	7,233
Superficie (Km2)	44,419.00	4,723.40	177.041
Densidad de población (Hab./ Km2)	27.59	35.77	39.41

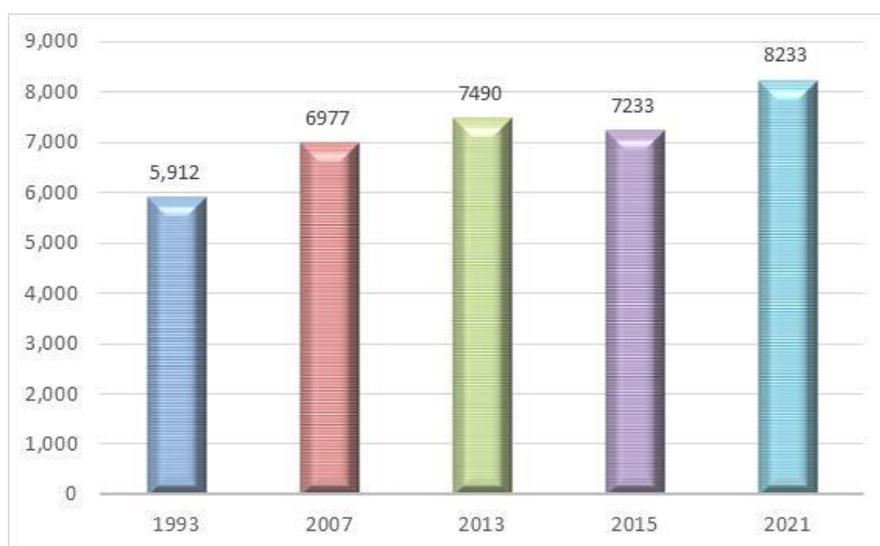
Fuente: INEI

Como se observa en el gráfico a continuación, el distrito del área de influencia del estudio, presenta un crecimiento sostenido. El año 2013, la población distrital total ascendía a 7 490, esto representa un incremento poblacional de 4% a nivel distrital, con respecto al año 2007.

Para el año 2015, se proyecta un incremento alrededor de 3.7% de la población distrital total con un total de 7 233 habitantes, con respecto al año 2007.

GRAFICO 02

Evolución de la población distrital 2010-2015



Fuente: INEI

DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA POBLACION

El Distrito de San Luis de Shuaro cuenta con mayor población rural que equivale a un 86% del total de la población estando afincados en el campo donde poseen sus viviendas y con una menor población urbana (14%).

Cuadro 11

Características de la población

	TOTAL	POBLACIÓN		URBANA		RURAL	
		HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
SAN LUIS DE SHUARO	6977	3924	3053	506	442	3418	2611

Fuente : INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda

Según género, los distritos del área del proyecto mayoritariamente son hombres. En promedio el 56% de la población del distrito son hombres y el 44% son mujeres.

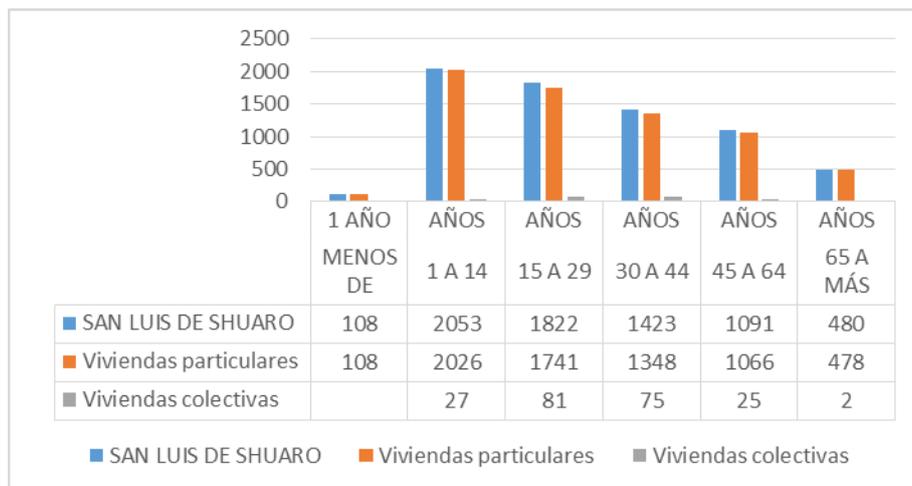
Grafico 03
Población distrital según género



Fuente: INEI

La Pirámide Poblacional del Distrito San Luis de Shuaro se caracteriza por ser de base ancha en su estructura, lo que evidencia un predominio de la población joven, reflejando un lento proceso de envejecimiento poblacional.

Gráfico 05
Piramide poblacional distrital



Fuente: INEI

DENSIDAD POBLACIONAL

La extensión del área del distrito de San Luis de Shuaro es de 177.041Km², en ella se registra una población total de 6,977 habitantes, lo que determina una densidad poblacional promedio de 39.41 habitantes por Km².

Cuadro 12. Densidad Poblacional

Año	Habitantes	Km ²	Densidad
2003	7,154	177.041	40.41
2007	6,977	177.041	39.41
2015	7,233	177.041	40.85
2021	8,233	177.041	46.50

DINÁMICA DEMOGRÁFICA

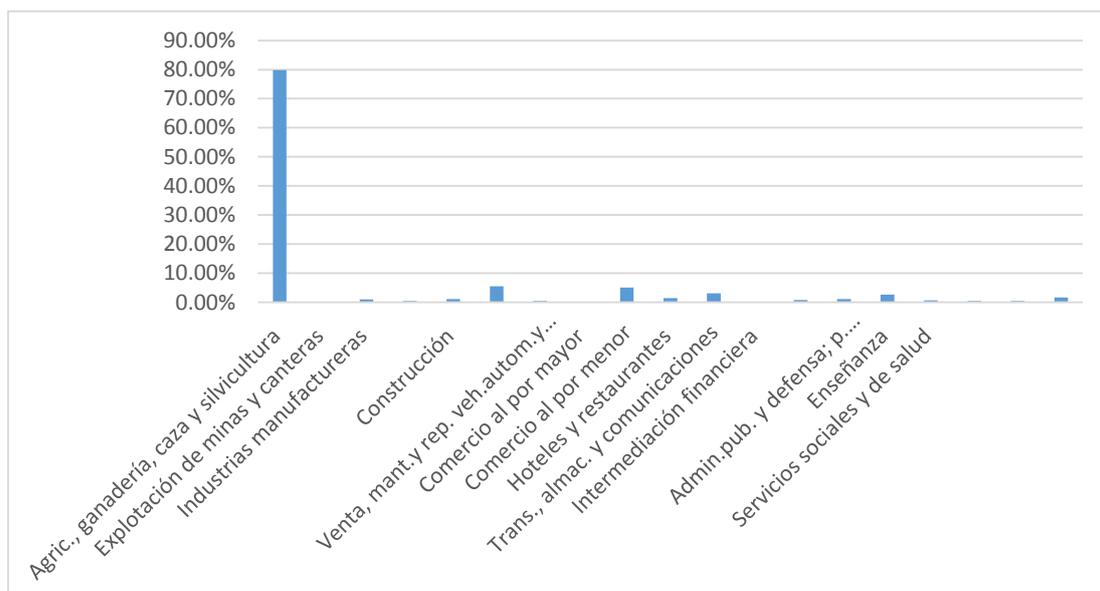
Según se ha advertido en párrafos anteriores, la pirámide de edades revelaría una fuerte migración de jóvenes de la provincia de Chanchamayo hacia zonas de mayor grado de desarrollo, donde eventualmente podrían encontrar mejores condiciones de superación personal, ya sea en el área laboral o en el área de capacitación vía estudios superiores en universidades, escuelas técnicas o en talleres de capacitación ofrecidos por distintas entidades particulares y del Estado.

La distribución de la población joven en el territorio nacional refleja heterogeneidades que determinan necesidades y potencialidades por atender como todo fenómeno socio demográfico. En el año 2013, alrededor de un tercio de la población joven migran en busca de mejores condiciones y oportunidades de vida, en la gran mayoría a la ciudad de Lima.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

La Población Económicamente Activa del área del proyecto está conformada por un contingente de 3,288 habitantes, entre los 6 y más años de edad, según el Censo del 2007 (XI de Población y VI Vivienda). El sector Agric., ganadería, caza y silvicultura, ocupa el 79.81% de la PEA constituyéndose, de esta manera, en la principal fuente de trabajo en la zona en segundo lugar el Comerc., rep. veh. autom.,motoc. efect. pers con el 5.54%, Comercio al por menor que ocupa el 5.05% y con una importancia relativa las demás ramas de la actividad económica. Ver Cuadro 04 y Gráfico 06.

Gráfico 06
Principales actividades económicas en el área del proyecto



Fuente: INEI

Cuadro 13
Población económicamente activa según rama de actividad económica
Área del proyecto

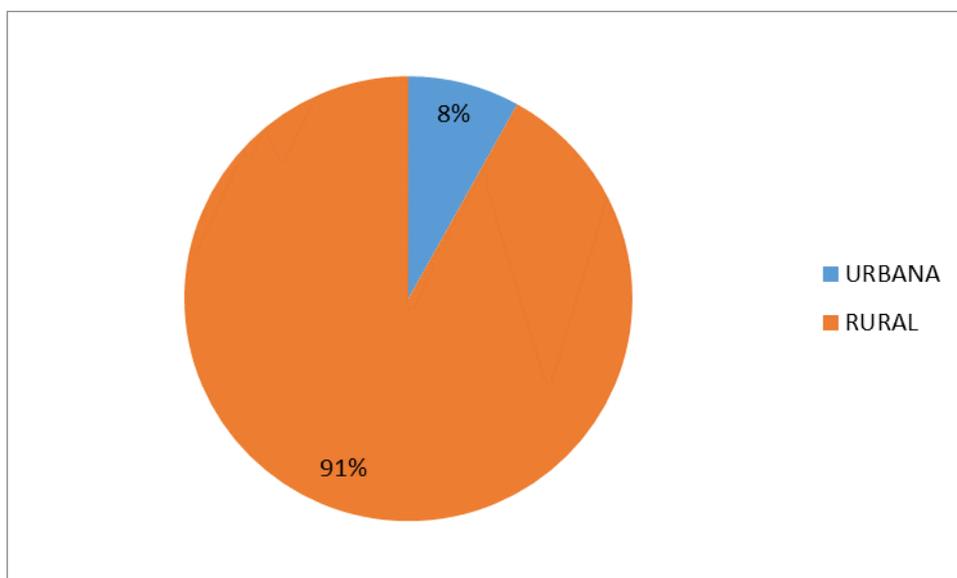
CONCEPTO	CASOS	%
Agric., ganadería, caza y silvicultura	2624	79.81%
Explotación de minas y canteras	1	0.03%
Industrias manufactureras	32	0.97%
Suministro de electricidad, gas y agua	14	0.43%
Construcción	34	1.03%
Comerc., rep. veh. autom.,motoc. efect. pers.	182	5.54%
Venta, mant.y rep. veh.autom.y motoc.	15	0.46%
Comercio al por mayor	1	0.03%
Comercio al por menor	166	5.05%
Hoteles y restaurantes	47	1.43%
Trans., almac. y comunicaciones	101	3.07%
Intermediación financiera	1	0.03%
Activid.inmobil., empres. y alquileres	26	0.79%
Admin.pub. y defensa; p. segur.soc.afil	37	1.13%
Enseñanza	86	2.62%
Servicios sociales y de salud	20	0.61%
Otras activ. serv.comun.soc y personales	15	0.46%
Hogares privados con servicio doméstico	13	0.40%
Actividad economica no especificada	55	1.67%
TOTAL	3288	100%

Fuente : INEI

• **INDICADORES DE VIVIENDA**

Según el Censo de 2007, en la zona del proyecto existen 2,446 viviendas particulares, de las cuales el 8% se encuentra en el área urbana y el 91% en el área rural.

Gráfico 07
Distribución porcentual de las viviendas según área urbana o rural



Fuente: INEI

En el área urbana, el 99% de las viviendas son casas independientes y el 1% en viviendas improvisadas.

Por otro lado, en el área rural se encuentran el 84% de las viviendas son casas independientes particulares y el 15.59% de las viviendas en choza o cabaña.

Cuadro 14

Tipo de viviendas particulares por área urbana y rural a nivel distrital

CONCEPTO	AREA				TOTAL CASOS
	URBANA CASOS	%	RURAL CASOS	%	
Casa independiente	212	99%	1879	84%	2091
Choza o cabaña	0	0	348	15.59%	348
Vivienda improvisada	3	1%	0		3
Local no dest.para hab. humana	0	0	4	0.01%	4
Total	215	100	2231	100	2446

Fuente: INEI

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES

El material predominante en paredes de las viviendas del área del proyecto, mayoritariamente son de ladrillo o bloque de cemento, lo que significa el 47.21% del área. En segundo lugar se encuentran las viviendas construidas con paredes de quincha (33.66%). Otros tipos de materiales predominante en paredes son: adobe o tapia (9.45%), madera (4.93%), entre otros.

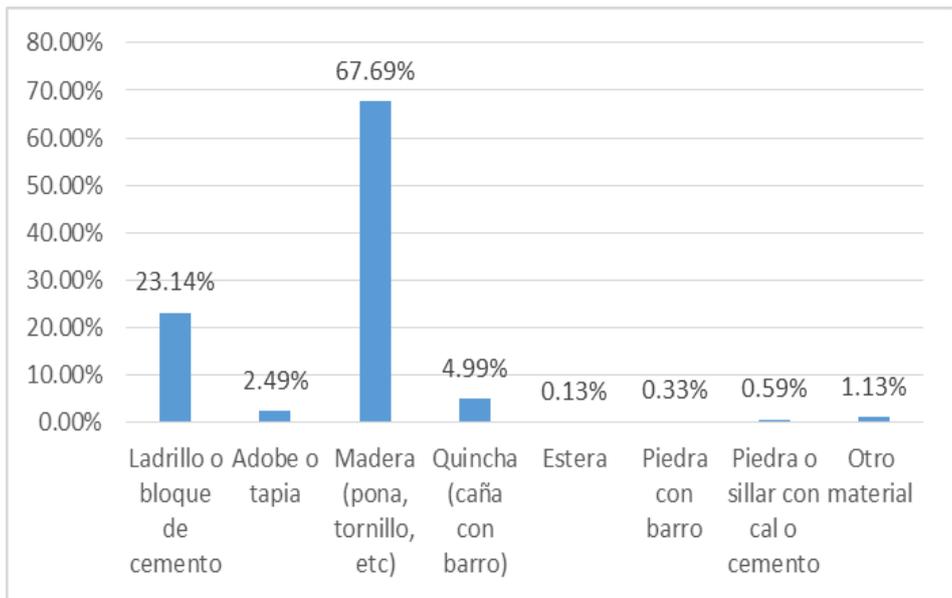
Cuadro 15
Número de viviendas y material predominante en paredes

CONCEPTO	CASOS	%
Ladrillo o bloque de cemento	1,566	23.14%
Adobe o tapia	169	2.49%
Madera (pona, tornillo, etc)	4,581	67.69%
Quincha (caña con barro)	338	4.99%
Estera	9	0.13%
Piedra con barro	23	0.33%
Piedra o sillar con cal o cemento	4	0.59%
Otro material	77	1.13%
TOTAL	6,767	100

Fuente: INEI

MATERIAL PREDOMINANTE EN PISOS

Grafico 08
Material predominante en paredes



Fuente: INEI

• **ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS**

El año 2007, el 37.9% de la población de Junín tenía al menos una necesidad básica insatisfecha. Como se puede ver en el siguiente cuadro y según los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares, los años siguientes este indicador al 2012 ha disminuido llegando al año 2012 con el 31.1% de población con una necesidad básica insatisfecha.

Cuadro 16
Población con alguna necesidad básica insatisfecha 2007-2012

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011	2012			
						Estimación	Intervalo de confianza al 95%		CV (%)
							Inferior	Superior	
Total	30.3	28.9	26.8	23.9	23.3	21.6	20.7	22.5	2.2
Amazonas	48.3	47.5	47.3	47.6	40.7	37.5	31.5	43.8	8.4
Áncash	33.3	27.6	24.6	21.6	19.2	19.9	16.5	24.0	9.6
Apurímac	37.1	28.7	31.5	24.8	25.1	24.6	19.8	30.1	10.7
Arequipa	22.9	19.3	20.0	18.1	18.4	14.5	11.5	18.2	11.7
Ayacucho	45.4	39.7	33.0	29.0	31.1	31.7	26.2	37.8	9.3
Cajamarca	45.1	37.4	37.5	31.2	30.7	29.4	25.1	34.1	7.8
Cusco	40.9	38.0	29.9	28.5	24.4	22.8	18.5	27.7	10.2
Huancavelica	60.1	50.5	44.6	42.3	34.7	33.2	28.6	38.1	7.3
Huánuco	46.1	35.5	31.2	27.8	28.9	27.8	23.5	32.6	8.4
Ica	22.5	31.3	22.1	19.4	18.1	14.2	11.8	16.9	9.1
Junín	37.9	36.8	34.2	28.4	29.1	26.3	22.0	31.1	8.8
La Libertad	23.6	23.7	20.3	19.1	14.3	16.8	13.4	20.9	11.3
Lambayeque	22.5	19.9	18.8	19.0	22.1	19.3	14.7	24.8	13.3
Lima y Callao	13.8	14.6	14.4	11.2	12.6	10.5	9.0	12.2	7.8
Loreto	68.0	67.1	67.7	64.5	63.3	60.3	54.6	65.8	4.8
Madre de Dios	37.2	38.5	34.5	32.0	32.3	29.4	24.0	35.4	10.0
Moquegua	24.4	19.1	16.1	16.7	13.6	14.0	10.5	18.4	14.3
Pasco	61.1	60.0	53.6	50.1	47.7	48.4	41.9	55.0	6.9
Piura	36.5	37.2	34.6	31.3	30.5	28.8	24.3	33.8	8.4
Puno	38.4	36.9	32.8	30.4	28.4	27.7	22.5	33.5	10.2
San Martín	49.6	49.3	45.7	43.9	43.0	40.0	34.6	45.6	7.1
Tacna	17.8	15.3	14.5	14.5	12.0	12.6	9.4	16.6	14.5
Tumbes	43.5	41.3	33.2	32.6	31.6	29.6	25.5	34.0	7.3
Ucayali	66.6	68.5	66.9	69.0	54.8	50.0	45.3	54.8	4.8

Fuente: INEI. ENAHO

TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

En el área urbana se concentra el 11% de las viviendas que cuentan con agua potable en su vivienda y el 89% de las viviendas restantes se encuentra en zona rural.

El 13.27% de las viviendas ubicadas en área rural cuentan con red pública dentro de la vivienda (agua potable), el 73.39% de las viviendas se abastece de río o acequia y el 4.57% utiliza agua potable de pozo.

Cuadro 17
Tipo de abastecimiento de agua en la vivienda según área urbana o rural

Tipo de abastecimiento de agua	Área Urbana	%	Área Rural	%	Total
Red pública dentro de la vivienda (agua potable)	1,118	56.86%	2084	13.27%	3,202
Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación (agua potable)	568	28.89%	908	5.78%	1,476
Pilón de uso público (agua potable)	0	0%	220	1.40%	220
Pozo	16	0.81%	718	4.57%	734
Río, acequia, manantial o similar	218	11.08%	11,518	73.39%	11,736
Vecino	26	1.32%	194	1.23%	220
Otro	20	1.01%	52	0.33%	72
TOTAL	1,966	100	15,694	100	17,660

Fuente: INEI.

ABASTECIMIENTO DE SERVICIO HIGIÉNICO

En el área urbana, el 48.62% de las viviendas cuenta con red pública de desagüe dentro de la vivienda, en segundo lugar se encuentran las viviendas que cuentan con red pública fuera de la vivienda con el 21.77%, en tercer lugar, con pozo ciego o letrina que representan el 9.25% y los que no cuentan con ningún servicio higiénico representa el 9.46%.

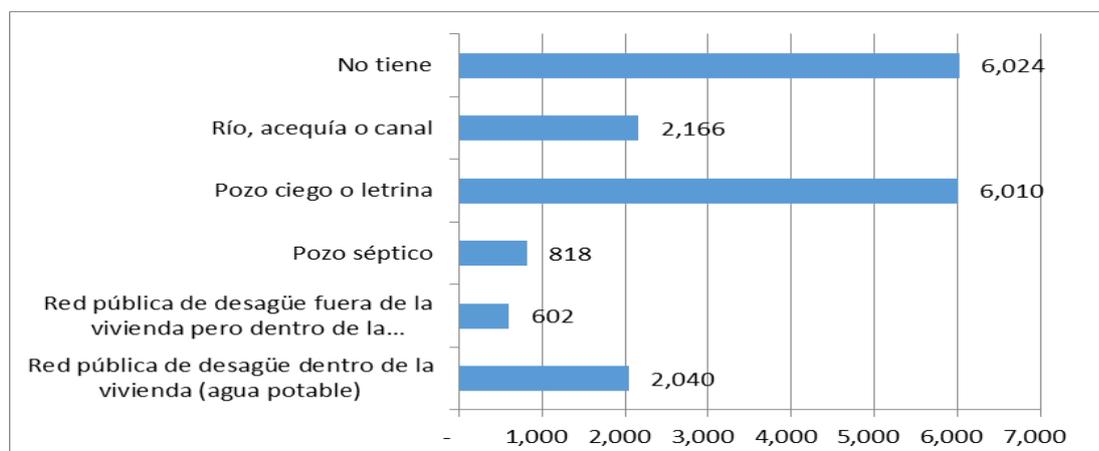
En el área rural, prevalecen las viviendas que no cuenta con servicio higiénico y representan el 37.19%, el 6.90% cuentan con red pública de desagüe dentro de la vivienda y las viviendas que cuenta con pozo ciego o letrina representan el 37.13%.

Cuadro 18
Viviendas con abastecimiento de servicio higiénico según área urbana o rural

Servicio higiénico conectado a	Área Urbana	%	Área Rural	%	Total
Red pública de desagüe dentro de la vivienda (agua potable)	956	48.62%	1,084	6.90%	2,040
Red pública de desagüe fuera de la vivienda pero dentro de la edificación (agua potable)	428	21.77%	174	1.11%	602
Pozo séptico	84	4.27%	734	4.67%	818
Pozo ciego o letrina	182	9.25%	5,828	37.13%	6010
Río, acequia o canal	130	6.61%	2,036	12.97%	2166
No tiene	186	9.46%	5,838	37.19%	6024
TOTAL	1,966	100	15694	100	17,660

Fuente: INEI

Gráfico 09
Servicio higiénico predominante



Fuente: INEI

• **INDICADORES DE SALUD**

En el área del proyecto existe una población total de 1962 habitantes que cuentan con algún tipo de seguro de salud, de los cuales el 51.52% son hombres y el 48.47% son mujeres.

Cuadro 19
Población total que cuenta con seguro de salud según género

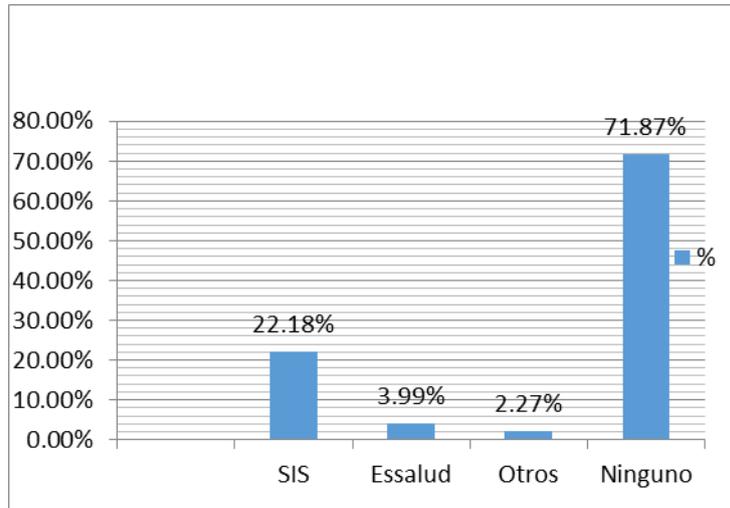
CONCEPTO	CASOS	%
Hombres	1011	51.52%
Mujeres	951	48.47%
Total	1962	100%

Por otro lado, el 22.18% de la población está cubierta por un seguro de salud SIS, siendo este un sistema de aseguramiento público subsidiado que tiene como meta el aseguramiento universal. El 3.99% de la población utiliza como seguro de salud a ESSALUD y el 2.27% está afiliado a otro tipo de seguro de salud. Un dato importante de resaltar es que el 71.87% de la población distrital no se encuentra afiliado a ningún tipo de seguro de salud.

Cuadro 20
Población total según afiliación a algún tipo de seguro de salud

CONCEPTO	CASOS	%
Afiliados algún tipo de Seguro		
SIS	1543	22,18%
Essalud	279	3,99%
Otros	159	2,27%
Ninguno	5015	71,87%
Total	6997	100,00%

Gráfico 10
Afiliación algún tipo de Seguro



• **INDICADORES DE ELECTRICIDAD**

En el área urbana el 22.60% de las viviendas cuenta con alumbrado público, y el 77.39% de las viviendas en el área rural,

En el área urbana el 3.28% no cuenta con alumbrado público, y el 96.71% en el área rural.

Cuadro 21

Porcentaje de Alumbrado Público

SERVICIO DE ALUMBRADO ELECTRICO DE RED PUBLICA	SI	%	NO	%
Area Urbana	1,622	22.60%	344	3.28%
Area Rural	5,554	77.39%	10140	96.71%
Total	7,176	100%	10484	100%

Fuente: INEI

• **INDICADORES AGROECONOMICOS**

De los 31 cultivos que cultivan en el distrito de San Luis de Shuaro, 13 son los cultivos de mayor relevancia e importancia para la economía del distrito, para lo cual en los siguientes gráficos se detallara el Área Cosechada, Rendimiento, el Volumen de la Producción, el precio en chacra y el Valor bruto de la Producción

Cuadro 22
Área cosechada (has) Periodo 2006 – 2014

CULTIVO	AREA COSECHADA (ha)								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
BRAQUEARIA	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	31.50	33.00	33.00
CACAO	48.00	48.00	53.00	60.00	71.00	85.00	76.00	67.00	67.00
CAFE	4,894.00	4,961.00	5,338.00	5,403.00	5,488.00	5,526.00	5,228.00	4,930.00	4,930.00
MAIZ DURO (HIBRIDO)	108.00	156.00	171.00	137.00	158.00	160.00	163.00	165.00	165.00
TANGERINA	329.00	329.00	321.00	301.00	301.00	301.00	298.00	295.00	295.00
MARACUYA	20.00	20.00	26.00	26.00	26.00	24.00	20.00	16.00	16.00
NARANJO	434.00	451.00	475.00	482.00	490.00	526.00	585.00	643.00	643.00
PALTO	345.00	360.00	374.00	385.00	399.00	402.00	443.00	483.00	483.00
PAPAYA	3.00	7.00	9.00	9.00	9.00	16.00	28.50	41.00	41.00
PINA	223.00	220.00	229.00	232.00	253.00	252.00	291.00	329.00	329.00
PLATANO	643.00	644.00	653.00	663.00	697.00	698.00	774.00	849.00	849.00
TANGELO	225.00	225.00	200.00	180.00	160.00	160.00	158.00	156.00	156.00
YUCA	212.00	259.00	286.00	215.00	172.00	210.00	156.00	102.00	102.00

Fuente: INEI

En el cuadro 22 refleja el porcentaje de los cultivos con mayor área cosechada, en primer lugar el café con 59.1% por la demanda nacional y mundial, seguido del plátano con 10.2%, naranjo con 7.7% y los paltos con un 5.8%.

Cuadro 23
Porcentaje de área cosechada Periodo 2006 – 2014

CULTIVO	2014	%
BRAQUEARIA	33	0.4%
CACAO	67	0.8%
CAFE	4930	59.1%
MAIZ DURO (HIBRIDO)	165	2.0%
TANGERINA	295	3.5%
MARACUYA	16	0.2%
NARANJO	643	7.7%
PALTO	483	5.8%
PAPAYA	41	0.5%
PINA	329	3.9%
PLATANO	849	10.2%
TANGELO	156	1.9%
YUCA	102	1.2%
OTROS	226	2.7%

Los rendimientos de los cultivos se mantienen o hay variaciones mínimas, el café sus rendimientos anuales de 0.69 ton por año en los últimos 4 años, la piña su rendimiento en el último año es 28.50 ton y el naranjo es 22.00 ton.

Cuadro 24
Rendimientos de los cultivos (ton) Periodo 2006 – 2014

CULTIVO	RENDIMIENTO (tn)								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
BRAQUEARIA	29.71	30.90	30.30	31.38	31.91	32.55	33.00	33.45	33.45
CACAO	0.67	0.69	0.69	0.695	0.69	0.61	0.71	0.80	0.80
CAFE	0.63	0.97	0.66	0.69	0.84	0.69	0.69	0.69	0.69
MAIZ DURO (HIBRIDO)	2.01	2.24	2.38	2.40	2.40	2.40	2.37	2.33	2.33
TANGERINA	11.10	10.10	8.11	8.75	9.25	9.58	10.10	10.70	10.90
MARACUYA	9.65	8.99	9.80	9.75	9.78	9.37	9.75	10.12	10.12
NARANJO	14.9	15.90	17.30	18.33	19.00	19.57	20.70	21.80	22.00
PALTO	4.73	5.32	5.37	6.29	6.59	6.93	7.26	7.58	7.60
PAPAYA	4.37	4.19	4.43	5.32	5.97	6.06	7.03	8.00	8.00
PINA	15.20	17.20	21.30	22.36	25.30	26.24	27.20	28.2	28.50
PLATANO	5.26	6.00	6.51	7.11	8.25	8.63	9.69	10.75	10.75
TANGELO	12.60	11.50	9.64	9.86	9.67	10.52	11.60	12.65	12.90
YUCA	11.70	12.30	12.10	12.04	11.91	11.85	12.8	13.81	13.81

Fuente: Agencia Agraria Chanchamayo

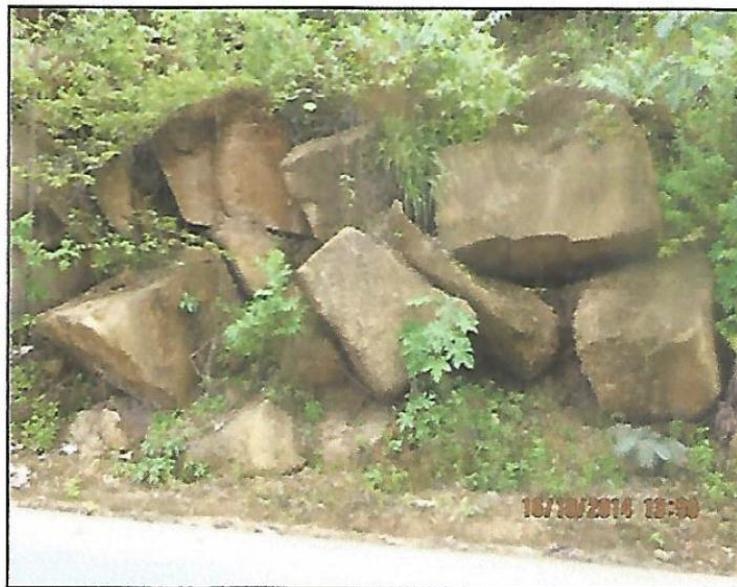
CAPITULO 3: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el Anexo se presenta el Informe que describe las características geológicas de los materiales a lo largo del río Paucartambo y que sirve como base para determinar los parámetros geotécnicos ejecutados en el área de estudio, orientados a proporcionar la información geológica e Ingeniería Geológica requerida para elaborar el Estudio “Tratamiento de Cauce del Río Paucartambo para el Control de Inundaciones”.

Se menciona en el Informe que realizaron las siguientes etapas y/o actividades:

- Revisión de la Información Técnica existente.
- Descripción de la Geología Regional (Geomorfología, Litología, Procesos geológicos y Sismicidad).
- Descripción e Interpretación de las Investigaciones Geotécnicas ejecutadas.
- Determinación de Áreas Probables para canteras.

La base ingeniero geológica desarrollada en el informe, es consecuencia del proceso de revisión y adecuación de la información técnica existente (Geología regional y/o local, Zonas Críticas por peligros geológicos y/o geohidrológicos); así como de la interpretación de las Investigaciones Geotécnicas y evaluación preliminar de canteras de enrocados ejecutadas en el ámbito del estudio.



Fotografía 09. Afloramientos rocosos

Igualmente, en el Anexo se presenta el Informe de Investigaciones Geotécnicas. Se acompaña al presente informe con cuadros, tablas y planos (geológicos, sísmicos, de peligros, entre otros).

Las investigaciones Geotécnicas se ejecutaron en el Sector Paucartambo, distrito de Villa Rica y San Luis de Shuaro. Según los resultados obtenidos se determinó que presentan materiales de cimentación según SUCS: GP, GM, GW y GC, que en su mayoría corresponden a materiales granulares de baja plasticidad y ligeramente húmedos.

CAPITULO 4: CAUDALES MÁXIMOS - EVENTOS EXTREMOS

Un evento climático extremo, son fenómenos meteorológicos normalmente raros que están por encima del percentil 90º y más bajo que el percentil 10º y varía según los lugares. Un fenómeno climático extremo es una media de una serie de fenómenos meteorológicos en un período concreto, media que de por sí es extrema (por ejemplo la precipitación durante una estación)¹.

En el periodo de 1995 al 2011 la ocurrencia de inundaciones, sequías, heladas, deslizamientos y huaycos han afectado más de 6 millones de personas (damnificados, fallecidos, heridos y desaparecidos), 478 mil viviendas afectadas y destruidas y más de 430 mil hectáreas de cultivos afectados. De los peligros mencionados, las heladas son los que han ocasionado mayores daños personales y las inundaciones son los que han tenido mayores impactos negativos en viviendas y cultivos.

4.1 HIDROGRAFIA DEL RIO PAUCARTAMBO

El río Paucartambo tiene su origen en la confluencia de los ríos Huachon y Tingo Esquina, abarca los distritos de; Huachon, Tíclacayan, Ninacaca y Paucartambo en la Provincia de Pasco; Villarica y Oxapampa en la Provincia de Oxapampa; y el distrito de Ulcumayo en el departamento de Junín.

Aguas abajo del Puente Paucartambo, el río Paucartambo confluye con el río Chanchamayo dando origen al río Perene el cual constituye el río principal de la cuenca Perene. También atraviesa el centro poblado Puente Paucartambo en las cercanías de la confluencia con el río Sal y el río Entas. Al respecto, según observaciones en campo y consultas con pobladores, el río Paucartambo en el sector Puente Paucartambo presenta riesgo para la población que vive en las orillas debido a desbordes y arrastre de materiales sólidos debido a las intensas precipitaciones.

4.2 INFORMACIÓN UTILIZADA

El río Paucartambo no cuenta con estaciones hidrométricas, algunas empresas privadas realizan campañas de aforos pero no ha sido posible acceder a información de caudales diarios. Al respecto se ha visto necesario aplicar diversos métodos indirectos para estimar las máximas descargas en el río Paucartambo.

¹ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

El método elegido es regionalizar máximas avenidas para un periodo de retorno de 2.33 años utilizando caudales diarios y adecuarlo a una función de distribución generada con datos de precipitación máxima en 24 horas en donde se cuenta con un periodo de registros para 27 años.

Para obtener resultados de ocurrencia de caudales máximos que sean razonablemente probables se ha optado por utilizar distribuciones de frecuencias de caudales máximos diarios correspondiente a los ríos Tarma y Tulumayo, por considerar que ambos ríos se encuentran en la cuenca Perene, asimismo estas cuencas presentan similitudes respecto a las características fisiográficas y cobertura vegetal, factores que influyen en la escorrentía. En el Mapa 05 se presenta el mapa de ubicación de la cuenca Paucartambo en la unidad hidrográfica Perene.

En los Cuadros 28 y 29 se muestran la distribución de frecuencias de caudal para los ríos Tulumayo y Tarma, respectivamente, mientras que en el Mapa 3 se muestra la distribución espacial de las cuencas en el ámbito de la unidad hidrográfica Perene.

Cuadro 28. Caudales del Río Tulumayo

Periodo (Años)	Caudal (m ³ /s)
1000	876
200	733
100	672
50	610
25	547
10	463
2.33	314

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29. Caudales del Río Tarma

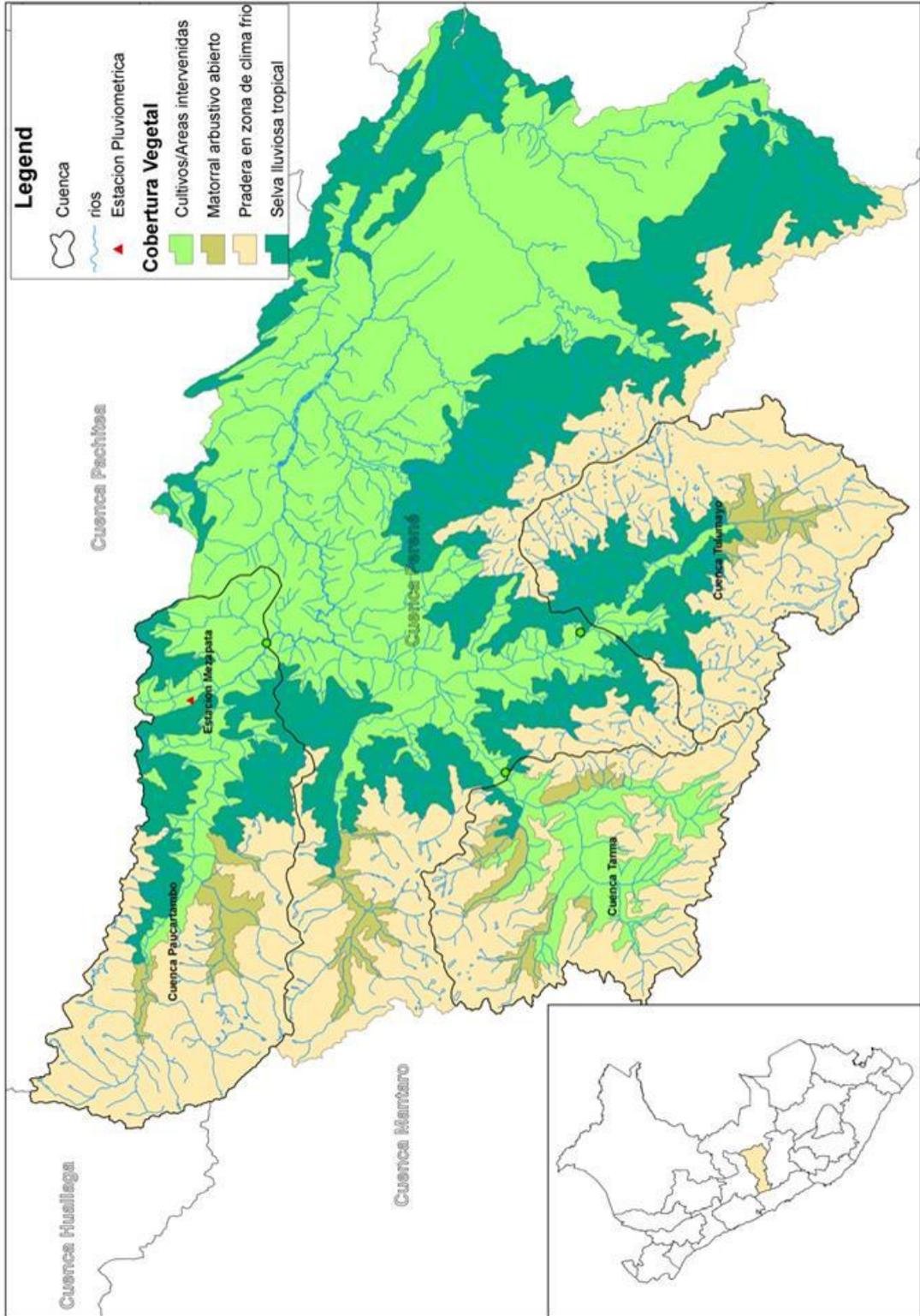
Periodo (Años)	Caudal (m ³ /s)
1000	318
200	267
100	245
50	223
20	192
10	173
2.33	120

Fuente: Estudio Evaluación RH Tarma 2013

Como ya se indicó, se utilizara los registros de precipitaciones máximas en 24 horas provenientes del SENAMHI para el periodo 1971-2003. La información corresponde a la Estación Mezapata (Lat=10°43', Long=75°23') que se presenta en el cuadro 30.

Cuadro 30. Precipitaciones máximas diarias. Estación Mezapata

Año	Registros	P24h (mm/día)
1971	364	34
1972	305	28
1973	330	33
1974	365	27
1975	365	36
1976	366	28
1977	365	26
1978	365	30
1979	365	42
1980	366	25
1981	365	31
1982	333	28
1988	335	21
1990	365	25
1991	365	42
1992	366	37
1993	365	55
1994	365	70
1995	365	70
1996	366	70
1997	303	106
1998	184	76
1999	365	62
2000	366	74
2001	365	73
2002	365	78
2003	304	61



Mapa 05. Distribución espacial de las cuencas en el ámbito de la unidad hidrográfica Perene.

Ajuste de Funciones de Probabilidad para Precipitación Máxima Análisis de Frecuencias

En el ámbito de la hidrología, numerosos fenómenos extremos no pueden pronosticarse en base a una información determinística, con la suficiente destreza y tiempo de antelación, para poder tomar las decisiones pertinentes a su ocurrencia. En dichos casos, se requiere un enfoque probabilístico con el fin de incorporar los efectos de esos fenómenos en las decisiones. Si se puede suponer que las ocurrencias son temporalmente independientes, esto es, el tiempo y la magnitud de un evento no tiene relación con los eventos anteriores, entonces se puede usar el análisis de frecuencias para describir la probabilidad de cualquier evento o de una combinación de ellos, durante el intervalo de tiempo necesario para una decisión. Los fenómenos hidrológicos que se describen en general mediante el análisis de frecuencias son las precipitaciones y las crecidas anuales máximas.

El análisis de frecuencias puede ser gráfico o matemático. En el enfoque gráfico, las observaciones históricas de la variable de interés se ordenan en orden ascendente o descendente, y se traza un gráfico de las magnitudes de los eventos en función de su frecuencia de excedencia o intervalo de repetición. Después, se ajusta una curva a través de los puntos representados gráficamente para describir la probabilidad de ocurrencia futura de cualquier evento. Se dispone de un papel especial para gráficos, que puede usarse para ilustrar la curva suave como una línea recta.

El enfoque matemático para el análisis de frecuencias se basa en la suposición de una descripción matemática específica, conocida como distribución de probabilidades, para definir el equivalente de la curva del enfoque gráfico. Los parámetros de la distribución de probabilidades se definen como funciones de las estadísticas de las observaciones hidrológicas.

Periodo de Retorno

El período de retorno (t_r), de un evento dado, es el número promedio de años dentro del cual se espera que el evento sea igualado o excedido sólo una vez el evento que se espera sea igualado o excedido cada n años, es el evento de n años. Ambos términos se refieren a la frecuencia de ocurrencia promedio esperada de un evento durante un largo período de años. El período de retorno es igual al inverso de la probabilidad de excedencia en un solo año.

Distribuciones de Probabilidad usadas en Hidrología

Las distribuciones de probabilidades se usan en una amplia variedad de estudios hidrológicos, por ejemplo los estudios de recursos hídricos, de caudales extremos altos y bajos, de sequías, de volúmenes en embalses, de cantidades de lluvia y de modelos de series cronológicas.

De acuerdo a las propiedades de los datos observados, los criterios considerados en la selección de funciones de distribución han sido las siguientes:

- La función es continua y definida por valores positivos.
- El extremo inferior debe estar limitado por unos valores positivos.
- El extremo inferior es ilimitado.
- La curva de densidad es asintótica al eje x
- La forma básica es de tipo acampanada.

a. Función de Distribución de Probabilidad Normal de 2 Parámetros

Se dice que una variable tiene una distribución normal, cuando su función de densidad de probabilidades está representada por la siguiente ecuación:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{(x-U)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots(1)$$

Dónde:

P(x) = Función de densidad de probabilidades

U = Media de la población

σ = Desviación estándar de la población

Esta función tiene las siguientes características:

- Es acampanada y simétrica
- La variable es continua
- Los valores son consecutivos e independientes
- La media, mediana y moda coinciden
- $f(x) \geq 0$

Si la variable x, es estandarizada, forzando a una media cero y varianza unitaria y se considera la variable estandarizada como:

$$t = \frac{X - U}{\sigma}$$

Reemplazando en (1) obtenemos:

$$P(t) = P(T \leq t) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} \int_{-\infty}^t e^{-t^2/2} .dt$$

Donde P(t) es función de la distribución acumula de la distribución normal para la variable estandarizada t, también conocida como variable estándar.

b. Función de Distribución de Probabilidad Log-Normal de 2 Parámetros

Si los logaritmos, $\ln x$, de una variable x son distribuidos normalmente, entonces la variable x será distribuida logarítmicamente normal.

La función de distribución de densidades de probabilidades se expresa de la siguiente manera:

$$P(x) = \frac{1}{X \cdot \sigma_y \cdot (2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{(\ln X - U_y)^2}{2 \cdot \sigma_y^2}}$$

Dónde:

U_y = Media de los logaritmos naturales de la variable x

σ_y = Desviación estándar de los logaritmos naturales

c. Función de Distribución de Probabilidad Log-Normal de 3 Parámetros.

Así como la distribución Log-normal representa la distribución normal de los logaritmos de la variable x , así la Log-normal de 3 parámetros nos representa la distribución de los logaritmos de la variable reducida $(X-a)$, donde “ a ” es el límite inferior.

La función de densidad de probabilidades está dada por:

$$P(x) = \frac{1}{(X - a) \cdot \sigma_y \cdot (2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{[\ln(X-a) - U_y]^2}{2 \cdot \sigma_y^2}}$$

Dónde:

$P(x)$ = Función de densidad de los logaritmos de $(x-a)$, tal que

U_y = Parámetro de escala: media de los logaritmos.

= Parámetro de forma: desviación estándar de los $\ln(X-a)$

a = Parámetro de posición: límite inferior.

e = Base de los logaritmos naturales.

d. Función de Distribución de Probabilidad Extremo Tipo I - Gumbel

La distribución Tipo I (Gumbel), es usado para series máximas. Esta distribución de límite inferior mayor de n , valores de X_i , a medida que n crece indefinidamente. Esta distribución supone también que los valores de X_i son independientes e idénticamente distribuidos con una distribución tipo exponencial.

La función de probabilidad acumulada, es la siguiente:

$$P(X) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Dónde:

α = Parámetro de concentración

β = Es una medida de tendencia central

Su función de densidad de probabilidad se expresa como:

$$P(X) = \alpha \cdot e^{-\alpha(X-\beta)-e^{-\alpha(X-\beta)}}$$

e. Función de Distribución de Probabilidad Pearson Tipo III

La función de distribución d densidad de probabilidad de la distribución Pearson Tipo III es de la forma:

$$P(X) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{X - \delta}{\alpha} \right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left[\frac{X - \delta}{\alpha} \right]}$$

Dónde:

α, β = Parámetros a ser definidos y es la función gamma.

Si sustituimos $Y = (\ln X)$ y reemplazamos (5), se obtiene:

$$P(X) = \frac{y^{\beta-1} \cdot e^{-y}}{\Gamma(\beta)}$$

La cual representa la función de parámetro gamma de un parámetro.

f. Función de Distribución de Probabilidad Log-Pearson Tipo III

Esta distribución nos dice que si los $\ln x$, de una variable X son distribuidos como una Pearson tipo III, entonces la variable se distribuirá como una log-Pearson tipo III, con una función de densidad de probabilidad que tiene la siguiente forma:

$$P(X) = \frac{1}{\alpha \cdot X \cdot \Gamma(\beta)} \left(\frac{\ln X - \delta}{\alpha} \right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left[\frac{\ln X - \delta}{\alpha} \right]}$$

Dónde:

$\alpha, \beta, \delta =$ Son parámetros de escala, forma y colocación.

La estimación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno, ha sido cuantificada aplicando la distribución estadística Extremo Tipo I – Gumbel por presentar menor error estándar que las demás distribuciones y además por ser ampliamente utilizado en cuencas altoandinas de la vertiente del Atlántico.

Los valores adimensionales R corresponden a la curva regional de frecuencias para la cuenca Paucartambo.

Los resultados según periodo de retorno se muestran en el Cuadro 31.

Cuadro 31 Distribución de Frecuencias

Periodo (Años)	Precipitación (mm/día)	Factor adimensional R
1000	160	3.3
500	150	3.1
200	130	2.7
100	120	2.5
50	110	2.3
25	94	2.0
10	77	1.6
2.33	48	1.0

Estimación de Parámetros

En la estimación de los parámetros de las funciones de distribución de probabilidad, de uso más común son las siguientes:

- * Método de Momentos
 - * Método de Máxima Verosimilitud.

En la estimación de parámetros se debe tener en cuenta las siguientes propiedades:

- * Que sean estimadores consistentes.
- * Que sean estimadores no sesgados,
- * Que sean eficientes.

De acuerdo a estas propiedades, el método de momentos es el más apropiado para la estimación de los parámetros.

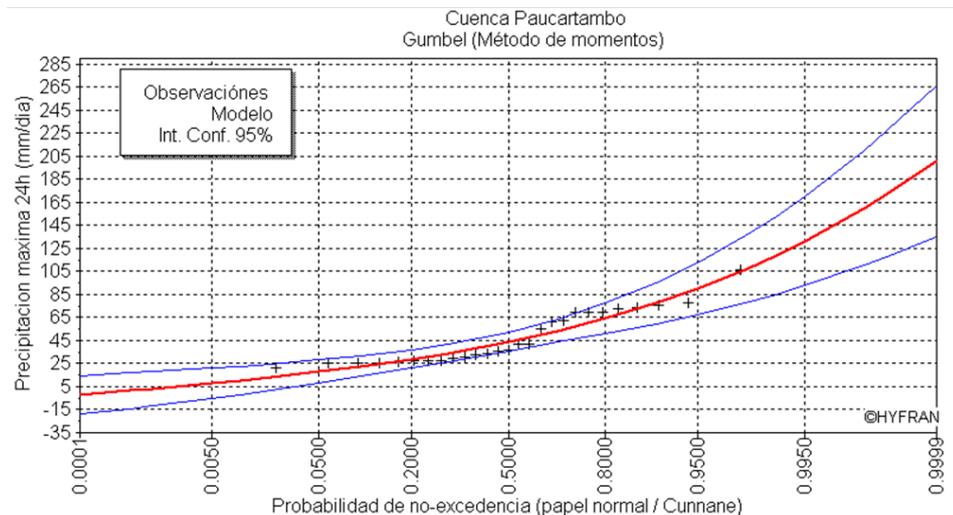
Los resultados de la prueba de la bondad del ajuste CHI Cuadrado se muestra en el cuadro 32.

Cuadro 32

PRUEBA DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN EXTREMO TIPO I - GUMBEL

PRUEBA DE AJUSTE		Estación Mezapata
CHI Cuadrado	Calculado	0.07
	Tabla	8.52
	Resultado	se acepta

Figura 3



3.3. Método de Regionalización de caudales con Avenidas Índice

Como se indicó, el método elegido es obtener el caudal máximo para el río Paucartambo correspondiente a un periodo de retorno de 2.33 años utilizando la curva área-caudal de la **figura 3** y posteriormente adecuarlo a la distribución de frecuencias generada con datos de precipitación máxima en 24 horas.

Los parámetros físicos y de cobertura vegetal deben ser similares para regionalizar los caudales, para comparar estos factores se elaboraron los cuadros 33 y 34

Cuadro 33

Regionalización de Caudales (periodo=2.33 años)

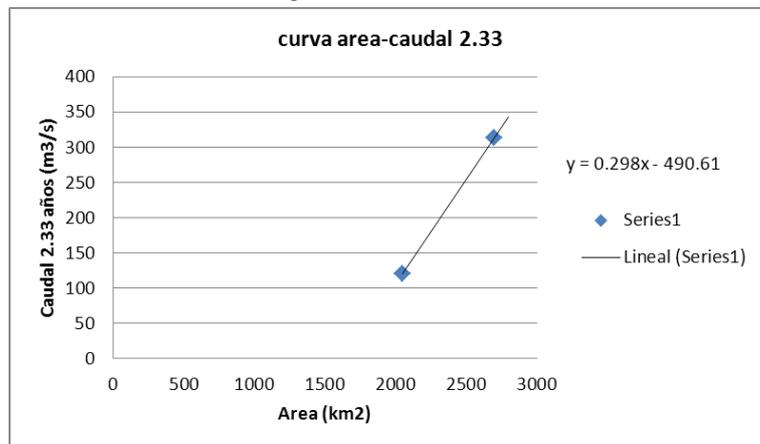
Cuenca	Altitud media (msnm)	Pendiente (%)	Área (Km ²)	Caudal (m3/s)
Paucartambo	3165	39	2885	370
Tulumayo	3726	49	2700	314
Tarma	3896	38	2049	120

Cuadro 34

Áreas de Cobertura Vegetal

Cuenca	Selva lluviosa tropical (%)	Matorral arbustivo abierto (%)	Pradera en zona de clima frío (%)	Cultivos/Áreas intervenidas (%)
PAUCARTAMBO	20.65	6.19	48.39	24.77
TULUMAYO	20.16	5.26	70.21	4.36
TARMA	1.69	8.59	60.15	29.57

Figura N° 3



Para distribuir los caudales según periodo de retorno se multiplica el caudal máximo y que correspondería al periodo de retorno de 2.33 años por el factor adimensional mostrado en el cuadro 31. La ventaja de utilizar los factores adimensionales es que se conservan las frecuencias de las tormentas de diseño las cuales están estrechamente relacionadas con la ocurrencia de caudales máximos. El método de Fuller relaciona el caudal máximo diario registrado con el área de la cuenca para obtener el caudal instantáneo, tal como se presenta en el cuadro 35.

Cuadro 35

Caudales máximos río Paucartambo

Periodo (Años)	Factor adimensional R	Caudal Máximo (m3/s)	Caudal Instantáneo (m3/s)
1000	3.3	1233	1534
500	3.1	1156	1438
200	2.7	1002	1246
100	2.5	925	1150
50	2.3	848	1055
25	2.0	725	901
10	1.6	594	738
2.33	1.0	370	460

4.4.3 Método Envolvente de Creager

Para contrastar los resultados obtenidos se utilizó el método de la envolvente CREAGER de descargas máximas desarrollado para las condiciones del Perú por Trau W. y Gutiérrez R. (1979) se calcula en función del área de cuenca y el periodo de retorno, mediante la Fórmula de Creager:

$$Q_{max} = (C_1 + C_2) * \text{Log}(T) * A^{mA^{-n}}$$

Donde,

C_1 , C_2 , m y n son coeficientes adimensionales para diferentes regiones del Perú.

Q_{max} , caudal máximo

T , periodo de retorno

En el cuadro 36, se muestra los valores de los coeficientes para cada región del Perú y en la figura 3, se muestra la regionalización de avenidas del Perú. Según estas consideraciones el ámbito de estudio se ubica en la región 6.

Cuadro 36. Valores de los coeficientes según región del Perú

Nº	Región	Cuencas
1	Costa Norte (frontera)	Tumbes a Piura
2	Costa Norte	Cascajal a Santa
3	Sierra Norte	Alta Marañón
4	Costa Central	Lacramarca a Camaná-Majes
5	Costa Sur	Quilca a Caplina
	Tiñicaca	Tiñicaca
6	Sierra Central Sur	Mantaro, Apurímac y Urubamba
7	Selva	Ucayali, Bajo Marañón, Madre de Dios y Amazonas

Región	C1	C2	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.10	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04

Fuente: Análisis regional de las avenidas en los ríos del Perú; Trau W. y Gutierrez R.; 1979

La cuenca del río Paucartambo se encuentra en la región 6, según la Figura 5



Figura 5. Mapa de Regionalización de las Avenidas del Perú

Fuente: Análisis regional de las avenidas en los ríos del Perú; Trau W. y Gutierrez R.; 1979

4.3 RESULTADOS

Para la cuenca del río Paucartambo se tienen los siguientes valores:

$A = 2,885 \text{ Km}^2$, $C1 = 0.18$, $C2 = 0.31$, $m = 1.24$ y $n = 0.04$

En el cuadro 37 se muestra los caudales máximos

Cuadro 37

Caudales máximos río Paucartambo

Periodo (Años)	Log(T)	Caudal Instantáneo (m ³ /s)
1,000	3.0	1,936
500	2.7	1,742
200	2.3	1,485
100	2.0	1,291
50	1.7	1,097
25	1.4	902
10	1.0	645
2.33	0.4	237

Al comparar resultados, los valores obtenidos son similares respecto al método de CREAGER, sin embargo se considera que el procedimiento de Regionalización de Caudales es más representativo porque las frecuencias utilizadas para obtener el factor R comprende 27 años de registros de precipitación máxima de una estación pluviométrica ubicada en la cuenca Paucartambo.

Medición de caudales en campo

Debido a que no se tuvo acceso a información de caudales máximos se procedió a efectuar mediciones en campo para determinar aspectos como marcas de máxima altura de agua y ancho de cauce, al respecto se observó que la sección de control en el Puente Paucartambo es estable, ligeramente sinuoso y con presencia de vegetación en las orillas, por lo tanto factible de estimar caudales máximos empleando la relación área pendiente

$$Q=A^{5/3}/P^{2/3}/n*S^{1/2}.$$

En principio, se procedió a medir el tirante máximo de agua ($H = 4 \text{ m}$) alcanzado en avenidas extraordinarias y empleando los siguientes valores: $A = 196 \text{ m}^2$, $S = 0.01 \text{ m/m}$, $c = 0.045$ y $P = 56 \text{ m}$, obtenemos un caudal máximo de $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ y que según la frecuencia de caudales de diseño correspondería aproximadamente a un periodo de retorno de 50 años.

En la fotografía 10 se muestra una vista de la sección del río en el Puente Paucartambo



Fotografía 10. Vista aguas arriba del puente Paucartambo

CONCLUSIONES

- La realización de cálculos regionales de frecuencias empleando el método de la Avenida Índice, es muy útil en estudios hidrológicos como un método complementario o como una rápida aproximación de eventos extremos en áreas no aforadas.
- Bajo esta metodología se realizó los pronósticos de máximas avenidas para diferentes periodos de retorno en el río Paucartambo.

Caudales máximos río Paucartambo

Periodo (Años)	Caudal Máximo (m ³ /s)	Caudal Instantáneo (m ³ /s)
1000	1233	1,534
500	1156	1,438
200	1002	1,246
100	925	1,150
50	848	1,055
25	725	901
10	594	738
2.33	370	460

Con fines de diseño de defensas ribereñas y el dimensionamiento de las estructuras, se recomienda periodos de retorno de 50 años para zonas agrícolas y 100 años para zonas urbanas.

Se recomienda a la ALA Perene que coloque una regla graduada para medir niveles (limnómetro) y realizar aforos mensuales en la sección de control Puente Paucartambo.

CAPITULO 5: RED GEODÉSICA

La Red Geodésica en el río Paucartambo está conformada por 15 Puntos de Orden “C”, los cuales fueron instalados y monumentados por el Instituto Geográfico Nacional - IGN en Agosto del 2009 a solicitud de COFOPRI.

Esta Red Geodésica servirán de soporte georreferencial para los levantamientos cartográficos y topográficos para la elaboración de estudios de pre inversión e inversión, así como replanteo en la construcción de obras hidráulicas, defensa ribereñas y control de avenidas dentro de la faja marginal.

5.1 Establecimiento del Punto Geodésico

Los puntos geodésicos establecidos son del Orden “C” y suman en total 15 puntos, distribuidos en los distritos de San Luis de Shuaro (07 puntos) y Chanchamayo (08 puntos).

Parámetros del Sistema de Referencia utilizado

▪ Datum	:	WGS 1984
▪ Proyección	:	UTM
▪ Zona UTM	:	18 Sur
▪ Meridiano Central	:	81° W
▪ Unidad de medición	:	Metro Internacional

5.2 Información de los Puntos de Orden “C”

En el cuadro 36, se describen los principales datos de los 15 Puntos Geodésicos establecidos por el Instituto Geográfico Nacional-IGN y el Organismo de Formalización de la Propiedad Informal - COFOPRI

La memoria descriptiva de cada punto de los 15 puntos instalados se incluye en anexos.

A continuación, se presenta la figura 9 Descripción Monográfica del Punto Geodésico LDS1, ubicado en el distrito de San Luis de Shuaro.



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE GEODESIA
DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

CODIGO: LDS1	LOCALIDAD: SAN LUIS DE SHUARO	ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: PLAZA DE ARMAS		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM DE DIÁMETRO	
LATITUD (S) WGS-84 10°53'19.743700"		LONGITUD (O) WGS-84 75°17'13.918360"	
NORTE (Y) WGS-84 8796299.141340 m		ESTE (X) WGS-84 468613.396157 m	
ALTURA ELIPSOIDAL 750.4286 m	ELEV. REFERENCIAL (EGM 2008) 722.8366 m	ZONA UTM 18 SUR	ORDEN C
<p>CROQUIS MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN LUIS DE SHUARO</p>			
<p>LOCALIZACIÓN: Distrito: SAN LUIS DE SHUARO Provincia: CHANCHAMAYO Departamento: JUNIN</p> <p>DESCRIPCIÓN: La Estación "LDS1" se encuentra ubicada al lado suroeste de la Plaza de Armas, frente a la Iglesia San Luis de Gonsaga.</p> <p>MARCA DE LA ESTACIÓN: Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - LDS1 - C - 2009".</p> <p>REFERENCIA: Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 22-m Oxapampa.</p>			
DESCRITA POR: Rospigliosi / Vilchez	REVISADO: TcoJ. C. Silva Q.	JEFE PROYECTO: Cap. Ing. H. Segura M.	FECHA: Agosto 2009

Figura 9. Descripción Monográfica del Punto Geodésico LDS1

Cuadro 36 RELACION DE PUNTOS GEODESICOS DE ORDEN "C"

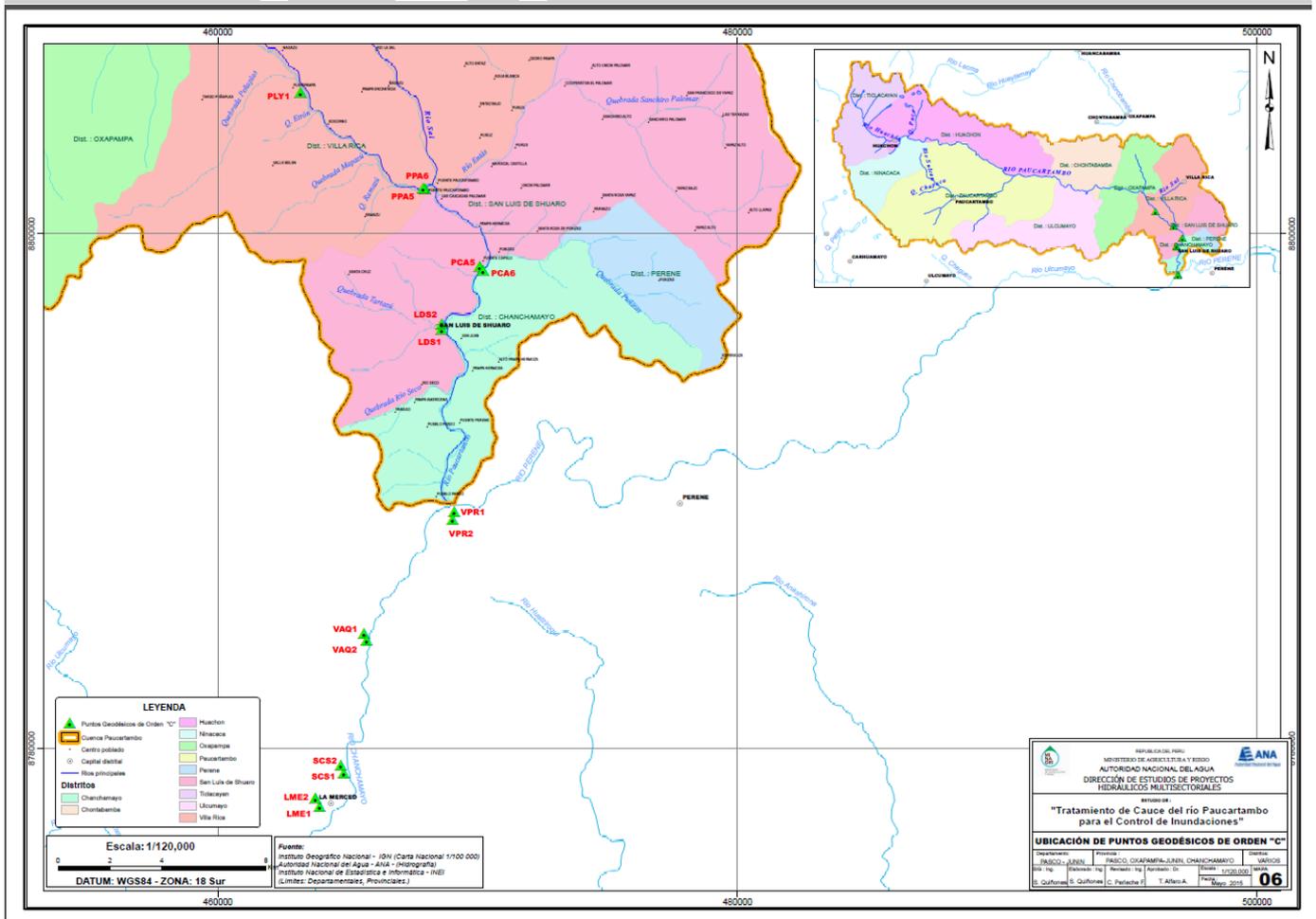
Código	Norte (Y)	Este (X)	ALTURA ELIPSOIDAL	Descripción
				Distrito San Luis de Shuaro : Siete (07) Puntos de Orden C
LDS1	8,796,299.141	468,613.396	750.43	La estación LDS1 se encuentra ubicada al lado suroeste de la Plaza de Armas frente a la iglesia San Luis de Gonzaga. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción "IGN-PCDPI-LDS1-C-2009.
LDS2	8,796,507.614	468,611.842	748.56	La estación LDS2 se encuentra ubicada frente al almacén municipal, intersección entre la Av. Túpac Amaru y la Calle Primavera, aproximadamente a 300 metros al noreste de la Plaza de Armas. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción "IGN-PCDPI-LDS2-C-2009.
PCA5	8,798,734.335	470,074.328	767.23	La estación PCA5 se encuentra ubicada frente a la casa de la Familia Rivas, a 30 mts.aproximadamente del lado noroeste del Puente Capelo, frente al Restaurant Don Pedrito.. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción "IGN-PCDPI-PCA5-C-2009.
PCA6	8,798,583.964	470,200.292	767.83	La estación PCA6 se encuentra ubicada frente al lado sureste del Puente Capelo, a 5 metros aproximadamente del camino al C.P. Santa Rosa Yapaz. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción "IGN-PCDPI-PCA6-C-2009.
PLY1	8,805,491.675	463,171.009	891.01	La estación PLY1 se encuentra ubicada al costado del campo deportivo San Antonio, aproximadamente a 2 metros al este de la placa recordatoria del CP Playapampa.. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción "IGN-PCDPI-PLY1-C-2009.
PPA5	8,801,756.991	467,968.982	812.04	La estación PPA5 se encuentra ubicada a 2 metros a la casa de la familia Mantaro, a 6 metros aproximadamente al norte del baño público, a 2 metros aproximadamente al noreste del Puente Paucartambo. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción "IGN-PCDPI-PPA5-C-2009.
PPA6	8,801,778.632	467,899.478	812.06	La estación PPA6 se encuentra ubicada a 2 metros a la casa de la familia Mantaro, a 6 metros aproximadamente al norte del baño público, a 2 metros aproximadamente al noreste del Puente Paucartambo. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción "IGN-PCDPI-PPA6-C-2009.

“Tratamiento de Cauze del Río Paucartambo para el Control de Inundación y Erosión Fluvial”

Código	Norte (Y)	Este (X)	ALTURA ELIPSOIDAL	Descripción
				Distrito Chanchamayo: ocho (08) Puntos de Orden C
LME1	8,777,768.701	463,911.777	806.40	La estación LME1 se encuentra ubicada en el Parque Los Bomberos, frente a la Comisaria, a la margen derecha del pasaje San Antonio. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-LME1-C-2009.
LME2	8,778,085.212	463,744.134	940.77	La estación LME2 se encuentra ubicada al suroeste del cerro La Cruz, aproximadamente a 10 metros al noreste de la imagen de la Virgen de la Merced. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-LME2-C-2009.
SCS1	8,779,060.635	464,847.154	769.24	La estación SCS1 se encuentra ubicada al frente de la casa de la familia Gutti, en la cuadra 15 de la Av. Fray Gerónimo Jiménez, frente al local de Narza Negociaciones-Agroindustrias. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-SCS1-C-2009.
SCS2	8,779,368.969	464,731.467	763.88	La estación SCS2 se encuentra ubicada en el cruce de la avenida con la calle Gerónimo Jiménez, aproximadamente en la cuadra 25 de la Avenida Fray Gerónimo Jiménez frente a la casa de la familia Ramos. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-SCS2-C-2009.
VAQ1	8,784,488.579	465,623.926	748.47	La estación VAQ1 se encuentra ubicada a 10 metros aproximadamente al suroeste del Camal Particular, frente a la casa de la familia Solano, a 40 metros aproximadamente al noreste del Centro Educativo Particular N° 31303 Santo Domingo de Guzmán. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-VAQ1-C-2009.
VAQ2	8,784,219.815	465,722.055	747.79	La estación VAQ2 se encuentra ubicada frente a la casa de la familia Vivanco, a 50 metros aproximadamente de la Iglesia Evangélica, al lado derecho de la Carretera Marginal camino al Puente Río Colorado. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-VAQ2-C-2009.
VPR1	8,789,201.795	469,095.976	725.10	La estación VPR1 se encuentra ubicada al suroeste del campo deportivo, aproximadamente a 8 metros al noreste de la Institución Educativa Primaria Villa Progreso. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-VPR1-C-2009.
VPR2	8,788,906.541	469,022.709	775.154	La estación VPR2 se encuentra ubicada al noroeste del reservorio de agua, a 180 metros aproximadamente al suroeste de la Institución Educativa Primaria Villa Progreso. La marca de la estación es un disco de bronce de 5 cm Ø, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto, y lleva grabado la siguiente inscripción “IGN-PCDPI-VPR2-C-2009.

5.3 Mapas de ubicación de los Puntos de Orden “C”

En el Mapa 06, se muestran la ubicación de los 15 Puntos Geodésicos instalados por el Instituto Geográfico Nacional – IGN.



Mapa 06. Ubicación de los Puntos de Orden “C”

CAPITULO 6: PARÁMETROS HIDRÁULICOS Y ACONDICIONAMIENTO DEL CAUCE EN RÉGIMEN ESTABLE

Los factores físicos principales que actúan como condicionantes en un cauce estable son el régimen hidrológico y la sinuosidad o geomorfología.

El caudal del río Paucartambo es variable durante el año y espacialmente. Una gran parte del año el caudal es mediano, que discurre en una franja relativamente estrecha y otro parte del año el caudal es alto (enero, febrero y marzo), que ocupa franjas mayores para el transporte del flujo. Es importante que el cauce principal, dominado por el ancho estable, garantice el flujo de esta variación de caudales, sin generar erosiones o colmataciones de importancia.

La sinuosidad es otro factor importante en la estabilidad de un río. Un río en estado natural no es recto. Por lo tanto, un encauzamiento recto con curvaturas pequeñas (fondo móvil), no es capaz de conducir las aguas en línea recta sino que desarrolla inestabilidad lateral. Los ríos de gran sinuosidad tienen mayor longitud y menor pendiente; asimismo, las curvas generan resistencia al flujo; por lo tanto la capacidad de desagüe es menor, pudiendo originar desbordamiento mayores. Si las orillas no son resistentes, la acción sobre las curvas puede causar erosión en las márgenes.

6.1 Morfología fluvial

El río Paucartambo es un río Permanente o perenne. En la parte alta de la cuenca presenta un lecho rocoso y encajonado, mientras que en la parte baja se puede apreciar zonas aluviales con menores pendientes que pueden conformar las llanuras de inundación.

La pendiente de un río establece el aspecto más importante para definir el régimen hidráulico. De acuerdo a este parámetro el río Paucartambo se comporta como un río torrencial en la parte alta, media y baja de la cuenca.

En parte el río presenta una morfología tipo trenzado, mientras que para el resto del río se comporta con una morfología tipo recto. Si relacionamos la pendiente con el caudal mediante la relación $i \cdot Q^{0.44} > 0.0116$ (i = pendiente y Q = caudal), entonces el río se comporta del tipo recto.

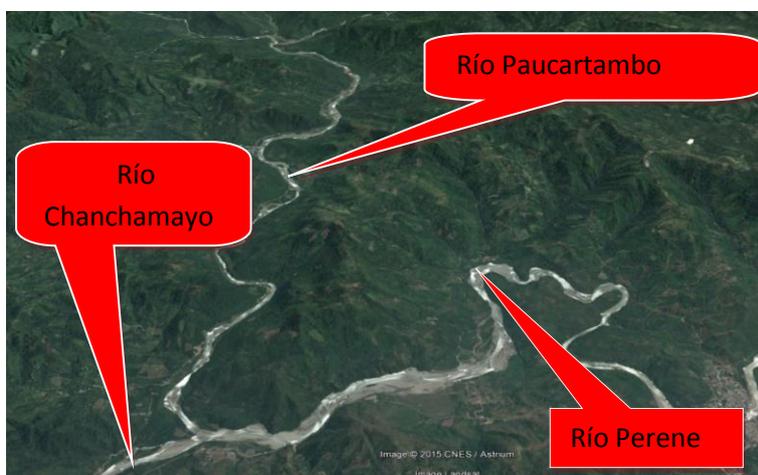


Figura N° 11. Río Paucartambo, tramo recto

6.2 Acondicionamiento del cauce

Para tratar de dar las condiciones de régimen estable del río Paucartambo se ha considerado determinar algunos parámetros fundamentales como los que se describen.

6.2.1 Trazo del eje del río

Sobre la base de imágenes satelitales e información de la carta nacional, se ha trazado el eje del río, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

CRITERIOS

- **Sinuosidad del río**

Se ha rectificando con tramos compuesto por curvas grandes y ligeramente rectas, considerando que la pendiente de equilibrio va a permitir un equilibrio entre la sedimentación y la erosión. Teniendo en cuenta que no deben existir alineaciones rectas sino curvas (figura 12).

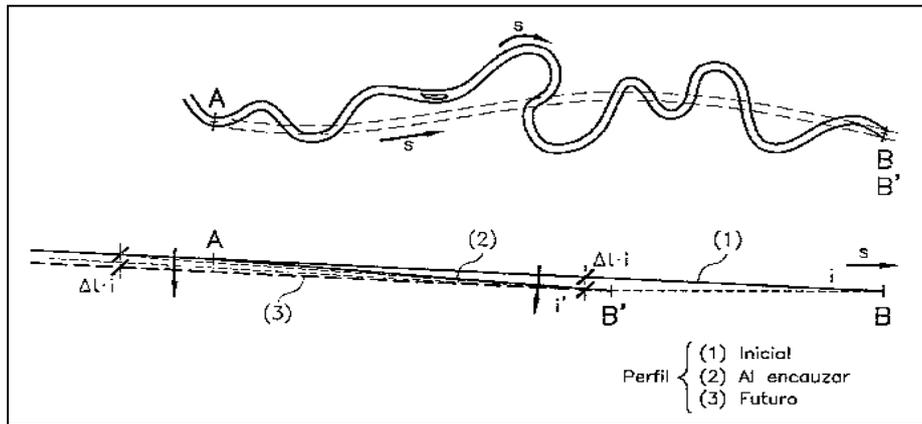


Figura 12. Trazo para reducir curvas
Fuente: Ingeniería de Ríos- Martín, J.

Dentro de la curvatura no es recomendable trazar arcos de círculos, ya que la curvatura es constante y cambiaría bruscamente de signo en el punto de tangencia (figura 13).

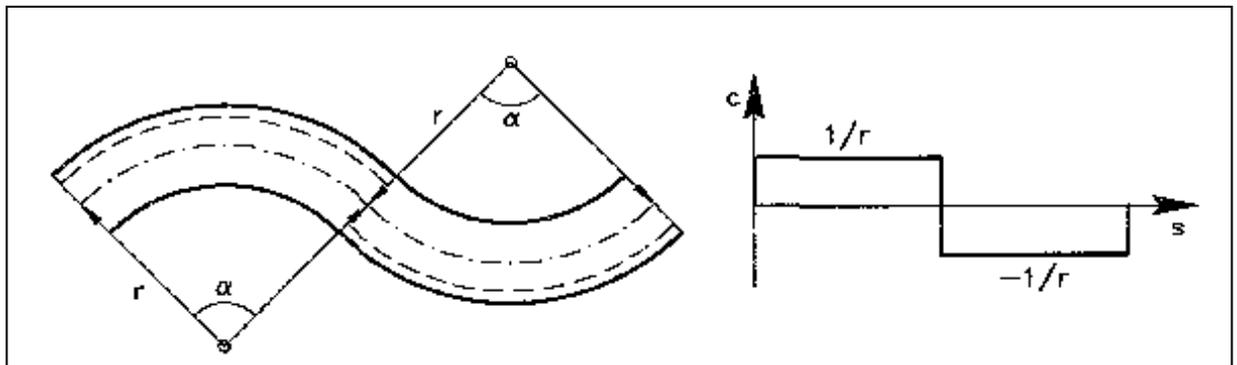


Figura 13. Alineaciones circulares alternadas

- **Estructuras viales de cruce e hidráulicas**

Los puentes y bocatomas de alguna forma definen el ancho de un río en ese tramo (figura 14).



Figura 14. Existencia de estructuras Viales: Puente Capelo
Fuente: Google Earth

- **Predios agrícolas**

Se ha tenido en cuenta la propiedad privada, para no generar conflictos con los propietarios.

- **Estrangulaciones naturales**

Existen tramos del río con presencia de zonas rocosas que definen de manera natural el ancho del río, el cual no puede ser modificado.



Figura N° 15. Estrangulaciones naturales y predios agrícolas
Fuente: Google Earth

- **Existencia de obras de defensa ribereña**

Las obras construidas en los cauces de los ríos pueden estar bien o mal ubicadas y/o construidas con respecto a la alineación de los bordes de las márgenes y ancho estable.



Fotografía 16. Defensas ribereñas mal construidas (sin uña de cimentación) en el cauce
Fuente: Autoridad Nacional del Agua

- **Aspectos legales**

Se hace referencia a la Ley de Recursos Hídricos y a la Directiva sobre delimitación de Fajas Marginales.

De acuerdo a los criterios descritos se propone un eje de longitud 16,901 m. desde la progresiva 0+000, que inicia en la confluencia con el río Chanchamayo, para formar el río Perene (distrito de Chanchamayo), con las coordenadas: Este (X) 469 046 Norte (Y) 8 789 414 hasta la progresiva 16+901 en el puente Paucartambo (distrito de San Luis de Shuaro), fin del tramo en estudio, que tiene las siguientes coordenadas: Este (X) 467 921 Norte (Y) 8 801 771. (Figura 17).

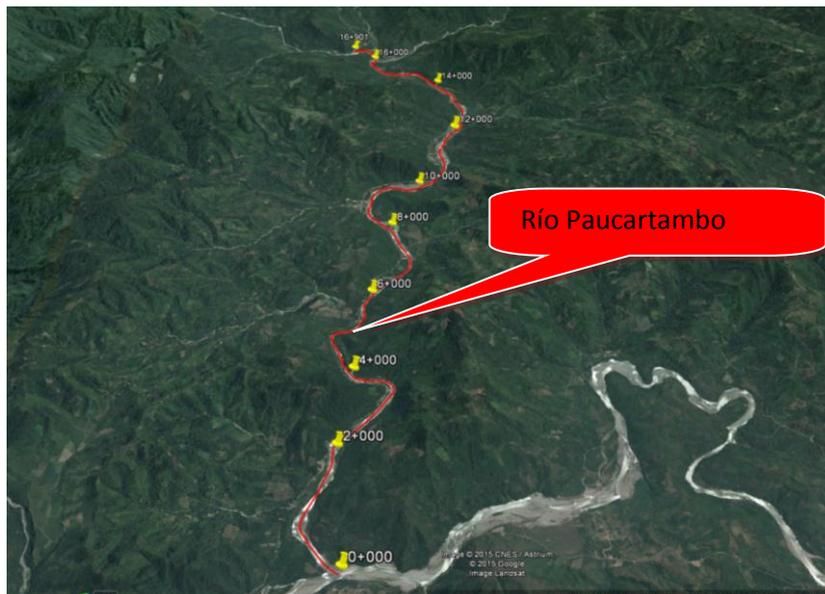


Figura 17. Propuesta de Eje del río Paucartambo
Fuente: Elaboración propia, con información del IGN y Google.

En el cuadro 37, se indican las coordenadas de las progresivas del eje del río Paucartambo, desde Kilómetro 0+000 ubicado en la confluencia con el Río Chanchamayo (distrito de Chanchamayo) hasta el kilómetro 16+901, ubicado en el Puente Paucartambo (distrito de San Luis de Shuaro).

Las coordenadas están expresadas en coordenadas UTM, datum WGS 84 y zona 18 Sur.

Cuadro 37
Coordenadas de las progresivas del eje

Progresiva	Este	Norte
0+000	469 047	8 789 414
2+000	468 790	8 791 145
4+000	468 869	8 792 447
6+000	468 987	8 794 040
8+000	469 171	8 795 720
10+000	469 567	8 796 888
12+000	470 684	8 796 419
14+000	470 071	8 799 488
16+000	470 166	8 800 212
16+901	467 921	8 801 771

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Coeficiente de rugosidad

La elección del coeficiente de rugosidad (“n” de Manning), se realizó mediante la observación en campo de las características del cauce principal y de los márgenes derecha e izquierda, así como la comparación con estudios anteriores y tablas (Cuadro 38).

Los valores de “n” varían según las características de los tramos del río.

En el cuadro 39, se indica el coeficiente de rugosidad del cauce y de las márgenes, para el tramo en estudio.

Cuadro 38
Valores de Manning

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Cauces naturales			
1. Canales principales			
a. Limpio, recto, lleno, sin fisuras, fondo profundo	0.025	0.03	0.033
b. Igual al anterior, pero con algo de piedras y hierba	0.03	0.035	0.04
c. Limpio, sinuoso, poco profundo y bancos	0.033	0.04	0.045
d. Igual al anterior, pero con algo de hierba y piedras	0.035	0.045	0.05
e. Igual al anterior, niveles inferiores, más pendientes y secciones menos efectivas	0.04	0.048	0.055
f. Como el "d" pero mas piedras	0.045	0.05	0.06
g. Tramo lento, hierbas, fondo profundo	0.05	0.07	0.08
h. Tramo con mayor maleza, fondo profundo, o recorrido de crecidas con soporte de madera y arbustos bajos	0.07	0.1	0.15
2. Llanura de inundación			
a. Pastura sin arbustos			
1. Pasto corto	0.025	0.03	0.035
2. Pasto alto	0.03	0.035	0.05
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.02	0.03	0.04
2. Cultivo maduro alineado	0.025	0.035	0.045
3. Campo de cultivo maduro	0.03	0.04	0.05
c. Arbustos			
1. Arbustos escasos, mucha maleza,	0.035	0.05	0.07
2. Pequeños arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.05	0.06
3. Pequeños arbustos y árboles, en verano	0.04	0.06	0.08
4. Arbustos mediano a denso, en invierno	0.045	0.07	0.11
5. Arbustos mediano a denso, en verano	0.07	0.1	0.16
d. Árboles			
1. Terreno despejado con tocones de árboles, sin brotes	0.03	0.04	0.05
2. igual que el anterior, pero con muchos brotes	0.05	0.06	0.08
3. Soporte de madera, algunos árboles caídos, pequeño crecimiento inferior, flujo por debajo de las ramas	0.08	0.1	0.12
4. Igual al anterior, pero con flujo por encima de las ramas	0.1	0.12	0.16
5. Sauces densos, en verano, rectos	0.11	0.15	0.2
3. Cauces de montañas, sin vegetación en el canal, márgenes usualmente empinados, con árboles y arbustos sobre márgenes submergidos			
a. Fondo: grava, guijarros, y algo de cantos radados	0.03	0.04	0.05
b. Fondo: guijarros con mucho canto rodado	0.04	0.05	0.07

Fuente: Ven T. Chow

Cuadro 39
Valores de Manning del río Paucartambo

Progresiva (Km)	Referencia	Coeficiente rugosidad (n)		
		Margen derecha	Cauce	Margen izquierda
0+000 - 16+901	Distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo	0.050-0.060	0.050-0.060	0.050-0.060

6.2.3 Cálculo del ancho estable

El ancho estable, se calculó tomando en consideración 5 criterios o métodos: (1) Recomendación Práctica, (2) Método de Petits, (3) Método de Simons y Henderson, (4) Método de Blench y Altunin y (5) Método de Manning y Strickler. Todos estos métodos son empíricos y bajo la teoría del régimen estable.

- a. **Recomendación Práctica.** Este método está en función directa del caudal.

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (M ³ /S)	ANCHO ESTABLE (B2)
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

- b. **Método de Petits.** La expresión empleada es la siguiente $B = 4.44 * Q^{0.5}$

- c. **Método de Simons y Henderson.** está basado en la teoría de régimen estable y está en función del caudal de diseño y de las condiciones de fondo del río.

B = K ₁ Q ^{1/2}	
<input checked="" type="radio"/> Fondo y Orillas de Arena	K1 = 5.70
<input type="radio"/> Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo	K1 = 4.20
<input type="radio"/> Fondo y Orillas de Material Cohesivo	K1 = 3.60
<input type="radio"/> Fondo y Orillas del cauce de Grava	K1 = 2.90
<input type="radio"/> Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo	K1 = 2.80

- d. **Método de Blench y Altunin.** está basado en la teoría de régimen estable y en función del caudal de diseño, factor de fondo (Fb) y en el factor de orilla (Fs). Los factores Fb y Fs, tienen en cuenta la concentración del material transportado en suspensión, el diámetro de las partículas de fondo y la resistencia de las orillas a ser erosionada.

Un factor de orilla (Fs) puede tomar los siguientes valores:

- Orilla de barro y arena toma el valor de Fs: 0.1.
- Orilla de barro, arcilla, fangosa toma un valor de Fs: 0.2.
- Orilla de material muy cohesivo, toma un valor de fs: 0.3.

El factor de fondo Fb, puede ser valuado mediante las expresiones siguientes:

- Sí el canal arrastra poco sedimento y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión: $Fb = 1.9\sqrt{D}$,

donde “D” es el diámetro medio de las partículas, en mm.

- Sí existe arrastre de sedimentos y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión:

$$Fb = 1.9\sqrt{D}(1+0.012Cs) \quad \circ \quad Fb = (d_{50})^{\frac{1}{3}}$$

$B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$

<p>Factor de Fondo (F_b)</p> <p><input type="radio"/> 0.80 - Mat. Finos (D_m<0.50 mm)</p> <p><input checked="" type="radio"/> 1.20 - Mat. Gruesos (D_m>0.50 mm)</p>	<p>Factor de Orilla (F_s)</p> <p><input checked="" type="radio"/> 0.10 - Mat. Suelos</p> <p><input type="radio"/> 0.20 - Mat. ligeramente Cohesivos</p> <p><input type="radio"/> 0.30 - Mat. Cohesivos</p>
---	--

e. **Método de Manning Strickler.** Este método incluye a la rugosidad (n), tipo de material (k) y de cauce (m).

Para el caso del coeficiente de rugosidad (n) los valores recomendados varían de 0.035 a 0.05, según el tipo de material presente. La variación de los valores para K, va a depender del tipo de material, si es aluvial, erosionable o muy resistente y un valor práctico de 10.

En el caso del coeficiente “m”, los valores varían de 0.5 a 1, según el tipo de cauce: aluvial, arenoso o de montaña.

Según los métodos expuestos, el ancho estable del cauce varía de 80-130 metros.

6.2.4 Pendiente del río

La pendiente promedio en el tramo estudiado del río Paucartambo es de 3.0% (0.03).

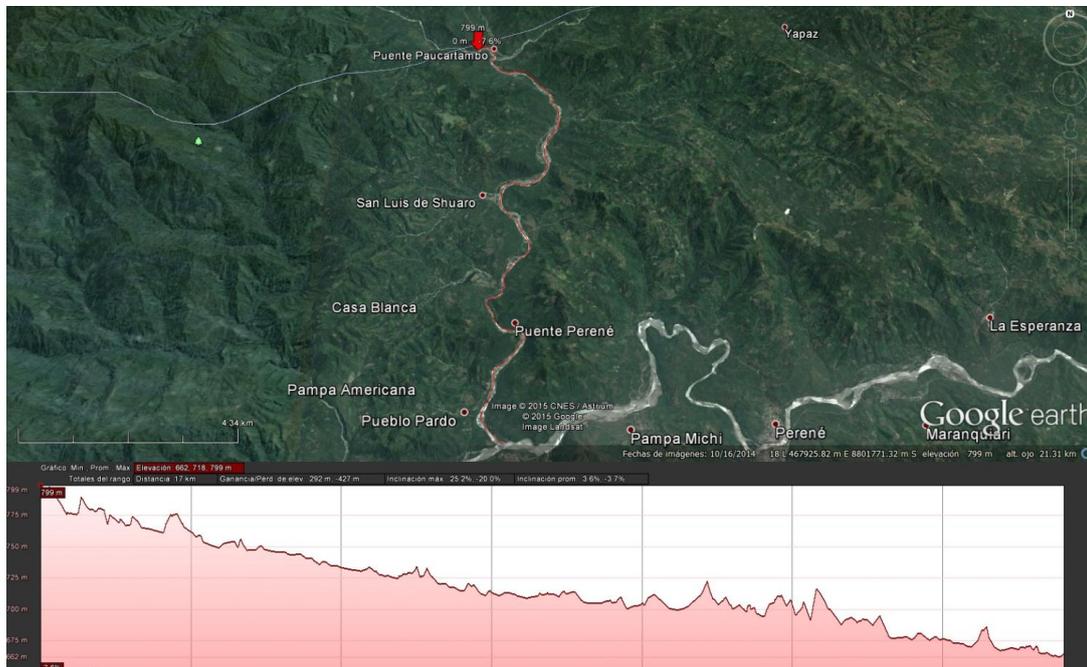


Figura 18. Pendiente promedio del cauce

La pendiente del río aumenta a medida que sube la cota de la cuenca.

La pendiente promedio es 3%. Las mayores pendientes se ubican en el kilometraje 12+000 hacia arriba con pendiente que llega a 3.5%.

En el cuadro 40, se indica las pendientes de equilibrio promedio por tramos cada 5 kilómetros.

En el cuadro 40, se indican las características del cauce y los parámetros hidráulicos del río Paucartambo, desde Kilómetro 0 + 000 ubicado en la confluencia con el río Chanchamayo (distrito de Chanchamayo), hasta el kilómetro 16 + 901 m en el Puente Paucartambo (distrito de San Luis de Shuaro).

Cuadro 40
Características hidráulicas del río Paucartambo

Progresiva	Este	Norte	Pendiente %	Ancho natural	Caudal Max (m ³ /s)	Ancho estable	Tirante estable	Velocidad máxima	N° de Froude
0+000	469 047	8 789 414	1.0	90.0	848.00	90-130	1.97	3.14	0.71
2+000	468 790	8 791 145	1.0	45.0 – 230.0	848.00				
4+000	468 869	8 792 447	1.0	60.0 – 130.0	848.00				
6+000	468 987	8 794 040	1.0	50.0 – 100.0	848.00	90-130	1.97	3.14	0.71
8+000	469 171	8 795 720	1.0	80.0 – 130.0	848.00				
10+000	469 567	8 796 888	1.0	60.0 – 240.0	848.00				
12+000	470 684	8 796 419	1.5	50.0 – 200.0	848.00	90-130	1.84	3.57	0.85
14+000	470 071	8 799 488	1.5	42.0 - 160.0	848.00				
16+000	470 166	8 800 212	1.5	47.0 – 170.0	848.00				
16+901	467 921	8 801 771	3.5	60.0 – 70.0	848.00				

Según el cuadro 40, el ancho natural es variado a lo largo del curso del río. Hay tramos donde el ancho natural es mayor o menor al ancho estable del río.

Así mismo, el flujo que se presenta en el tramo en estudio es subcrítico, con un ancho estable de 90 metros, con excepción en el Km 16+901 (Puente Paucartambo) donde el flujo es crítico y las velocidades son erosivas.

CAPITULO 7: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE ACARREO EN EL RÍO PAUCARTAMBO

7.1 Generalidades

La zona de estudio se ubica en la zona noreste del Perú, en la cuenca del río Paucartambo, comprende desde la confluencia con el río Chanchamayo, para formar el río Perene (distrito de Chanchamayo) hasta el Puente Paucartambo (distrito de San Luis de Shuaro).

Cuando se presenta las fuertes precipitaciones), la excesiva carga de agua y sedimentos sobrepasa la capacidad del cauce y éste empieza a ensancharse a la vez que se produce erosión e inundación, afectando áreas agrícolas, y la infraestructura vial (puentes y carreteras) y poblados ubicados en las márgenes del río.

En este sector el río Paucartambo posee una pendiente de 3.0 %, un ancho variable natural entre 40 y 250 m., y una altitud comprendida entre 0 y 25 msnm. (ALA Perene, 2014).

7.2 Lineamientos para identificar, seleccionar y explotar las zonas de acumulación de material de acarreo.

La Administración Local de Agua Perene, pondrá a disposición de las Municipalidades y otras entidades de su ámbito que colindan con el río Paucartambo, el presente documento a fin que sea considerado en la solicitud de extracción de material de acarreo.

A continuación se presenta los criterios para la identificación, determinación del volumen y explotación de material de acarreo:

7.2.1 Ubicación de las zonas de extracción

Para la ubicación de la zona de extracción se ha realizado una inspección de campo para identificar y priorizar los posibles sectores de extracción de material de acarreo, respetando para ello que éstas no se encuentren adyacentes a poblaciones, infraestructura productiva, zonas vulnerables y otros que pudieran ser afectados cuando se realice la explotación.

El río Paucartambo es un río sin encauzamientos y con régimen permanente, para ello, se recomienda considerar en forma general, como zona de extracción los siguientes puntos:

- Zonas convexas que se encuentren en una o ambas márgenes del río
- Zona de confluencia con el Río Paucartambo

Ver Figuras siguientes

a) Zonas convexas que se encuentren en una o ambas márgenes del río

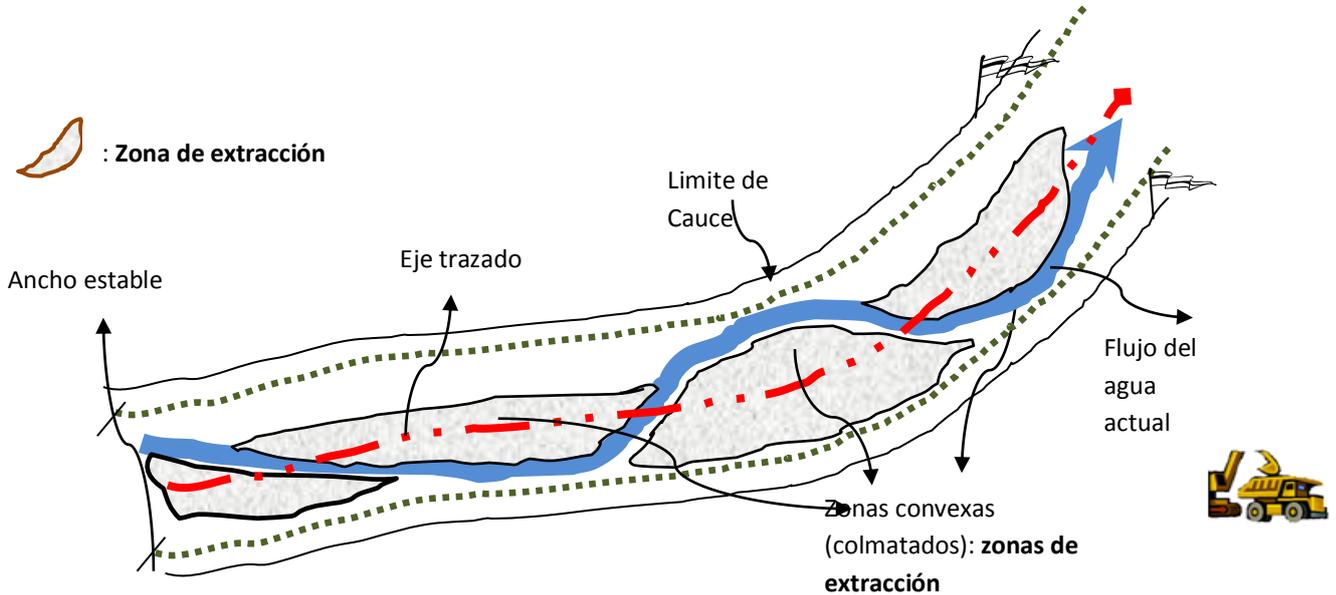


Figura 19 Delimitación de zona de extracción de material de acarreo

b) Zona de Confluencia con el Río Chanchamayo.

El Río Paucartambo se une con el río Chanchamayo para formar el río Perene y esta zona se recomienda como zona de extracción con la finalidad de efectuar el “destaponamiento” del material depositado en el cauce, para evitar las inundaciones por efectos de remanso, tal como se indica la Figura 19.

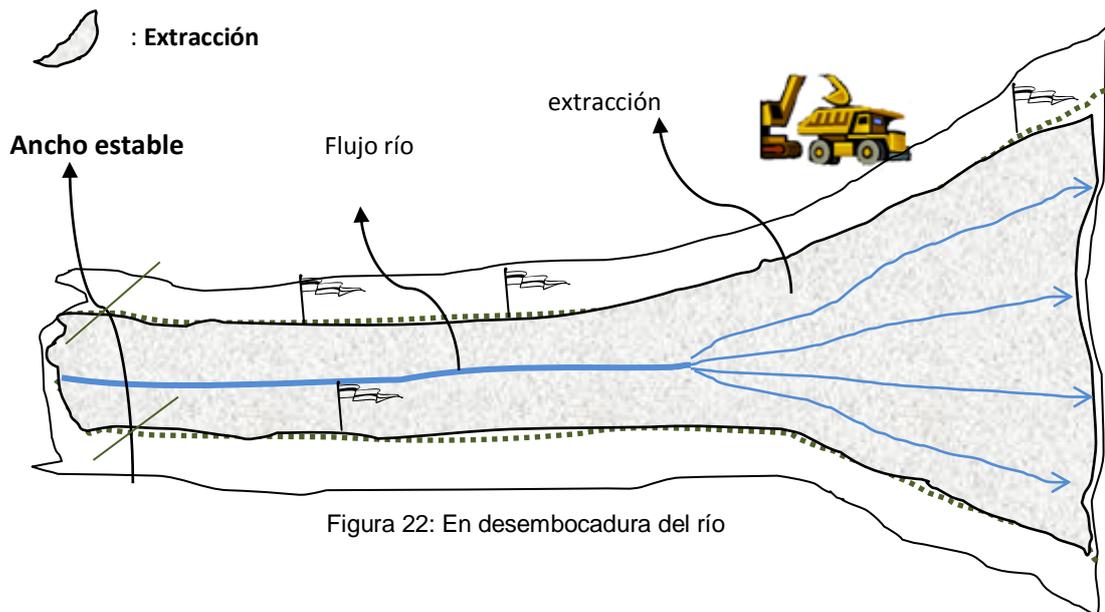


Figura 22: En desembocadura del río

Río
C
H
A
N
C
H
A
M
A
Y
O

7.2.2 Determinación del volumen de material de acarreo a explotar.

Para determinar el volumen a explotarse se recomienda fijar el eje y la pendiente del río, considerando para ello la **Línea de Thalweg**.

Asimismo, considerar las dimensiones del ancho estable.

Línea de Thalweg: Sucesión de puntos que forman una línea, siendo cada punto el más profundo de una corriente en cada sitio o sección transversal.

a. Trazo del eje de cauce.

Para determinar el eje del cauce se realizará un levantamiento topográfico a curvas de nivel cada metro, en el cual se debe visualizar el actual cauce del río y las márgenes dejadas por el paso de las máximas avenidas.

Es recomendable que el levantamiento se deba prolongar 100 metros, aguas arriba y aguas abajo, de la zona evaluada.

b. Secciones transversales.

El levantamiento de las secciones transversales se realizara cada 25 metros, en tramos rectos y cada 10 metros en tramo curvo, considerando el ancho total del cauce e incluida la faja marginal.

c. Pendiente del río.

Con la información de la topografía se obtendrá la pendiente, dato que se requiere en algunas fórmulas empíricas para determinar el ancho estable. La pendiente se trazará considerando la Línea de **Thalweg**

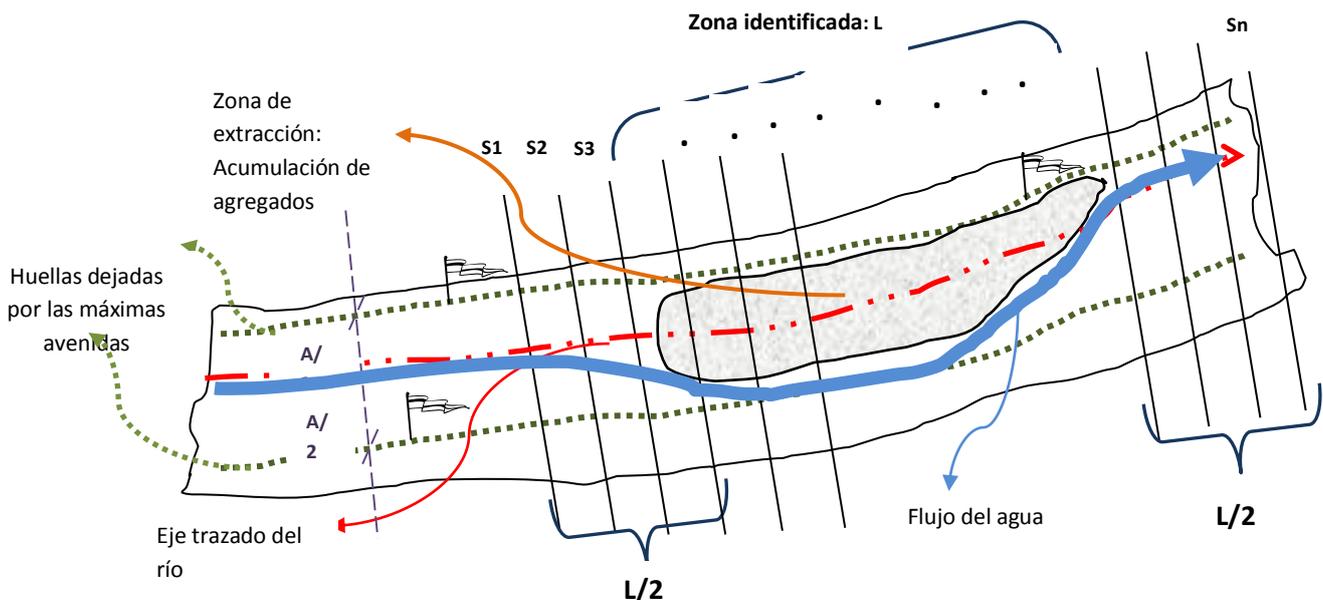


Figura 23: Trazado del eje de río y las secciones transversales

d. Ancho estable.

Para determinar el ancho estable, se debe considerar el caudal máximo, proporcionado por la Administración Local de Agua para los tiempos de retorno de 100 años para zonas urbanas y 50 años para zonas agrícolas.

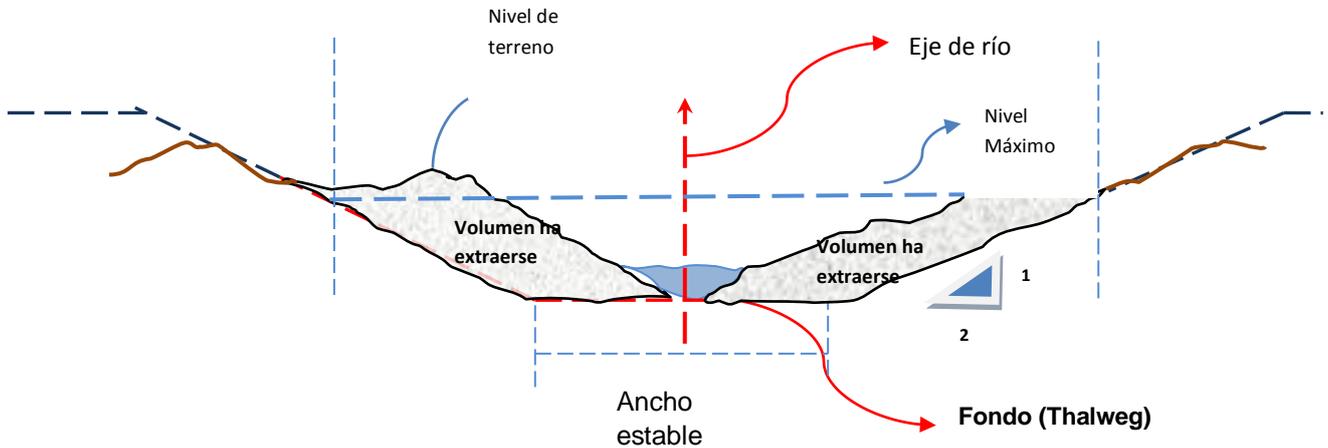


Figura 24: Ancho estable

En el capítulo 6 se presentan cinco criterios o métodos empíricos y bajo la teoría del régimen estable, para el cálculo del ancho estable: (1) Recomendación Práctica, (2) Método de Petits, (3) Método de Simons y Henderson, (4) Método de Blench y Altunin y (5) Método de Manning y Strickler.

Se recomienda, inicialmente, seleccionar la que presente el mayor valor, luego se comparará con la información de campo y se realizará los ajustes necesarios.

e. Determinación del área de corte.

Definido el ancho estable, el eje del cauce y las secciones transversales del río, se determinará el área de corte.

A continuación en las Figuras 25 y 26 se muestra secciones típicas con diferentes flujos del río y las áreas de corte.

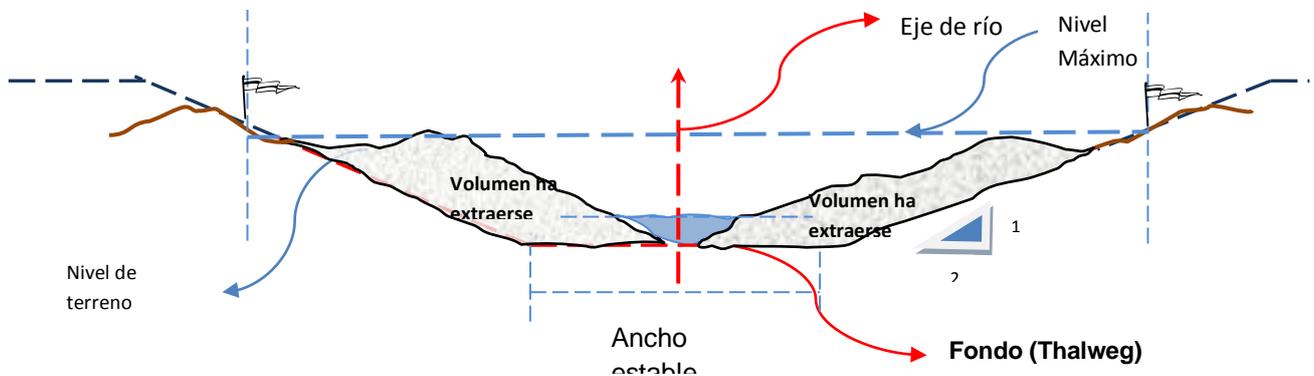


Figura 25: Ancho estable considerando un solo flujo en el río

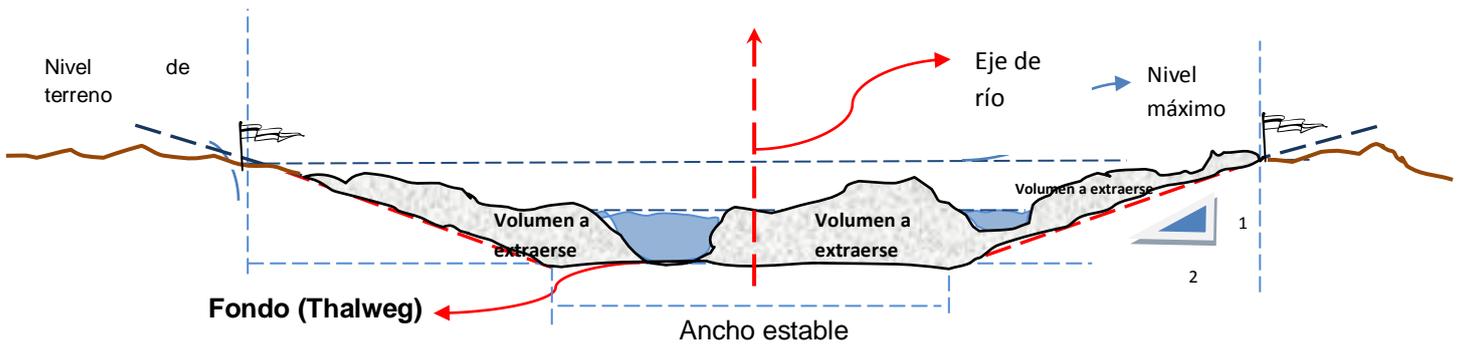


Figura 26: Ancho estable considerando dos a más flujos en el río

7.2.3 Extracción de material de acarreo

Para la extracción de material de acarreo del río se sugiere excavar en forma de barrido, por capas y tramos, respetando la profundidad máxima que es la línea de Thalweg y su ancho estable hasta conformar la caja del río.

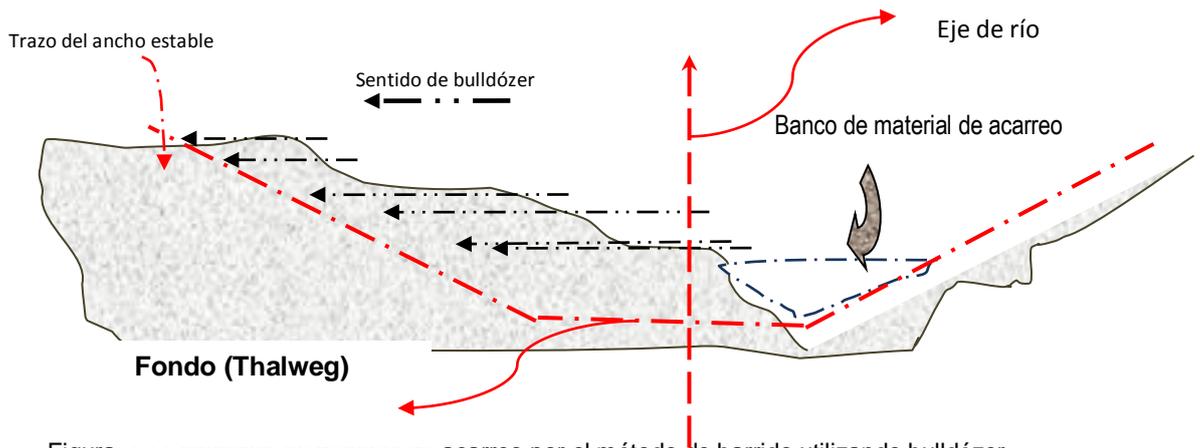


Figura 27: Extracción de material de acarreo por el método de barrido utilizando bulldozer

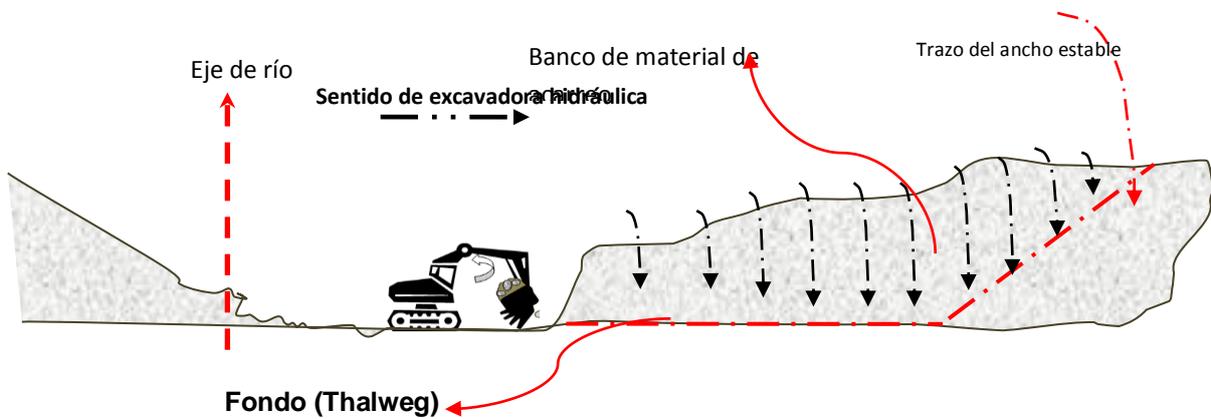


Figura 28: Extracción de material de acarreo por el método de barrido utilizando excavadora.

Los cortes de material se puede realizar con bulldózer o excavadora hidráulica, pero en ambos casos la extracción se realizará desde el eje del río hacia afuera con la finalidad de conformar la caja.

Material descarte: Producto de la selección y clasificación de la explotación de material de acarreo, se origina un material no utilizado denominado Material de descarte.

Éste no se arrojará en cualquier parte del cauce, si no en la zona indicada en el Expediente Administrativo.

Se recomienda colocar este material, en las riberas debilitadas del río a fin de conformar diques fusibles que protegerían las zonas críticas expuestas a erosiones e inundaciones (Figura 29)

La conformación del dique fusible se conformara encimando el material de descarte y con el paso de las unidades que intervienen en las operaciones de extracción se lograría compactar en algún grado.



Figura 29: Conformación de dique fusible

7.2.4 Tipo de extracción

En el cauce del río Paucartambo, se definirán tramos de hasta 20 metros en la sección transversal, tomando como referencia el eje del río.

Para estas características del río la explotación se iniciará en el tramo II y así sucesivamente hasta llegar al tramo n, tal como se muestra en las figuras 34 y 35. Por ningún motivo se realizará las operaciones dentro del tramo I, toda vez que perjudicaría el flujo del agua, afectando a la vida que se encuentra en ella.

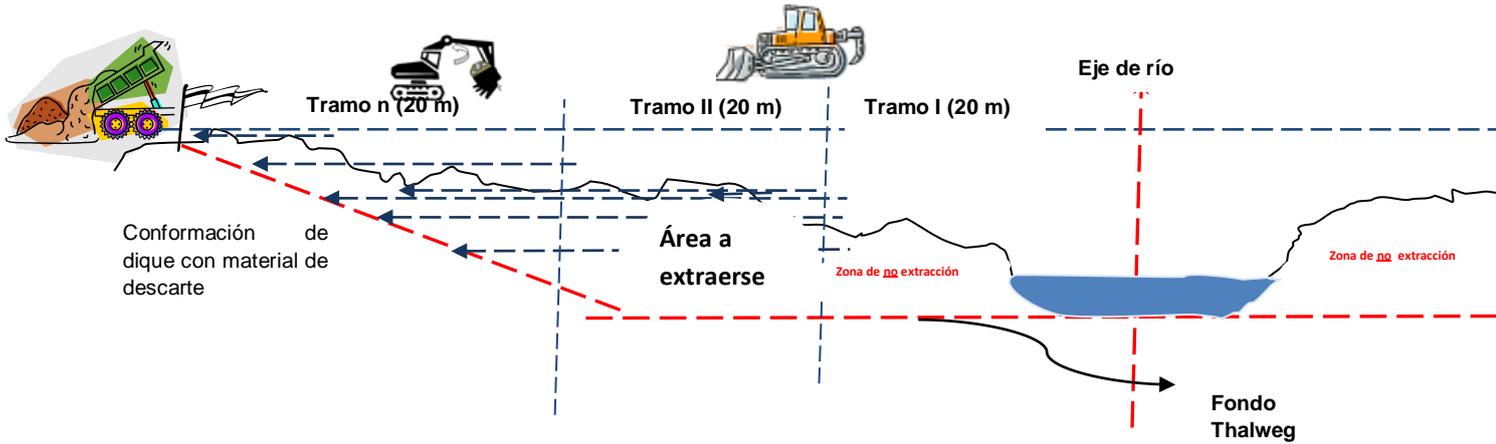


Figura 34. Trabajos de extracción de material Tramo II

En figura 31, se aprecia que se debe realizar la excavación hasta el nivel de Thalweg. Se recomienda que el talud del dique fusible sea de 1: 2.

La finalidad, de la extracción en el eje del río, es la conformación de una sección típica por donde se conducirá el flujo.

Por ningún motivo se arrojará el material de descarte en otras zonas que no sea los puntos señalados en el Expediente Administrativo

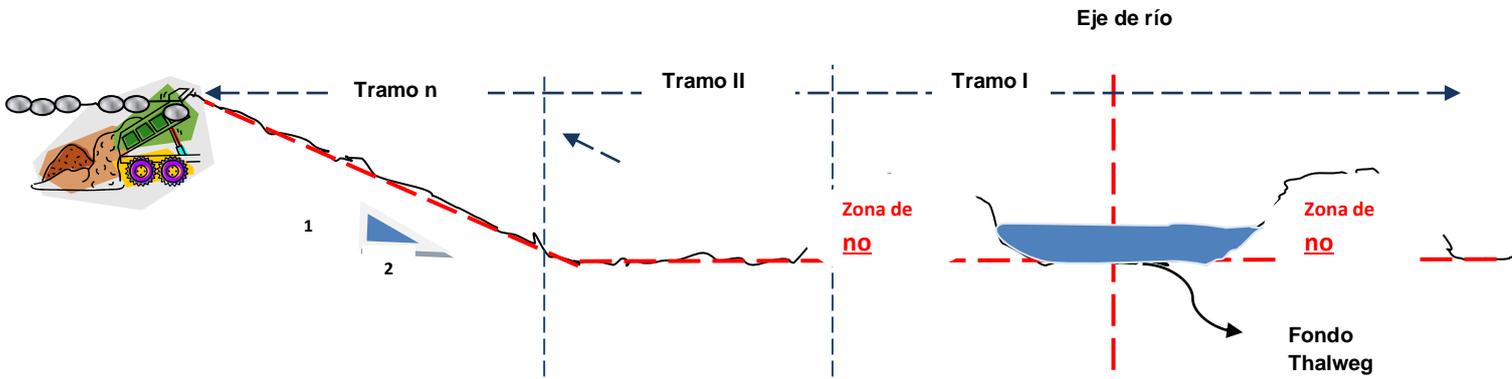


Figura 35: Trabajos de extracción de material Tramo II

Por ningún motivo, se deberá cambiar el curso del río con la finalidad de realizar la extracción de material de acarreo, y será de entera responsabilidad del extractor y del Gobierno Local.

El titular de la autorización de extracción deberá conservar la pendiente promedio del fondo.

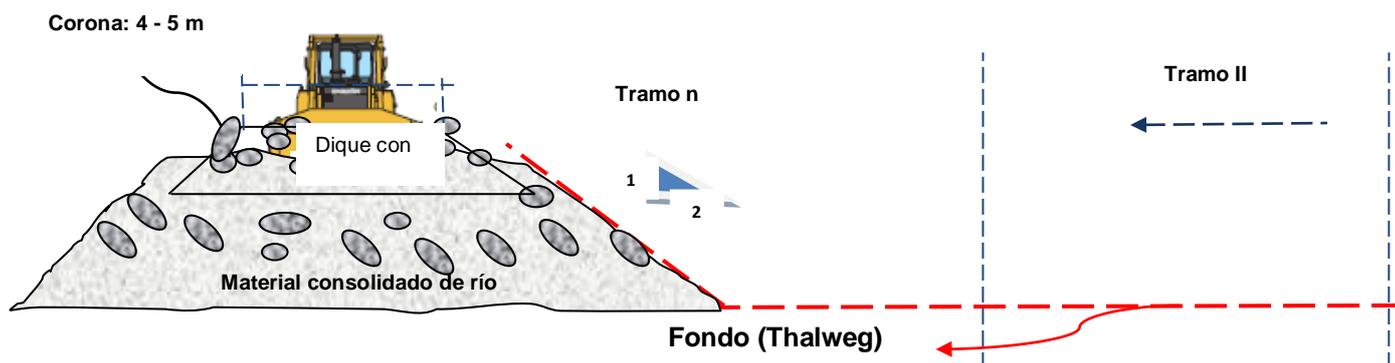


Figura 33. Se aprecia el dique fusible

7.3 Características de la extracción y explotación del material de acarreo en el Río Paucartambo

En primer lugar el "saneamiento" de la zona. Consiste en eliminar toda la vegetación que ocupa la superficie de explotación. Dada la proliferación de este tipo de actividades se puede afirmar que se han destruido mucha vegetación ribereña.

Una de las causas de afectación a las poblaciones asentadas en las riberas, infraestructura productiva, áreas de cultivos y otros, es la mala ubicación de las zonas de extracción de material de acarreo. Los puntos de extracción de material deberán enmarcarse dentro de las zonas convexas del flujo del agua del río.

El impacto será mayor en las zonas de ribera, pues se favorece la erosión y el peligro de inundaciones. Además, en esas zonas se pierde la capa más superficial del suelo, que es la más fértil, por lo que se hace difícil o imposible la regeneración natural del bosque o el aprovechamiento para cultivos.

El trabajo consiste en extraer el material detrítico con excavadoras hidráulicas, cargadores frontales y transportarlo en camiones volquetes a la planta de tratamiento para ser zarandeada y seleccionado por tamaños.

Una vez retirado el material detrítico superficial, continúa la extracción en profundidad por lo que se alcanza el nivel freático del agua subterránea y se inunda la zona de extracción. En estas condiciones la extracción se realiza mediante dragado.

En ese sentido la excesiva excavación de las zonas de extracción de material de acarreo viene ocasionando que la pendiente natural del río vaya variando considerablemente ocasionando que la velocidad del flujo del agua se incremente y se presente inundaciones aguas abajo; por tal sentido se deberá considerar la Línea de **Thalweg**, como límite de corte:

Línea de **Thalweg**: sucesión de puntos que forman una línea, siendo cada punto el más profundo de una corriente en cada sitio o sección transversal.

La inundación de las zonas de extracción crea humedales artificiales de gran extensión a modo de lagunas más o menos profundas. La exposición de la extensa lámina superficial de agua facilita una intensa evaporación que repercute en un descenso del nivel freático y salinizando la laguna. Al estar comunicada con el río y el acuífero se produce una contaminación por salinización de ambos.

El abandono de las zonas de extracción de material de acarreo supone nuevos problemas ambientales por contaminación, al ser utilizados como vertederos incontrolados. Recientemente se pretende regenerar las graveras con la intención de conservación (introduciendo vegetación y fauna), educación y recreo.

El caudal del río Paucartambo entre los meses de diciembre, enero, febrero y marzo se incrementa ocasionando que las riberas se expongan a riesgo por inundación, razón por la cual en esta temporada no es recomendable que se efectúe la extracción de material de acarreo.

Los gobiernos locales de la zona deberían identificar en su ámbito zonas donde se almacenaría el material de acarreo retirado del cauce del río.

7.4 Zonas de extracción de material de acarreo en el Río Paucartambo.

En el recorrido efectuado al Río Paucartambo se ha podido detectar que ambos márgenes presentan abundante potencial de material de acarreo que podría ser explotado, debiendo las Municipalidades señalar las zonas identificadas, a fin que se desarrolle un plan de extracción de este agregado con la finalidad de efectuar la limpieza de la caja hidráulica del río y mitigue los efectos negativos de las inundaciones.

El Gobierno Regional de Junín y los Gobiernos Locales de San Luis de Shuaro y Chanchamayo deben implementar gestiones a fin de impulsar la limpieza y descolmatación del cauce del río, complementando con la actividad de extracción de material de acarreo en cumplimiento de la Ley 29338 y Ley N° 28221.

Se ha podido identificar 07 sectores en el cauce del río Paucartambo con potencial para la extracción de material de acarreo, siendo estas las que a continuación se detallan:

1.- Sector Puente Paucartambo: 16 – 16.9 Km

En Coordenadas UTM: 468 293 E y 8 801 928 N

En el Km 16+410 se ha identificado un área de 2,430 m² y con una profundidad de 2.0 metros y un volumen aproximado de 4,860 m³ que puede ser extraído del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se encuentra en el centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.

El río Paucartambo en su curso tiene una pendiente de 3.5% por lo que el agua circula con alta velocidad empujando a las piedras, gravas y arenas y haciéndolas desplazarse por rodamiento y por suspensión.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 16+410.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 16+410

2.- Sector Puente Capelo: 10 – 12 Km

Se han identificado dos sectores.

Primer sector

En Coordenadas UTM: 470 246 E y 8 798 851 N

En el Km 12+225, ubicado en margen derecha del río, aguas arriba del Puente Capelo se ha identificado un área de 12,000 m² y con una profundidad de 3.0 metros y un volumen aproximado de 36,000 m³ que puede ser extraído del río.

Segundo sector

En Coordenadas UTM: 470 108 E y 8 798 552 N

En el Km 11+800, ubicado en el centro del eje del río, 200 metros antes del puente Capelo se ha identificado un área de 7,200 m² y con una profundidad de 3.0 metros y un volumen aproximado de 21,600 m³ que puede ser extraído del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se encuentra en el centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 12+225 y Km 11+800.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 12+225 (Primer sector)

3.- Sector San Luis de Shuaro: 8 – 10 Km

Se han identificado tres sectores.

Primer sector

En Coordenadas UTM: 469 427 E y 8 796 889 N

En el Km 9+809 se ha identificado un área de 27,500 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 68,750 m³ que puede ser extraído del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se encuentra en el centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 9+809.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 9+809 (En época de avenidas)

Segundo sector

En Coordenadas UTM: 468 745 E y 8 796 456 N

En el Km 8+870, frente al centro poblado de San Luis de Shuaro se ha identificado un área de 5,600 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 14,000 m³ que puede ser extraído a partir del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se inicia en la margen derecha y llega al centro del río Paucartambo.

Se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe mejorar los caminos de acceso, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 8+870.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 8+870 (En época de avenidas)

Tercer sector

En Coordenadas UTM: 468 773 E y 8 796 170 N

En el Km 8+590 en la margen izquierda se ha identificado un área de 6,600 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 16,500 m³ que puede ser extraído a partir del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se inicia en la margen derecha y llega al centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 8+590.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 8+590 (En época de avenidas)

4.- Sector San Luis de Shuaro: 6 – 8 Km

Se han identificado tres sectores.

Primer sector

En Coordenadas UTM: 469 282 E y 8 795 487 N

En el Km 7+840 se ha identificado un área de 14,000 m² y con una profundidad de 3.0 metros y un volumen aproximado de 42,000 m³ que puede ser extraído del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se encuentra en el centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.

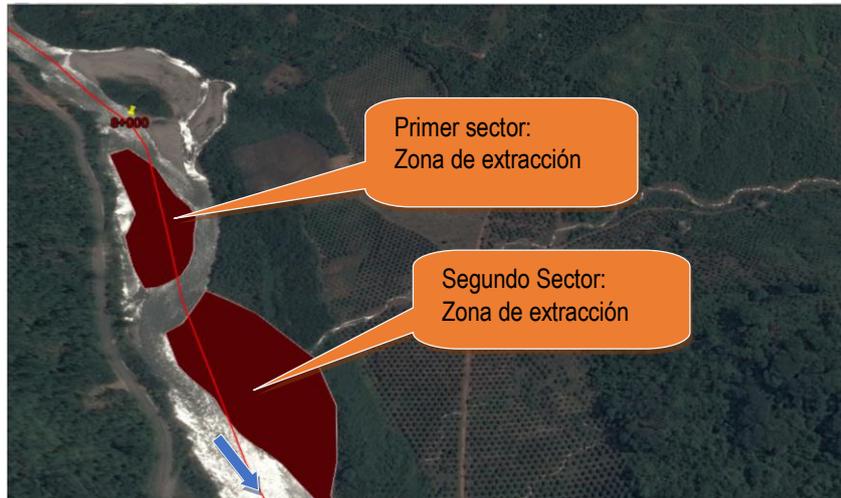


Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 7+840 y Km 7+490.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo en Primer Sector: Km 7+840

Segundo sector

En Coordenadas UTM: 469 426 E y 8 795 256 N

En el Km 7+490, en la margen izquierda se ha identificado un área de 19,600 m² y con una profundidad de 3.0 metros y un volumen aproximado de 58,800 m³ que puede ser extraído a partir del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se inicia en la margen derecha y llega al centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe mejorar los caminos de acceso, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo en Segundo Sector: Km 7+490



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 7+490

Tercer sector

En Coordenadas UTM: 469 086 E y 8 795 256 N

En el Km 6+230 se ha identificado un área de 9,800 m² y con una profundidad de 3.0 metros y un volumen aproximado de 29,400 m³ que puede ser extraído a partir del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se inicia en la margen derecha y llega al centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 6+230.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 6+230 (En época de avenidas)

5.- Sector Puente Perene: 4 - 6 Km

En Coordenadas UTM: 468 892 E y 8 793 642 N

En el Km 5+543 se ha identificado un área de 4,416 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 11,040 m³ que puede ser extraído del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se encuentra en el centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 5+543.



Fotografía 00.

Zona de extracción de material de acarreo Km 5+543

6.- Sector Puente Perene: 2 – 4 Km

Se han identificado tres sectores.

Primer sector

En Coordenadas UTM: 469 453 E y 8 792 158 N

En el Km 3+280 se ha identificado en la margen derecha un área de 9,000 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 22,500 m³ que puede ser extraído del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se encuentra en el centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 7+840 y Km 7+490.

Segundo sector

En Coordenadas UTM: 469 427 E y 8 791 973 N

En el Km 3+070, en la margen izquierda se ha identificado un área de 10,800 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 27,000 m³ que puede ser extraído a partir del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se inicia en la margen derecha y llega al centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe mejorar los caminos de acceso, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo en Segundo Sector: Km 3+070

Tercer sector

En Coordenadas UTM: 468 840 E y 9 791 325 N

En el Km 2+230 se ha identificado un área de 11,050 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 27,625 m³ que puede ser extraído a partir del eje del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se inicia en la margen derecha y llega al centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios, a fin que no afecten a la población cercana.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo en Segundo Sector: Km 2+230

7.- Sector Confluencia: 0 – 2 Km

Se han identificado dos sectores.

Primer sector

En Coordenadas UTM: 468 514 E y 8 790 156 N

En el Km 0+960, ubicado en el centro del eje del río, se ha identificado un área de 6,768 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 16,920 m³ que puede ser extraído del río.

Segundo sector

En Coordenadas UTM: 468 982 E y 8 789 466 N

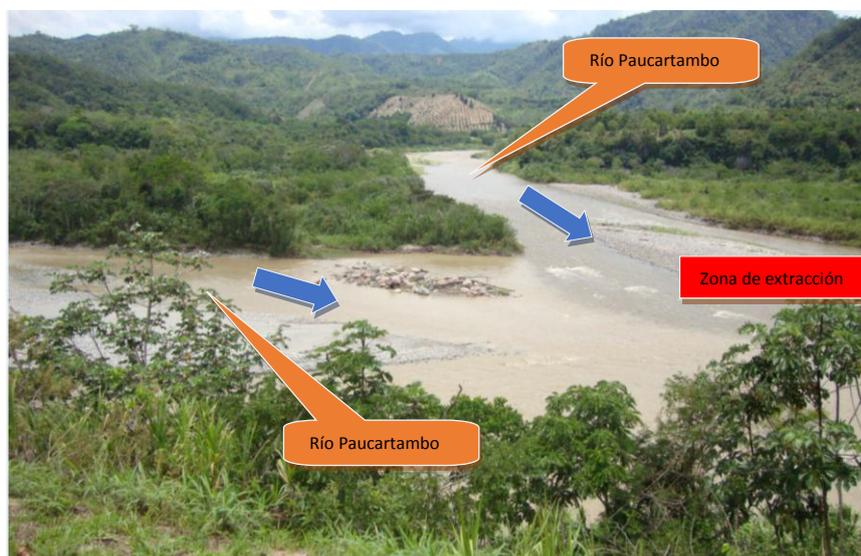
En el Km 0+100, ubicado en el centro del eje del río, antes de la confluencia con el río Chanchamayo, se ha identificado un área de 6,720 m² y con una profundidad de 2.5 metros y un volumen aproximado de 16,800 m³ que puede ser extraído del río.

El material de acarreo que predomina en el cauce es de origen sedimentario y con diámetros mayores a 7 pulgadas, aparentemente presenta adecuadas características para el uso en obras de ingeniería. El banco del material se encuentra en el centro del río Paucartambo.

No se cuenta con accesos a la zona de explotación de material de acarreo, razón por la cual si se proyecta la extracción de material de acarreo se debe habilitar caminos de acceso necesarios.



Imagen Satelital 01. Zona de extracción de material de acarreo Km 0+960 y Km 0+100.



Fotografía 00. Zona de extracción de material de acarreo Km 0+230 (Segundo Sector)

7.5 Volumen total de material de acarreo a extraerse

En el cuadro 02, se ha consolidado el volumen aproximado de material de acarreo a extraerse en los diferentes puntos identificados a lo largo del río Paucartambo, en un total de 413,795 m³.

Cuadro 02

Consolidado de zonas de extracción de material

N°	Sectores	Area m ²	Altura m	Volumen Disponible m ³
1	Puente Paucartambo	2,430.00	2.00	4,860.00
2	Puente Capelo 10 – 12	19,200.00	3.00	57,600.00
3	San Luis de Shuaro 8-10	39,700.00	2.5	99,250.00
4	San Luis de Shuaro 6-8	43,400.00	3.00	130,200.00
5	Puente Perene 4- 6	4,416.00	2.50	11,040.00
6	Puente Perene 2 - 4	30,850.00	2.50	77,125.00
7	Confluencia 0 - 2	13,488.00	2.50	33,720.00
				413,795.00

CAPITULO 8: IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE EROSIÓN FLUVIAL

8.1 INTRODUCCIÓN

En nuestra historia, el agro, los sectores urbanos, industriales, viales, etc. han tenido grandes pérdidas, por no tener una adecuada planificación que incluya con carácter prioritario la prevención contra las acciones erosivas y destructivas de las corrientes de agua, las mismas que se ven agravadas, incluso con pérdidas de vidas humanas, por la presencia cíclica de las fuertes precipitaciones.

Para el presente trabajo se ha realizado un reconocimiento del ámbito del proyecto, identificando algunas zonas que vienen siendo afectadas por la erosión e inundación del río Paucartambo y estas se vienen agravando por la inadecuada extracción de material de acarreo en la zona.

Este capítulo se refiere a la identificación de puntos críticos por desborde y erosión, como consecuencia de la topografía de las riberas áreas aledañas, condiciones físico-mecánico del suelo y a caudales máximos en época de precipitaciones fuertes.

Para la identificación de los puntos críticos se realizó un reconocimiento del ámbito del proyecto y se analizaron por distritos desde San Luis d Shuaro en la parte media de la cuenca hasta el distrito de Chanchamayo en la confluencia con el Río Chanchamayo.

8.2 OBJETIVO

Identificar las zonas vulnerables en los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo, provincia de Chanchamayo, departamento y Región Junín que vienen siendo afectadas por la erosión e inundación del río Paucartambo.

8.3 ANÁLISIS DE LA IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

Se ha realizado un reconocimiento del ámbito del proyecto, y se han identificado los puntos que se encuentran expuestos a la erosión e inundación del río Paucartambo.

Con el apoyo de los Formatos previamente elaborados se ha registrado la información que a continuación se detalla:

- Coordenadas UTM WGS – 84
- Sector Vulnerable
- Amenaza o Peligro
- Efectos previsibles
- Elementos expuestos
- Recomendaciones
- Fotos

Asimismo, en las zonas identificadas se ha podido verificar que los extractores del material de acarreo vienen realizando su actividad en forma inadecuada ocasionando que el río se desvíe y ocasione mayores daños en las márgenes del río.

8.4 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS POR DISTRITO

En el cauce del río Paucartambo se han identificado **09** puntos críticos desde el puente Paucartambo hasta la confluencia con el río Chanchamayo, formando el río Perene.

En el Anexo se registran los puntos identificados de acuerdo al Formato previamente elaborado

A continuación se presentara una descripción de los puntos identificados.

8.4.1 Distrito de Chanchamayo

Sector Confluencia: 0-2 Km

Comprendido entre la Confluencia con el Río Chanchamayo, punto de inicio del estudio hasta el kilómetro 2; en este tramo el ancho natural del cauce varía entre los 45 y 230 metros y presenta una pendiente promedio de 1.0%.

En este sector se encuentra el sector Pueblo Prado en donde el flujo del agua cambia de dirección Nor Este a Sur Este, por la existencia de un afloramiento rocoso, aunado a la existencia en el Km 0+960 de una zona de acumulación de sedimentos en el eje del río que orienta el flujo hacia la margen derecha del río, y podría afectar, en el futuro a la carretera que une a la ciudad de La Merced con San Luis de Shuaro.

Así mismo en la confluencia con el río Chanchamayo existe en el Km 0+100, una zona de acumulación de material sedimentado.



Figura 28 Se aprecia el cambio de dirección del desarrollo del río Paucartambo

Sector Puente Perene: 2-4 Km

En este tramo el ancho natural del cauce varía entre los 60 y 130 metros y presenta una pendiente promedio de 1.0%. En este tramo la Carretera a San Luis de Shuaro se encuentra en mayor riesgo de erosión por la existencia de tres zonas con gran acumulación de material sedimentado en los Km 2+230, Km 3+070 y 3+280.

Así mismo se encuentra el Puente Perene, el cual necesita protección en su estribo izquierdo.

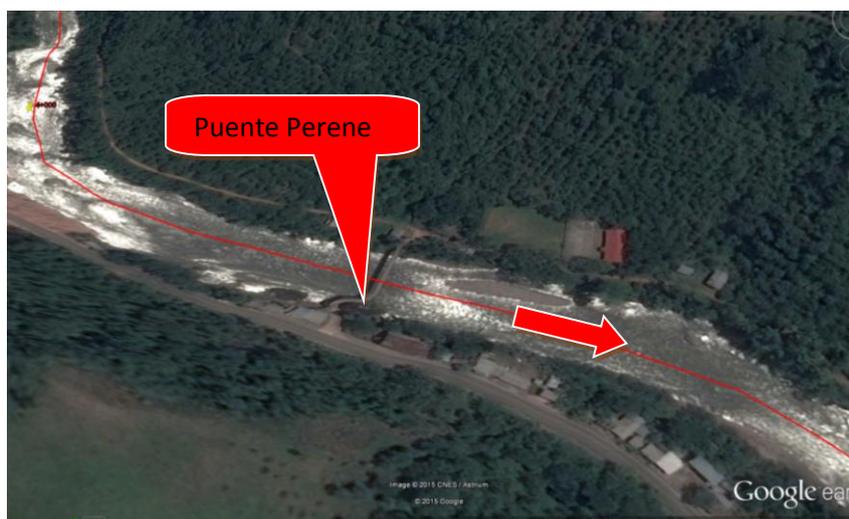


Figura 11 Se aprecia el desarrollo del río y el Puente Perene

Sector Puente Perene: 4-6 Km

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza un valor de 100 metros y presenta una pendiente promedio de 1.0%.

En el Km 5+543 existe una gran acumulación de sedimentos y se hace necesario su eliminación para no afectar las áreas de la margen izquierda del río.



Figura 29 Se aprecia la acumulación de sedimentos

8.4.2 Distrito de San Luis de Shuaro

Sector San Luis de Shuaro: 6-8 Km

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza un valor de 130 metros y presenta una pendiente promedio de 1.0%.

En esta zona se encuentran en riesgo terrenos agrícolas, la carretera que une La Merced con San Luis de Shuaro, por la existencia de una gran acumulación de material en el eje del río, en el KM 7+840 y Km 7490 que originan una desviación de flujo hacia la margen derecha.

Así mismo, en el Km 6+230 existe una gran acumulación de sedimentos en el eje del río, producto de una desviación del flujo hacia la margen derecha poniendo en peligro la carretera que conduce a San Luis de Shuaro.



Figura 12 Se aprecia el puente peatonal y la zona de aguas arriba del puente Quirihuac

Sector San Luis de Shuaro: 8-10 Km

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza su valor más alto de 240 metros y presenta una pendiente promedio de 1.0%.

En esta zona se encuentran en riesgo terrenos agrícolas y áreas agrícolas, por la existencia de tres zonas de gran acumulación de material en el cauce del río y que a continuación se ubican:

- a) En el Km 8+590, ubicado en el eje del río que origina una desviación de flujo hacia ambas márgenes, principalmente la margen derecha, poniendo en riesgo la carretera que conduce a Sn Luis de Shuaro.
- b) En el Km 8+870, ubicado en la margen derecha del río que origina una desviación de flujo hacia la margen izquierda, erosionando la margen del río.
Se localiza cerca al centro poblado de San Luis de Shuaro y esta zona es utilizada como zona para la extracción de material de acarreo.
- c) En el Km 9+809, ubicado en la margen derecha del río que origina una desviación de flujo hacia la margen izquierda, erosionando la margen del río.



Figura 30 Se aprecia el desarrollo del río Paucartambo, y las zonas de acumulación de sedimentos

Sector Puente Capelo: 10-12 Km

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza un valor hasta de 200 metros y presenta una pendiente promedio de 1.5%.

En esta zona se encuentran en riesgo terrenos agrícolas y puente Capelo, por la existencia de dos zonas de gran acumulación de material en el cauce del río y que a continuación se ubican:

- a) En el Km 11+125, ubicado en el eje del río que origina una desviación de flujo hacia ambas márgenes, principalmente la margen derecha, poniendo en riesgo la carretera que conduce a Sn Luis de Shuaro.
- b) En el Km 11+880, ubicado en el eje del río que origina una desviación de flujo hacia ambas márgenes, poniendo en riesgo el Puente Capelo.

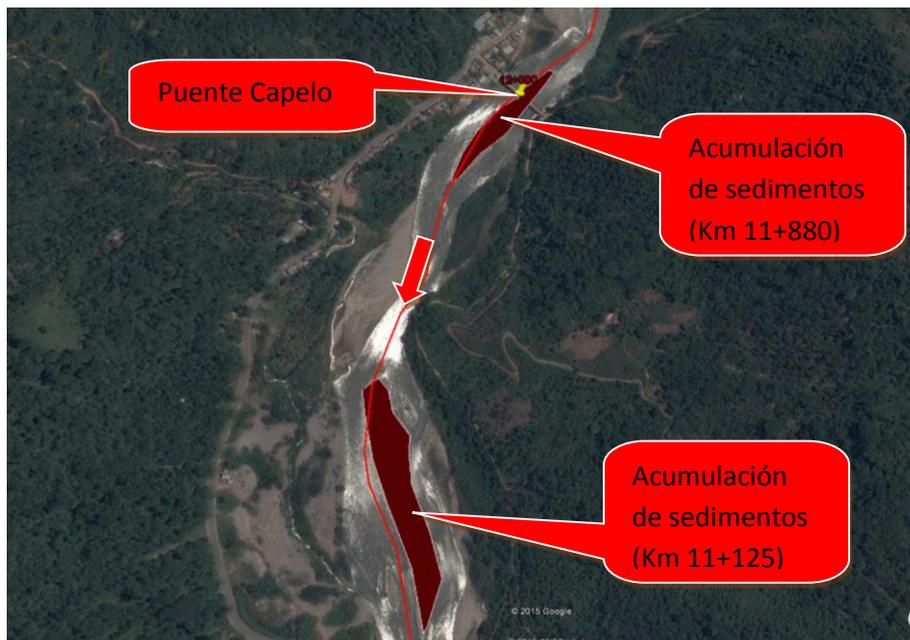


Figura 31. Se aprecia el Puente capelo y las zonas de acumulación desarrollo natural del río Paucartambo con una orientación lineal

Sector Puente Capelo: 12-14 Km

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza su valor más bajo valores de 42 metros y presenta una pendiente promedio de 1.5%.

En esta zona se encuentran en riesgo terrenos agrícolas y áreas agrícolas, por la existencia de tres zonas de gran acumulación de material en el cauce del río y que a continuación se ubican:

- a) En el Km 12+225, ubicado en margen derecha del río que origina una desviación de flujo hacia la margen izquierda, poniendo en riesgo áreas agrícolas.
- b) En el Km 12+605, ubicado en la margen izquierda, producto de la confluencia de una quebrada, que origina una desviación de flujo hacia la margen derecha, poniendo en riesgo poblaciones asentadas en la ribera del cauce.
- c) En el Km 12+980, ubicado en el eje del río que origina una desviación de flujo hacia ambas márgenes, poniendo en riesgo la carretera y áreas agrícolas.

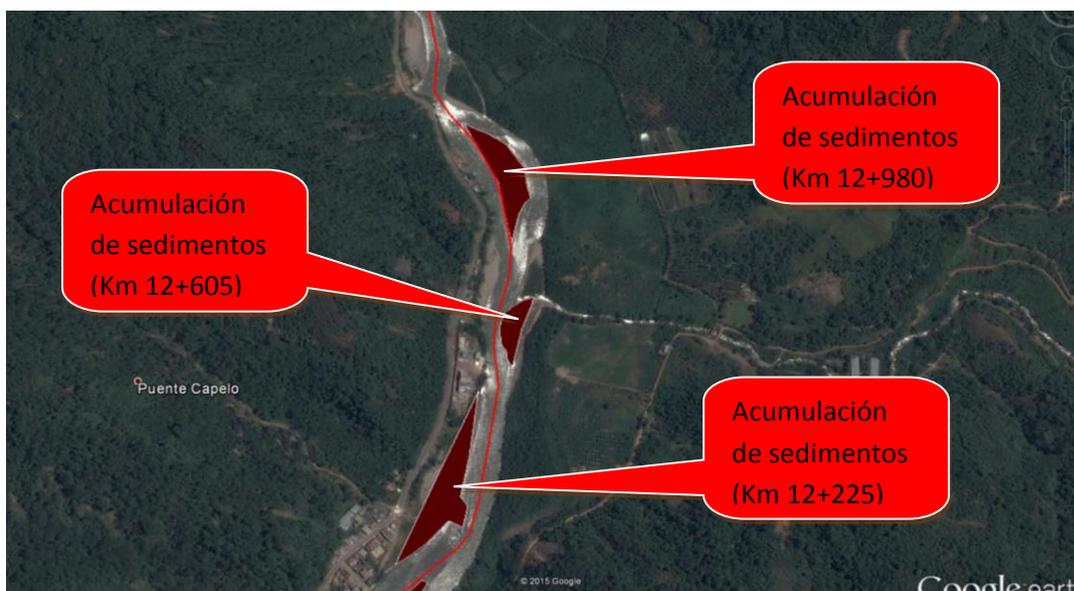


Figura 32. Se aprecia el desarrollo del río Paucartambo y las zonas colmatadas..

Sector Puente Paucartambo: 14-16 Km

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza los 170 metros y presenta una pendiente promedio de 1.5%.

En esta zona se encuentran en riesgo la carretera carrozable, por la existencia en el Km 15+675 de una zona con gran acumulación de sedimentos en la margen izquierda.



Figura 33. Se aprecia la zona colmatada en el Km 5+675

Sector Puente Paucartambo: 16-16.9 Km

Este tramo corresponde a la parte final del estudio, a la altura del Puente Paucartambo, el ancho natural del cauce alcanza los 70 metros y presenta una pendiente promedio de 3.0%.

En el Km 16+410, existe en el eje del río una zona con gran cantidad de sedimentos que desvía las aguas hacia la margen derecha y pone en riesgo la carreta que conecta San Luis de Shuaro con la población de Puente Paucartambo.

En el Km 16+901 se encuentra asentada en ambas riberas del río la población de Puente Paucartambo.



Figura N° 34 Se aprecia el desarrollo del río y la zona colmatada.

8.5 RESULTADOS

Se han identificado nueve (09) puntos críticos en el cauce del río Paucartambo, la información se encuentra registrada en formatos previamente elaborados por la Autoridad Nacional del Agua, los cuales deben ser considerados dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

Las obras de defensas ribereñas existentes se encuentran en buen estado y están bien ubicadas cumpliendo los objetivos para los cuales fueron construidas.

La infraestructura hidráulica, vial, tal como la carretera que une a la Merced, San Luis de Shuaro con el Puente Paucartambo y con el resto de poblados, debe ser protegida, así como los puentes, especialmente los estribos y/o pilares centrales.

CAPITULO 9: GESTIÓN DEL RIESGO: PROPUESTA DE MEDIDAS ESTRATÉGICAS

El riesgo es la medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso para la salud humana, propiedad o en el medio ambiente. Generalmente se define como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que puedan presentarse a raíz de la ocurrencia de un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

La Gestión del Riesgo de Desastre (GRD) es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas y estrategias, y para fortalecer sus capacidades, con el fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos.

Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales (por ejemplo, construcción de defensas ribereñas para evitar el desbordamiento de un río) y no-estructurales (por ejemplo, la reglamentación de los terrenos) para evitar o limitar los efectos adversos de los desastres (ITDG, 2009).

9.1 Planteamiento Hidráulico

El río Paucartambo según la clasificación morfológica, tiene varios brazos separados por islas fluviales sumergibles, en general es inestable y afecta con mayor incidencia a los terrenos colindantes a ambas márgenes, los cuales se encuentra parcialmente protegido en un tramo por diques enrocados y espigones.

Estas propiedades morfológicas en general se deben a los siguientes factores naturales a lo largo del curso del río.

- En el sector se presenta un lecho móvil con un pendiente longitudinal del cauce, por encima de 3.0 o/o.
- Debido a la alta pendiente, el flujo es torrencioso y muy erosivo en este sector, especialmente durante las crecidas.
- Irregular régimen hidrológico y enorme diferencia entre el régimen de escorrentías de las temporadas de avenidas y de estiaje.
- Ilimitada alimentación con los sólidos gruesos, tanto de las orillas como del fondo, lo que se debe a la composición de las formaciones geológicas del valle y las propiedades litológicas del cauce.

Por lo indicado, el principal problema del río Paucartambo su curso está constituido por la inestabilidad de sus orillas y el fondo de su cauce, que afecta tanto los terrenos colindantes, como la carretera carrozable ubicada en la margen derecha del río.

En general para la ejecución de las obras de encauzamiento podrán usarse diferentes materiales de procedencia local, así como: roca, materiales sueltos disponibles en el cauce del río, a precisar, cantos rodados, grava y arena, y materiales homogéneos, para el relleno de los diques.

Para el éxito de estas obras y garantizar su función específica, únicamente es necesaria protegerlas adecuadamente contra la erosión y socavación, especialmente el talud que se encuentra en contacto con el flujo de agua; por ejemplo con enrocado debidamente dimensionado, tanto en espesor como en granulometría.

De acuerdo con lo indicado en el diseño de las obras previstas se tomara en cuenta, entre otros, el ancho necesario del cauce de río, de acuerdo con el régimen hidrológico del río, propiedades topográficas y morfológicas del actual cauce de la corriente, materiales disponibles para la construcción de las defensas y para su protección de la erosión y socavación y otros impactos del flujo de agua.

9.2 Propuesta de medidas estratégicas en zonas Vulnerables de inundación y erosión fluvial

Dentro de las estrategias de intervención para prevenir y reducir el riesgo por inundación y erosión, tenemos las medidas estructurales y no estructurales.

A. Medidas estructurales

Son obras de defensa ribereñas como diques, espigones, encauzamiento, reforestación, entre otros.

Dentro de las medidas estructurales para evitar los desbordes y erosión se propone principalmente diques revestido de roca u otro material adecuado a cada lugar de intervención; el cuerpo del dique puede ser material del lugar o material de préstamo.

Cuando se refiera a diques, debe tenerse en cuenta, sí la velocidad del agua es mayor a la velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado, se recomienda emplear filtro de geotextil o filtro de grava; así como, la plantación de gramíneas (carrizos) entre los poros dejados por el enrocado, el cual fortalecerá, la protección contra el lavado del material del cuerpo del dique.

En la figura 1, se esquematiza un modelo del dique y en el cuadro 1, se indica las principales dimensiones de las estructuras que deben considerarse cuando se formula un perfil de defensas ribereñas.

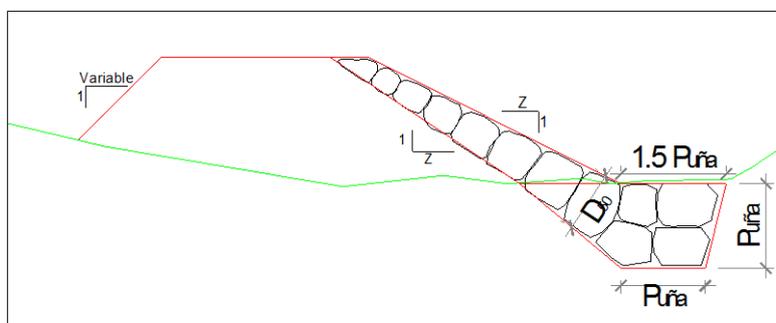


Figura N° 35 . Modelo de dique con revestimiento

Dentro de las obras de defensa ribereña existentes se tiene una serie de espigones de roca, bastante cortos, en una zona donde el río es completamente ancho y se encuentra en buenas condiciones.

Sin embargo, se ha seleccionado la implementación de defensa ribereña a base de dique enrocado por las ventajas de este tipo de estructuras que a continuación se detalla:

- Se cuenta con material apropiado en la zona de trabajo.
- Protección de los terrenos adyacentes con la erosión
- Enrocado de protección al pie de talud, el cual evita que el talud protegido falle, debido a los efectos de socavación general.
- Alta resistencia a la erosión, socavación, fuerzas de volteo y deslizamiento

Tiene la desventaja de requerir maquinaria pesada apropiada para su construcción, así como de personal capacitado en este tipo de obras.

La propuesta de los proyectos que involucren el cauce del río Paucartambo y bienes asociados, deberán tomar como referencia las dimensiones del dique revestido que se muestra en el cuadro 42, y están identificados por progresiva cada 2 kilómetros.

En este cuadro adjunto se indica la altura y ancho del dique, profundidad y ancho de uña y el talud de la cara seca y húmeda del dique.

Cuadro 42
Dimensiones del dique, según ubicación

Progresiva	Pendiente (%)	Lugar de referencia	Modelo de dique con recubrimiento				
			H: Altura de dique (m)	Ancho de dique (m)	P: profundidad de uña (m)	1.5P: ancho de uña (m)	Z
0+000	1.0	Confluencia con el río Chanchamayo	2.5	4.0	2.5	3.75	1.5
2+000	1.0						
4+000	1.0						
6+000	1.0						
8+000	1.0						
10+000	1.0						
12+000	1.5	Puente Paucartambo					
14+000	1.5						
16+000	1.5						
16+901	3.5						

Las medidas estratégicas de prevención contra las inundaciones y erosión se han estudiado por progresiva cada 2 kilómetros, denominado sectores.

Sector Confluencia: 0 - 2 Km

Comprendido entre la confluencia con el Río Chanchamayo, punto de inicio del estudio hasta el kilómetro 2; en este tramo el ancho natural del cauce alcanza los 230 metros y presenta una pendiente promedio de 1.0%.

Se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación de las zonas ubicadas en el eje del río, en el Km 0+100 y Km 0+960.
- Corrección del cauce hasta alcanzar un ancho estable de 90 metros de ancho.
- Protección de la margen derecha con un dique de material rocoso, u otro material adaptado a zona o acorde al aspecto ambiental, de coordenadas:
468 441 E – 8 790 146 N
468 693 E – 8 789 719 N

Opcionalmente se podría construir en reemplazo del dique una batería de 4 espigones de roca, con una longitud de trabajo de 10 metros.

- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.



Figura 37 Se aprecia el cambio del flujo del río y la propuesta de dique y la descolmatación del cauce

Sector Puente Perene: 2-4 Km

En este tramo el ancho natural del cauce alcanza los 40 metros y presenta una pendiente promedio de 3.3%. En este tramo la Carretera a San Luis de Shuaro se encuentra en mayor riesgo de erosión por la existencia en el cauce del río, en los Km 2+230, Km 3+070 y 3+280, de tres zonas con gran acumulación de material sedimentado por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del cauce del río en los Km 2+230, Km 3+070 y 3+280, considerando un ancho mínimo estable de 130 metros,
- Protección de los estribos del puente Perene con diques de material rocoso, u otro material adaptado a zona o acorde al aspecto ambiental.
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.



Figura N° 38 Se aprecia el peligro en la carretera y la propuesta de descolmatación

Sector Puente Perene: 4 - 6 Km

En este tramo, en el Km 5+543 existe una gran acumulación de sedimentos por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del cauce del río en el Km 5+543, considerando un ancho mínimo estable de 100 metros,
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.



Figura N° 39 Se aprecia el desarrollo natural del río Paucartambo y la propuesta de descolmatar el cauce en el Km 2+230

Sector San Luis de Shuaro: 6 - 8 Km

En esta zona se encuentran en riesgo terrenos agrícolas, la carretera que une La Merced con San Luis de Shuaro, por la existencia de tres zonas con una gran acumulación de material en el eje del río, en el Km 6+230, Km 7+840 y Km 7490 por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del cauce en las tres zonas, considerando el ancho de 90 metros.
- Corrección del cauce hasta alcanzar un ancho estable de 85 metros de ancho.
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.

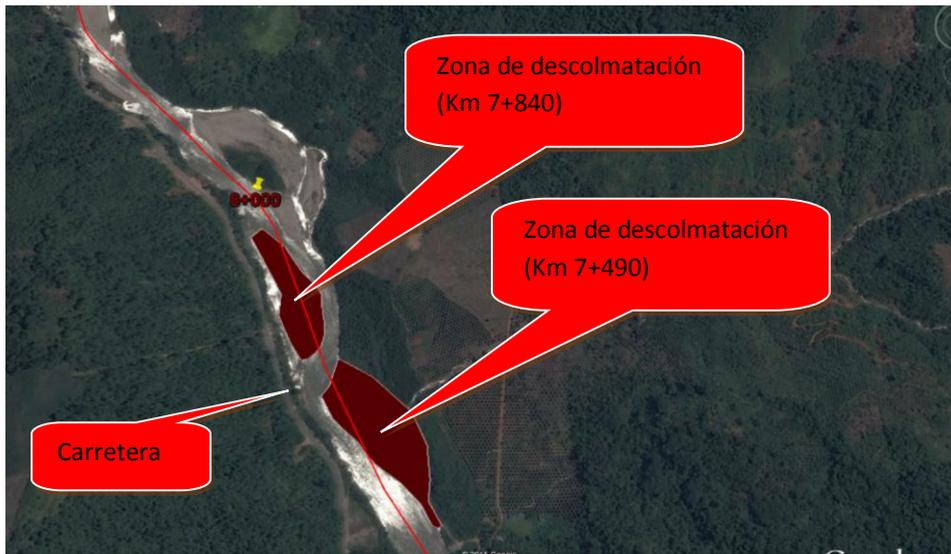


Figura N° 40 Se aprecia el desarrollo natural del río Paucartambo y la propuesta de descolmatación en dos zonas.

Sector San Luis de Shuaro: 8 - 10 Km

En este tramo existen en el eje del río tres zonas con gran acumulación de material sedimentado, específicamente en los Km 8+590, Km 8+870 y Km 9+809, poniendo en riesgo áreas agrícola y el centro poblado de San Luis de Shuaro, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del cauce en las tres zonas, considerando el ancho de 90 metros.
- Protección del centro poblado de San Luis de Shuaro con un dique con roca de 1,070 Km, dividido en dos tramos de 700 aguas arriba y 370 aguas debajo de la confluencia de la quebrada., u otro material adaptado a zona o acorde al aspecto ambiental.
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.

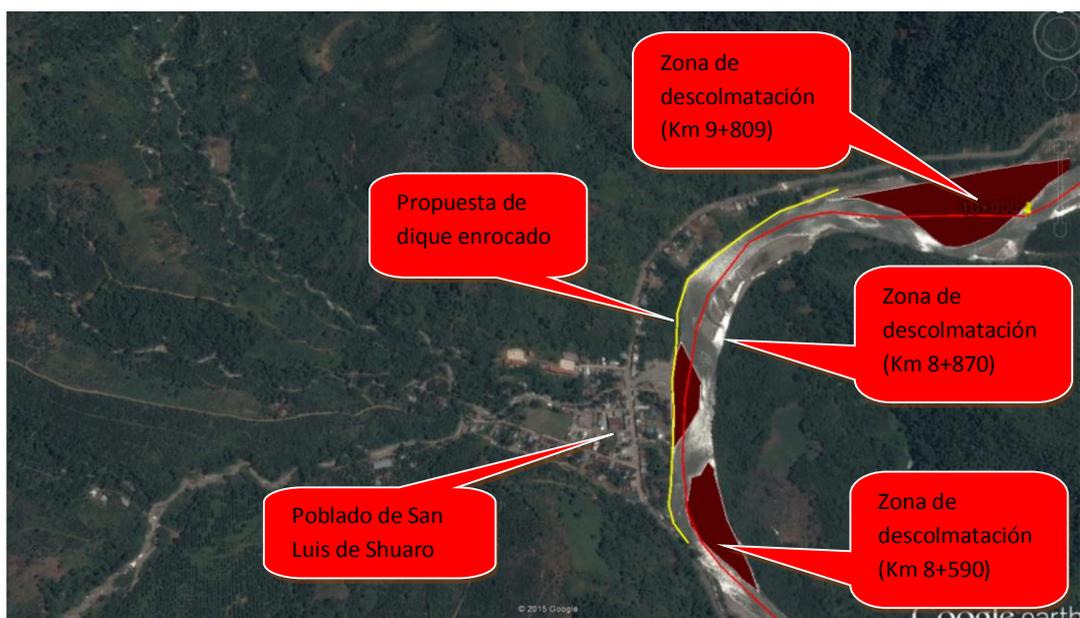


Figura N° 41 Se aprecia el desarrollo natural del río Paucartambo y la propuesta de proteger el centro poblado de San Luis de Shuaro.

Sector Capelo: 10 - 12 Km

En este tramo existen en el eje del río dos zonas con gran acumulación de material sedimentado, específicamente en los Km 11+125 y Km 11+880, poniendo en riesgo áreas agrícolas y el Puente Capelo, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del río en las dos zonas, considerando el ancho mínimo de 90 metros.
- Protección del puente Perene con diques de material rocoso, u otro material adaptado a zona o acorde al aspecto ambiental.
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.

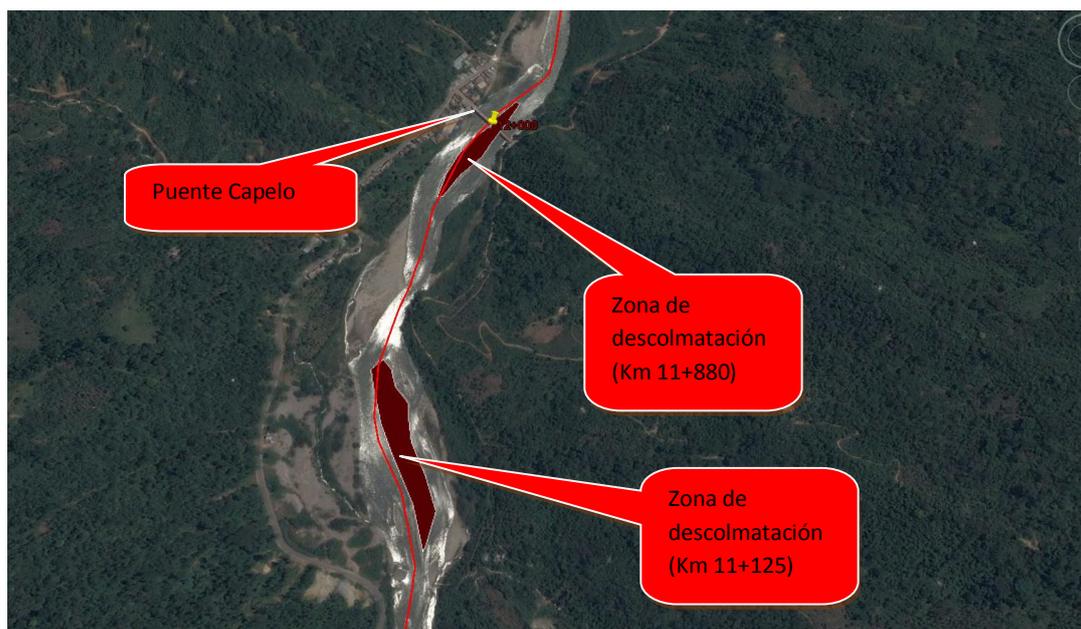


Figura N° 42 Se aprecia la propuesta de descolmatación del río Paucartambo

Sector Capelo: 12 - 14 Km

En este tramo se encuentran en riesgo terrenos agrícolas por la existencia de tres zonas de gran acumulación de material en el cauce del río, en las progresivas Km 12+225, Km 12+605 y Km 12+980, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del cauce del río en las tres zonas, considerando un ancho estable de 130 metros.
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.

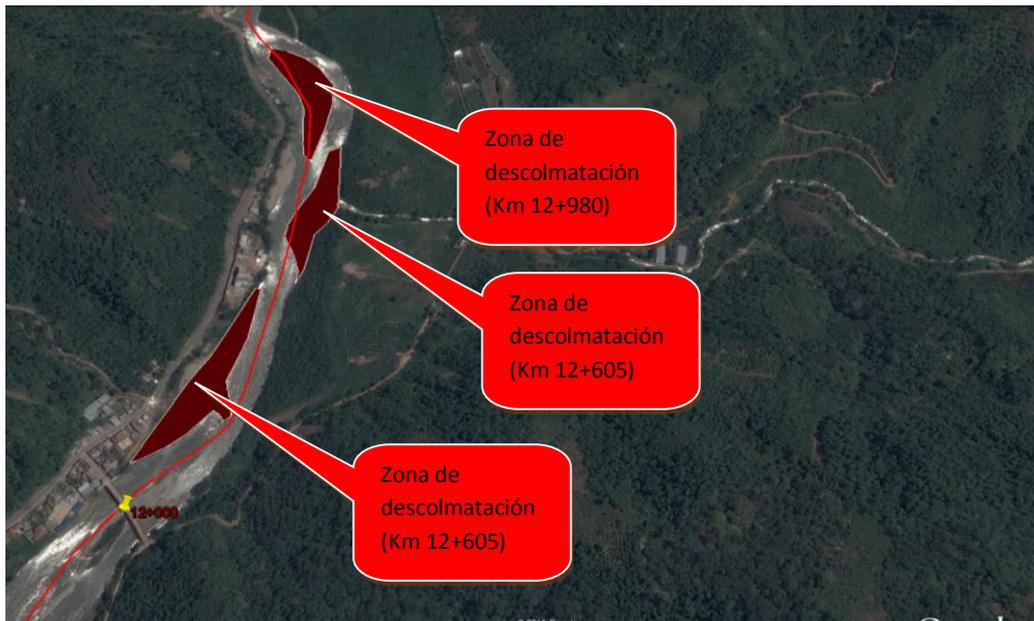


Figura N° 43 Se aprecia el desarrollo del río Paucartambo y la propuesta descolmatar el cauce en las zonas identificadas

Sector puente Paucartambo: 14 - 16 Km

En esta zona se encuentran en riesgo la carretera carrozable, por la existencia en el Km 15+675 de una zona con gran acumulación de sedimentos en la margen izquierda, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del cauce en el Km 15+675.
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.

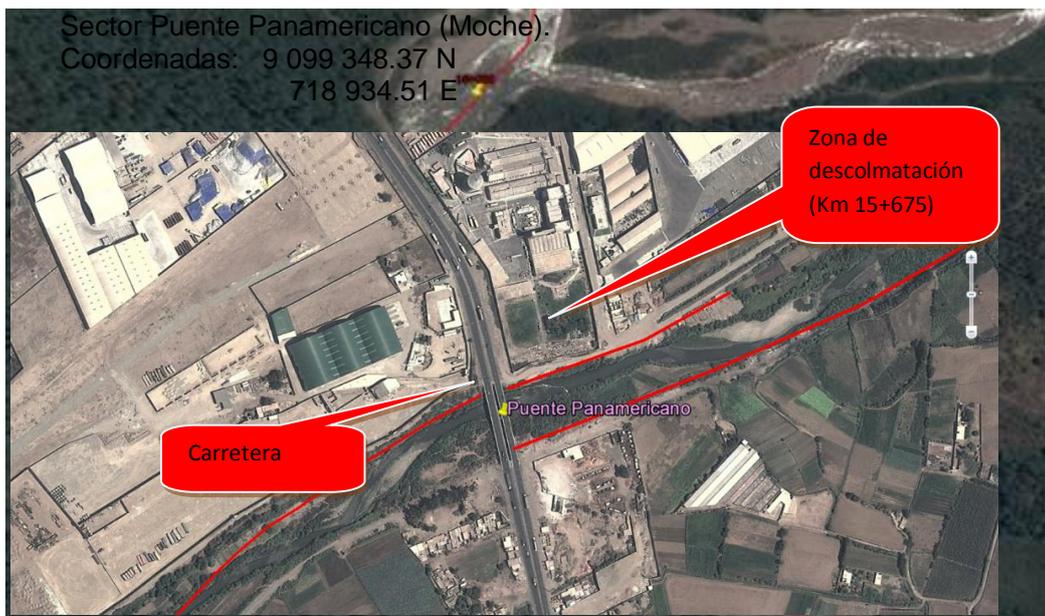


Figura N° 44 Se aprecia el Puente Panamericana y la propuesta de protegerlo.

Sector puente Paucartambo: 16 - 16.90 Km

En el Km 16+410, en el eje del río, existe una zona con gran cantidad de sedimentos que desvía las aguas hacia la margen derecha y pone en riesgo la carreta que conecta San Luis de Shuaro con la población de Puente Paucartambo, por lo que se recomienda lo siguiente en orden de importancia:

- Limpieza y descolmatación del cauce en el Km 16+410 considerando un ancho natural existente de 75 metros, aproximadamente.
- Protección de la margen derecha con un dique, de 90 m aprox., de material rocoso, u otro material adaptado a zona o acorde al aspecto ambiental, de coordenadas:
468 233 E – 8 801 795 N
468 301 E – 8 801 724 N
- Reubicación de las viviendas asentadas en las márgenes del río Paucartambo, especialmente las ubicadas a la altura del puente Paucartambo y así iniciar el proceso de ordenamiento territorial de la faja marginal, liderado por las municipalidades, respetando la normatividad sobre delimitación de fajas marginales
- Reforestación de las fajas marginales en ambas márgenes.

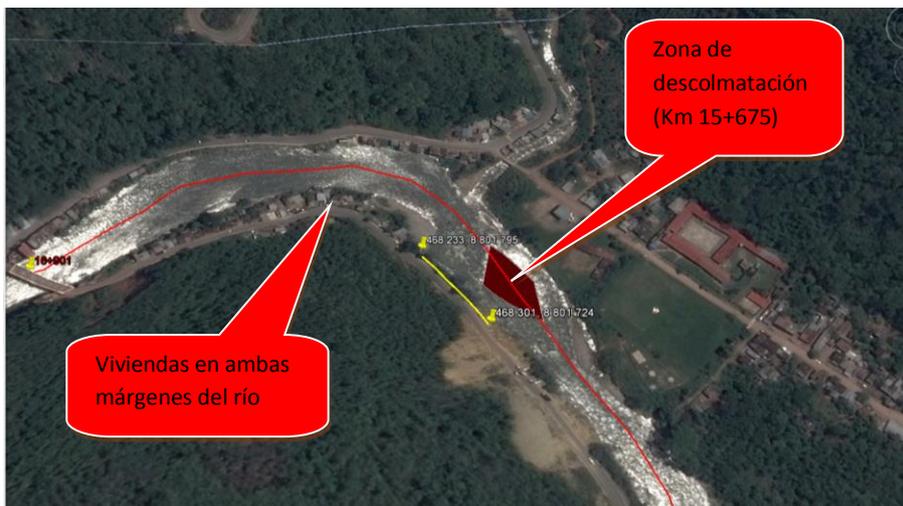


Figura 46 Se aprecia la propuesta de construir el dique en la margen derecha



Fotografía 45 Se aprecia las viviendas asentadas en la margen derecha del río a la altura del Puente Paucartambo

9.2.1 Criterios de diseño: dique enrocado

El diseño del enrocado del dique se llevara a cabo de acuerdo con los siguientes criterios de diseño:

(1) Caudales de Diseño

Se realiza tomando en cuenta el caudal de diseño calculado para un periodo de retorno de 50 años.

(2) Evaluación Hidráulica del Río Paucartambo

De acuerdo con la forma de las secciones transversales del río Virú en el sector, variables e irregulares la simulación del flujo en el río, y evaluación de las referencias magnitudes hidráulicas, se ha llevado a cabo por medio de paquete de programas computarizados HEC-RAS “River Analisis System”, U.S. Army Corps of Engineers, Departament of Water Resources - Hidrologic Engineering center, Davis, State of California, 1986 (versión 3.1.3, Mayor 2005), desarrollado precisamente para este tipo de simulaciones.

En programa consiste en la solución de la ecuación energética de Bernoulli, que tiene la siguiente forma:

$$Z_1 + h_1 + (v_1)^2 / (2g) = Z_2 + h_2 + (v_2)^2 / (2g) + \Delta E$$

$Z_{(1,2)}$ (m) : Nivel topográfico del fondo de las secciones transversales que delimitan el tramo de evaluación.

$h_{(1,2)}$ (m): Tirante de agua en las diferentes secciones transversales.

$v_{(1,2)}$ (m/s): Velocidad del flujo en las diferentes secciones transversales.

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$: Aceleración de la gravedad.

ΔE (m): Perdidas energéticas del tramo de evaluación entre las referentes secciones transversales.

La solución de la ecuación indicada se lleva a cabo por media de la evaluación de las perdidas energéticas (ΔE), tanto lineales, por rozamiento y locales, debidos a las formas de la sección transversal del río.

De acuerdo con las propiedades geológicas de los contornos del cauce, para la evaluación de las perdidas energéticas se ha considerado el coeficiente rugosidad de Manning, $n=0.035$.

(3) Dimensionamiento del cauce del Río Paucartambo

Considerando que el cauce está conformada con material granular (arena y grava), para analizar su estabilidad, es decir obtener una sección estable que pueda controlar el desplazamiento del lecho del río, se ha utilizado una serie de fórmulas para verificar el año estable del río.

(4) Nivel de la cresta del dique seco semicompactado

Para la evaluación del nivel de la cresta del borde superior del dique de encauzamiento se ha considerado el tirante de agua y la línea de energía que corresponde al borde libre.

(5) Dimensiones y Nivel de la uña antisocavante

Las dimensiones y niveles de la uña antisocavante se deberían determinar de acuerdo con la profundidad de la socavación del cauce, local o general, de acuerdo como se presente el caso, según la forma y propiedades técnicas de obras mencionadas.

(6) Dimensionamiento del enrocado para la protección de taludes de erosión

El dimensionamiento del espesor y de la composición granulométrica del enrocado, para la protección del talud mojado del dique, se calcula con las velocidades del flujo en régimen supercrítico, para el correspondiente caudal de diseño.

(7) Elección de los Materiales Para la Construcción (Roca)

La elección de los materiales para la construcción de la obra de protección se llevará a cabo sobre la base de los criterios técnicos y económicos, y normas técnicas vigentes para las obras semejantes, nacionales y/o internacionales.

9.2.2 Calculo hidráulico y estructural

El presente estudio tiene por objeto lograr una estructura, teniendo en cuenta las condiciones actuales, para prevenir que en los próximos años se produzcan desbordes del río e inundación en este sector.

Los cálculos hidráulicos, estructurales y la evaluación de la profundidad de socavación, para los fines pertinentes, se llevaran a cabo de acuerdo a los criterios y modelos matemáticos señaladas en ítem anterior, del presente documento.

(1) Dimensionamiento del cauce del Río Paucartambo

Los valores obtenidos oscilan entre 90-130 metros, sin embargo, para los cálculos hidráulicos se ha adoptado el valor de 90 metros por ser el ancho de los puentes vehiculares existentes en el Río Paucartambo, este ancho nos permitirá tener un nivel del flujo adecuado y de esta manera no sobredimensionar la obra.

Además este ancho proporciona mejores condiciones para la elección de los alineamientos del encauzamiento de acuerdo con la ubicación del brazo principal activo de la corriente

Sin embargo, debido a la existencia de valores menores en el ancho del cauce natural del río se debe considerar un rango entre 60 y 90 metros.

Los cálculos se presentan en el anexo.

(2) Calculo hidráulico de la profundidad de socavación y nivel de cimentación de dique.

El cálculo hidráulico de la socavación general del cauce se ha realizado sobre la base de la fórmula de LIST VAN LEVEDIEV y de BLENCH, para suelos no cohesivos.

Los resultados se muestran en el anexo, en el cual se llega a que la profundidad de Uña antisocavante será de 2.50 m

(3) Niveles de la Corona del Dique de Encauzamiento.

De acuerdo con los criterios de diseño, el nivel del pelo de agua, correspondiente a este caudal, es de 0.99 metros, al cual se le adiciona el valor de borde libre de 0.81 metros y por procesos constructivos se adopta un valor de 2.50 metros.

Los cálculos se presentan en el anexo.

(4) Enrocado para la protección del dique

Se ha considerado un solo tipo de enrocado para la protección contra la erosión y la socavación del talud y el talón del dique.

La velocidad promedio de la corriente considerada para el dimensionamiento del enrocado es de 3.79 m/s, considerando un espesor de la roca en la corona de 1.0 m de diámetro en el pie de talud, variando en forma creciente hasta 0.5 m de diámetro a nivel de la corona del dique, y tendrá la misma altura del dique es decir 2.50 metros.

9.2.3 Descripción de la alternativa propuesta

CONFORMACION DE DIQUE DE MATERIAL PROPIO: la conformación de dique con material propio se realiza en los tramos previstos. Su conformación se realizara con un tractor s/o realizando el corte y arrimado del material del lecho del río a una distancia no mayor de 40 m, esto hasta alcanzar una altura de 3.00 m, la segunda parte se realizara con material de préstamo proveniente de la excavación de uña, esto hasta alcanzar la altura de diseño del terraplén de 3.00m.

Las características geométricas del terraplén del dique, son las siguientes:

Altura	:	2.50m
Ancho Corona:		4.00m
Talud cara húmeda:		1:1.5
Talud cara seca:		1: Variable

ENROCADO CORRIDO DEL TALUD HUMEDO DE DIQUE: se realizara el enrocado corrido del talud de la cara húmeda del dique conformado a fin de protegerlo contra la erosión, para ello se deberá perfilar y conformar el talud en 1: 1.75, utilizando una excavadora hidráulica y mano de obra, luego se realizará el acomodo de rocas en la uña estabilizadora y el talud respectivamente.

Las características geométricas del enrocado corrido, son las siguientes:

Altura de enrocado:	2.50m
Diámetro de roca (altura de corona):	0.50m
Diámetro de roca (pie de talud):	1.0 m
Talud húmedo del dique:	1: 1.5
Talud del enrocado:	1.1.75

Además el enrocado corrido estará apoyado sobre una uña antisocavante de sección trapezoidal de las siguientes características:

Base Mayor:	3.75m
Base Menor:	2.50m
Profundidad:	2.50 m

Los límites de la composición granulométrica que debe cumplir la roca dependiendo del tipo se establece en el siguiente cuadro:

ENROCADO DIQUE	
Dr (100%)	Dr (50%)
1.00 m	0.50 m

Caminos de acceso

Los caminos de acceso a los sectores previstos, así como a la cantera “Queneto” se encuentran en mal estado debido al continuo paso de vehículos pesados, por lo que se realizará el mejoramiento de los caminos a fin de permitir el normal recorrido de los volquetes en el transporte de roca.

Las actividades de forestación y reforestación deben realizarse en la parte alta y media de la cuenca; así como, en las áreas de recuperación, ubicadas en los diques y en la faja marginal.

B. Medidas no estructurales

Podemos citar:

- Resoluciones Administrativas, emitidas por la Autoridad Nacional del Agua; donde se indiquen los parámetros más importantes del río como ancho estable del río, caudales máximos de diseño y pendiente, que deben ser tomados en cuenta en los proyectos a ejecutar.
- Programa de capacitación y sensibilización, sobre Alerta Temprana, Gestión de Riesgos ante inundaciones, simulacros, etc. Este programa debe ser promovido por el Gobierno Regional, Gobierno Local, Sectores y entidades privadas.
- Reubicación de las viviendas asentadas en las márgenes del río Paucartambo, especialmente las ubicadas a la altura del puente Paucartambo y así iniciar el proceso de ordenamiento territorial de la faja marginal, liderado por las municipalidades, respetando la normatividad sobre delimitación de fajas marginales.

CAPITULO 10: EVALUACION AMBIENTAL DEL ESTUDIO

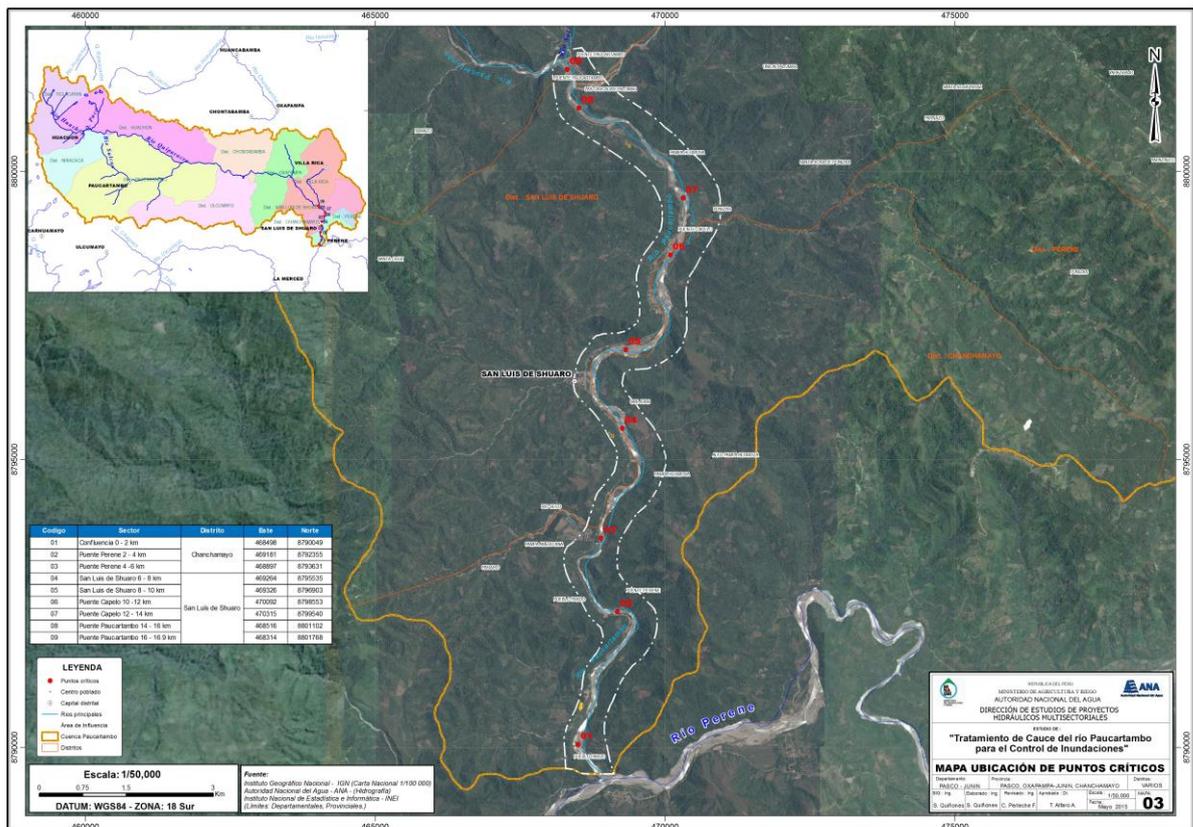
Este capítulo ha sido elaborado en virtud a la necesidad de identificar y describir los impactos ambientales potenciales que pueden ser generados por las medidas estratégicas planteadas en el presente estudio, así como establecer las medidas ambientales adecuadas que permitan mitigar o eliminar los efectos negativos y fortalecer los positivos; desarrolladas a una escala regional.

10.1 Determinación de las Áreas de Influencia

El área de influencia se define como el territorio sobre el que se prevé la ocurrencia de impactos ambientales positivos y negativos, como consecuencia de la ejecución de las medidas estratégicas propuestas.

El estudio ha identificado 09 puntos críticos de inundación y propone medidas estratégicas para prevenir y reducir el riesgo por inundación y erosión. Estas se desarrollaran, en la zona en estudio, a lo largo del cauce del río Paucartambo, desde el Puente Paucartambo (distrito de San Luis de Shuaro) hasta su confluencia con el Río Chanchamayo (distrito de Chanchamayo). El Mapa 03 presenta la ubicación de los puntos críticos en la cuenca del río Paucartambo y su área de influencia (1 200 ha).

Figura 1. Mapa de Puntos Críticos y área de influencia



Fuente: Elaboración propia, con información de IGN, INEI, ANA y MINAM.

10.2 Caracterización ambiental

Para el presente estudio, se ha optado por el análisis a escala regional, en función de la distribución espacial de los impactos que pudieran generar las medidas estratégicas planteadas en la cuenca del río Paucartambo.

Para ello, se realizó la caracterización ambiental regional complementado por un reconocimiento de campo y posteriormente el análisis en gabinete. Sobre la base del resultado anterior, se elaboró una lista de Chequeo en gabinete con el equipo de especialistas para identificar aquellas áreas más alterables en función de las medidas estratégicas planteadas.

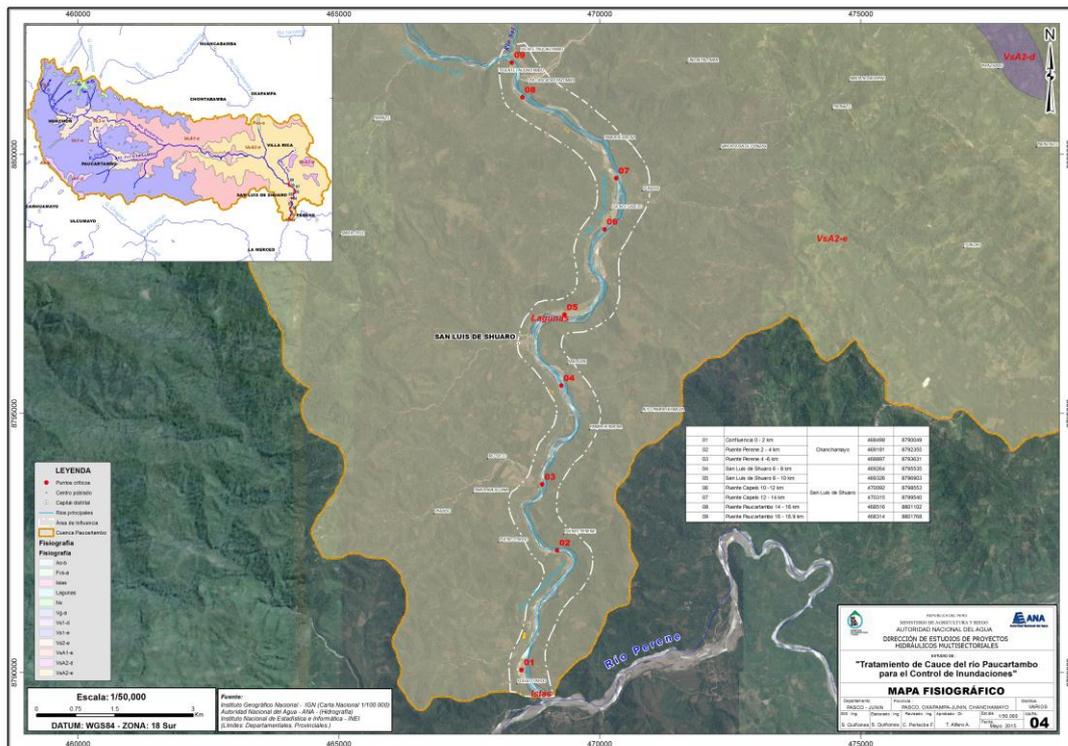
10.2.1 Hidrografía

Las obras proyectadas en el estudio, presentan un impacto positivo principalmente en el manejo, recuperación y ordenamiento ambiental de la cuenca del río Paucartambo.

10.2.2 Fisiografía

Presenta un paisaje montañoso, sus tierras se ubican en las márgenes del río Chanchamayo. En cuanto a la Morfología casi la totalidad de su territorio posee una forma accidentada, sin embargo las zonas planas y onduladas se inician a partir de la desembocadura del río. Ver detalle en el siguiente mapa:

Figura 2. Mapa Fisiográfico



Fuente: Elaboración propia, con información de IGN, INEI, ANA y MINAM.

10.2.3 Ecología

La zonificación de las formaciones ecológicas tiene como objeto mostrar espacios con características similares mediante parámetros de temperatura, precipitación, evapotranspiración y la composición florística que se desarrollan en dichos espacios. Ver detalle en el Mapa 04:

Las medidas estructurales propuestas y las canteras que podrían ser utilizadas se presentan principalmente en una de las formaciones ecológicas: Bosque Húmedo – Premontano Tropical (bh – PT).

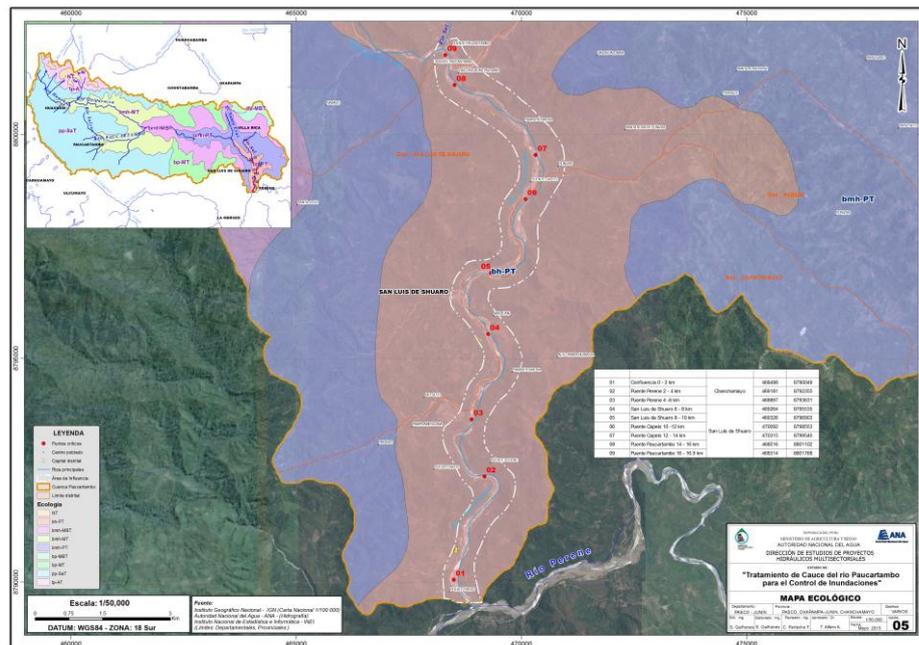
El impacto negativo generado por el movimiento de tierras de las actividades de medidas estructurales, es de manera temporal no significativo.

Cuadro 09

ZONAS DE VIDA		
1	NT	Nivel Tropical
2	tp - AT	Tundra pluvial – Alpino Tropical
3	pp - SaT	Paramo Pluvial – Sub Alpino Tropical
4	bmh - MT	Bosque muy Húmedo – Montano Tropical
5	bmh - MBT	Bosque muy Húmedo – Montano Bajo Tropical
6	bmh - PT	Bosque muy Húmedo – Pre Montano Tropical
7	bp - MT	Bosque pluvial – Montano Tropical
8	bp - MBT	Bosque Pluvial – Montano Bajo Tropical
9	bh - PT	Bosque Húmedo - Pre Montano Tropical

Fuente: MINAM.

Figura 3. Mapa de Zonas de Vida



Fuente: Elaboración propia, con información de IGN, INEI, ANA y MINAM.

10.2.4 Flora

De las formaciones ecológicas principales encontradas y considerando el área de influencia del proyecto, se tiene:

- Bosque húmedo – Premontano Tropical (bh-PT), ubicado en los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo. Las especies corresponden a los géneros Calycophyllum (palo blanco), Bursera, Melia, Tabebuia y leguminosas espinosas propias de este tipo de clima, sin embargo, la mayor parte de la vegetación predominante en esta zona de vida ha desaparecido.

Las especies mencionadas no se encuentran categorizadas como especies amenazadas (D. S. N° 043-2006-AG).

La mayor parte de la flora y fauna de la subcuenca se encuentra afectada por las actividades humanas, tanto por agricultura como por la expansión urbana.

10.2.5 Fauna

De las formaciones ecológicas principales encontradas y considerando el área de influencia, la diversidad biológica se ha visto alterada, tanto en la flora como en la fauna en función a los patrones de ocupación y el uso de las tierras de la cuenca.

- Bosque húmedo – Premontano Tropical (bh-PT), ubicado en los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo. Entre las especies se registran Venado rojo (Mazama americana), Sachacabra (Pudu mephistophilis), Maquizapa (Ateles belzebuth) y otras especies.

En concordancia con el D.S. N° 034-2004-AG, correspondiente a la categorización de especies amenazadas de fauna silvestre, no se ha encontrado fauna que se encuentre categorizada como especie amenazada.

10.2.6 Áreas Naturales Protegidas

En el área de Influencia no se registra Áreas Naturales Protegidas.

10.2.7 Población

Las medidas estructurales están proyectadas en función a los puntos críticos identificados por el estudio, teniendo en cuenta el nivel de riesgo y los elementos expuestos del sector población asentada, la infraestructura vial e infraestructura de servicios.

En la cuenca del río Paucartambo pueden distinguirse dos frentes socioeconómicos que se beneficiarían con las obras proyectadas:

El Frente Urbano, caracterizado por la conformación de asentamientos discontinuos en torno a un núcleo urbano como San Luis de Shuaro, Puente Perene, Puente Paucartambo, principales áreas urbanas que serán beneficiadas por las obras proyectadas.



Figura 5 Se aprecia la población urbana en el distrito de San Luis de Shuaro

El Frente Agropecuario, que incluye a la agricultura comercial intensiva y la agricultura migratoria, localizados en torno a la carretera que Comunica San Luis de Shuaro con el interior de los centros poblados ya sus ejes de penetración (trochas carrozables).

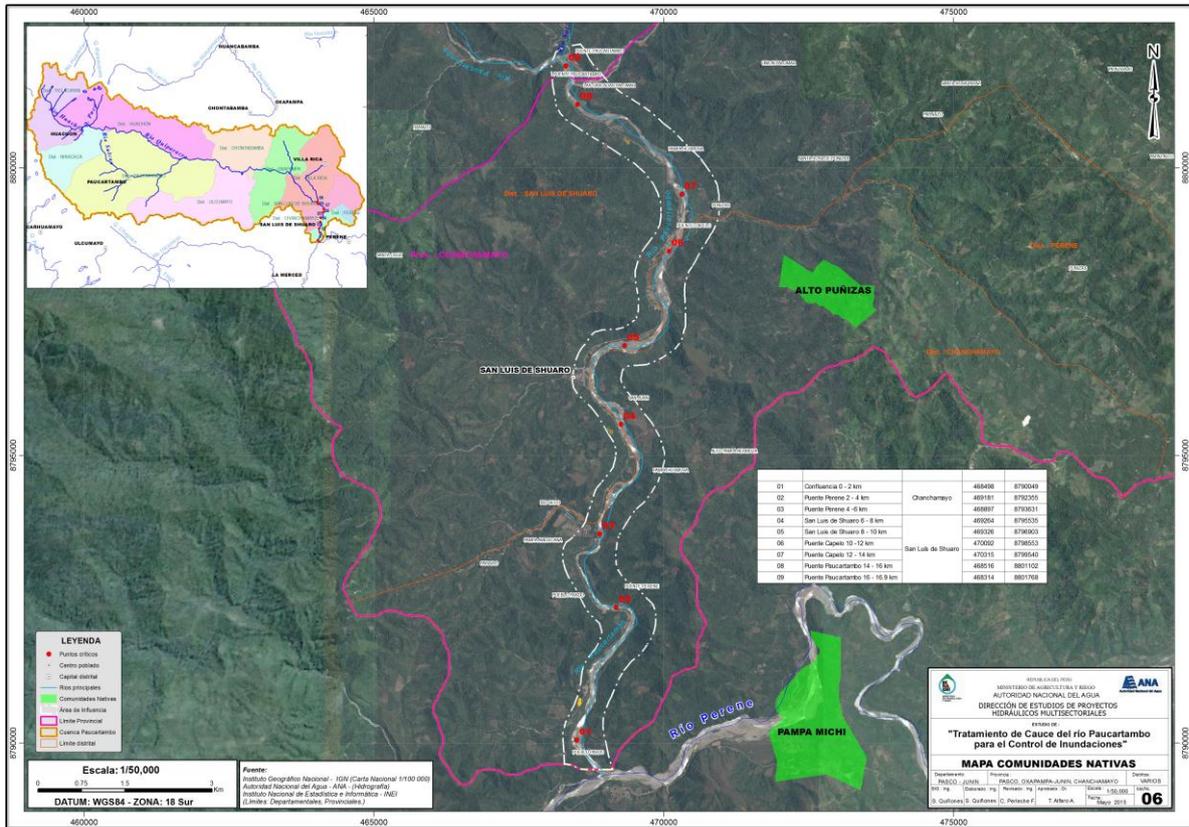


Figura 6. Punto crítico en el Km 2-4 en el sector Puente perene, se aprecia la expansión urbana en la ribera del río.

10.2.8 Comunidades Nativas

En el área de influencia del estudio no se registraron Comunidades Nativas, tal como se observa en el siguiente mapa:

Figura 7. Mapa de Comunidades Nativas



Fuente: Elaboración propia, con información de IGN, INEI, ANA y MINAM

10.2.9 Zonas de Patrimonio Histórico-cultural

No se han identificado manifestaciones culturales en el área de influencia del estudio.

10.3 Descripción General de Actividades de Medidas Estructurales y No Estructurales

10.3.1 Actividades de Medidas Estructurales

Las medidas de tipo estructural, generaran distintas actividades que a continuación se resumen en:

Etapas: Pre Construcción

- Instalación y funcionamiento del campamento

Etapas: Construcción

- Desbroce y limpieza
- Movimiento de tierras
- Conformación de la estructura
- Manejo de aguas superficiales durante la obra
- Manejo y disposición de escombros
- Habilitación y transporte de materiales.

Etapas: Post Construcción

- Restauración de áreas intervenidas
- Obras complementarias y señalización
- Desmantelamiento de instalaciones y limpieza del área

10.3.2 Actividades de Medidas No Estructurales

Las medidas no estructurales se resumen en:

- Resoluciones administrativas, emitidas por la Autoridad Local de Agua (ALA); donde se especifiquen respetar el ancho estable del río, caudales máximos de diseño, entre otros parámetros hidráulicos.
- Programa de capacitación y sensibilización, sobre Alerta Temprana, Gestión de Riesgos ante inundaciones, simulacros, etc.
- Ordenamiento territorial de la faja marginal, liderado por las municipalidades, respetando la normatividad sobre delimitación de fajas marginales.

Las acciones de las medidas no estructurales, van encaminadas a impedir, reducir, minimizar o incluso anular los daños generados por las inundaciones.

10.4 Impactos Ambientales

El análisis ambiental a nivel regional realizado, resume que el medio físico se verá afectado, principalmente en la etapa de construcción (las obras proyectadas en el cauce y el transporte de materiales de cantera a la obra implica un impacto ambiental negativo como el polvo, ruido, etc.). Estos impactos serán negativos, sin embargo se presentarán en forma temporal y de manera leve; cuyos efectos pueden ser controlables o revertidos con actividades de mitigación ambiental y restauración del equilibrio ecológico de la zona.

Impactos Sobre El Medio Físico

En el medio físico sólo se observan impactos negativos a lo largo de todo el tramo (Pueblo Pardo, desembocadura del río Paucartambo, hasta el Puente Paucartambo), y son los siguientes:

Disminución de la calidad edáfica

Los trabajos de ingeniería, traen consigo una mayor utilización del suelo, así por ejemplo la compactación del suelo como consecuencias del movimiento de maquinaria pesada, construcción de almacenes, campamentos entre otros. De igual forma, como el trabajo requiere la intervención de maquinaria pesada existentes probables fugas de aceites, lubricantes, grasas y combustibles que impurifican el suelo y otros lo deterioran, principalmente en las áreas de los puntos críticos a lo largo del tramo.

Emisión de ruidos

El movimiento de maquinarias en la zona de influencia, además el proceso de carga y descarga de materiales, la explotación de canteras y el funcionamiento de las plantas chancadoras son las actividades más importantes que producen ruidos en la etapa de construcción.

Los ruidos derivados de este proceso, son de carácter continuo y bastante localizado, sin embargo es temporal. Es así, que la elevación de los niveles sonoros producidos en las distintas actividades del proceso de mejorar la camino afecta a la población humana, mediante la externalidad negativa denominada contaminación sonora específicamente a los que realizan esta labor a través de interferencias en la comunicación oral, perturbación del sueño y efectos en el rendimiento del trabajo primordialmente.

Emisión de partículas:

La disminución de la calidad del aire es un efecto negativo y temporal que es producido por la emisión de material (polvo), que se realizará durante todo el proceso de construcción ocasionado por el movimiento de tierras, transporte de materiales, explotación de canteras.

Este polvo puede ser el causante de un bajo rendimiento de los trabajadores, también afectan a los pueblos más cercanos, sobre todo a las poblaciones que viven en el tramo en estudio, que no están familiarizados con estas maquinarias; debido a que el viento transporta dichas partículas y la vegetación puede disminuir su función de fotosíntesis, esto último a veces es grave cuando se trata de cultivos.

Patio de máquinas:

El estudio utilizará maquinaria y equipo para realizar las distintas obras, de no ser meticulosos en el cuidado, se producirá la contaminación de los suelos en el patio de máquinas por cambio de aceites, lubricantes de los motores, grasas y otros aditivos, a lo largo del tramo en estudio.

Impactos Sobre El Medio Biológico

Podemos apreciar sólo impactos negativos en el medio biológico, que son los siguientes:

Efectos sobre la vegetación:

Durante todo el proceso de mejoramiento de la vida, la vegetación se verá afectada por el desarrollo de dicha actividad.

La generación de polvo además producirá una disminución en el proceso fotosintético de la vegetación, y esto traerá consigo la reducción de las cosechas y áreas verdes.

Implicancias sobre la Fauna

En todo el proceso de mejoramiento y construcción de la camino se afectará una zona de cobertura vegetal que sirve de hábitat para algunas especies que no se encuentran categorizadas como especies amenazadas (D.S. N° 034-2004-AG); produciendo en algunos casos migración.

Impactos Sobre El Medio Socio-Económico Y Cultural

Deterioro de las condiciones de salud:

En la etapa de construcción, el tránsito de maquinaria, movimientos de tierras, explotación de canteras, tendrán un efecto de emisión de partículas (sólidas en suspensión), humos y sonidos que pueden repercutir en las poblaciones más cercanas y principalmente en los trabajadores en la ejecución de las medidas estructurales.

Alteración del modo de vida tradicional en la Población

Se sabe, que las actividades de construcción generarán fuentes de empleo para la población de la zona, sobre todo en la demanda de mano de obra no calificada; cambiando así su estilo de vida, para que pueda convertirse en un trabajador de la empresa contratista de las obras. Esto también trae consigo una mejora de sus ingresos económicos y por añadidura mejorará su nivel de vida. Pero, debemos tener presente que esta actividad tiene un tiempo definido.

Alteración de la estructura poblacional:

Se producirá una tendencia migratoria temporal, ocasionada por la presencia de trabajadores para la construcción de las medidas estructurales y no estructurales.

Generación de empleo:

En la etapa de construcción aumentará la población económicamente activa, puesto que este proceso producirá diversos trabajos tales como empleos contratados por la empresa constructora o empresas subsidiarias y empleos para los residentes del área de influencia y más aún empleos generados indirectamente por el incremento total de la economía, influido por la construcción de las estructuras de defensa, tales como venta de comida y abastos, alojamiento, etc.

Incremento de la recaudación fiscal:

Todos los pagos que se realicen, ya sea por licencias e impuestos requeridos en la construcción, explotación de canteras para la obra, impuestos de salarios de compras, de transporte de materiales y de equipamiento de construcción, significan un ingreso para los Municipios de San Luis de Shuaro, Chanchamayo y el Estado. Los ingresos representan un mejor desarrollo para los programas de asistencia social, tanto de los Gobiernos Municipales como del gobierno nacional.

Incremento salarial:

En la etapa de construcción se generará un salario para el personal especializado en trabajos de construcción y para el personal relacionado a tareas más específicas de administración y logística.

Incremento de la población activa:

Los pobladores estarán influenciados por dos aspectos, en primer lugar debido a los probables asentamientos que se forman por la población temporal, pero principalmente al finalizar la ejecución de las obras los efectos serán favorables y en beneficio de la población aledaña al cauce del río Paucartambo

10.5 Medidas Preventivas y Manejo ambiental

Programa de Mitigación de Impactos

Mitigación de impactos en el medio físico

Con la finalidad de no perturbar a las poblaciones aledañas donde se proyectan las medidas estructurales, todas las maquinarias deberán tener el silenciador respectivo.

Con referencia a las inmisiones de residuos sólidos en suspensión como NOx1, HC1, SO2 y metales pesados en ambientes ocupados de otra capacidad dispersante, además de las superficies territoriales del tramo, como regla de mitigación se dará una buena señalización para mantener un tráfico fluido y continuo.

En lo referente a emisiones de polvo que disminuye la calidad del aire, principalmente se sugiere humedecer periódicamente los caminos temporales y la superficie del material que se transporte (cubrir con toldo), esta medida mitigadora es importante para proteger a la población de personas, los animales y la vegetación.

Con relación a la alteración de los suelos y modificación de la geomorfología, por cortes de taludes, especialmente, se opta los diseños de acuerdo a las Normas Peruanas para el Diseño de defensas ribereñas, también será inevitable sembrar vegetación típica de la zona para que las raíces eviten deslizamientos, derrumbes y erosiones, esta medida lo ejecutara la Municipalidad Distrital de San Luis de Shuaro.

Para que la disminución de la calidad edáfica por erosión sea mínima se debe incrementar la cubierta vegetal, primeramente en los suelos desnudos.

En lo referente a la baja en la calidad de las aguas superficiales, se debe planificar la alteración temporal del curso de agua natural en la construcción de la defensa ribereña retirando todo tipo de obstáculo para que no se genere el efecto barrera-presa.

Con respecto al patio de máquinas estos serán ubicados de preferencia en suelos estériles, para no afectar áreas con vegetación.

El lavado de maquinarias se lleve a cabo fuera de los cursos de agua, porque todo ello favorecerá la turbiedad del agua y más aún el movimiento de maquinarias producirá la compactación del suelo y de esa manera la alteración de sus componentes.

Con respecto a la modificación de la geomorfología, alteración de los suelos y disminución de la calidad edáfica por problemas de la erosión de los suelos, todo agricultor debe ser aconsejado para construir surcos de cultivo siguiendo las curvas de nivel de ladera, así se evitará la erosión.

Se debe adoptar un sistema adecuado para la utilización de las fuentes de agua, con la finalidad de no producir enturbiamiento del recurso o el anegamiento de zonas aledañas.

Mitigación de Impactos en el Medio Biológico

Con respecto a pérdida de especies de flora y fauna por actividades que implica la construcción de la defensa ribereña, como explotación de canteras, cortes de taludes, vertimientos accidentales de aceites y grasas, remoción de cobertura vegetal, compactación de suelos, movimiento de maquinarias en cursos de agua, etc. será imprescindible tomar las medidas mitigadoras dadas anteriormente para el medio físico.

Se recomienda una reforestación de los taludes con especies nativas de la zona con la finalidad de conservar estas especies.

Se reitera la medida de que el personal de las obras está totalmente prohibido de realizar actividades de caza, y comercialización de flora y fauna en vías de extinción, y las establecidas por ley. Asimismo quedará prohibida la pesca en ríos y quebradas, con dinamita o barbasco.

La cubierta vegetal y suelo orgánico que se extraiga de las canteras deberán ser apiladas, cubiertas con plásticos para ser utilizadas posteriormente en la restauración de ellas.

Mitigación De Impactos En El Medio Socio-Económico Cultural

Se recomienda evitar el polvo y no causar molestias a la población.

Para generar empleo en la zona, se deberá contratar a la población del área de influencia del estudio.

El área de servidumbre deberá considerarse intangible para toda clase de ocupación evitándose la construcción y todo tipo de infraestructura.

A fin de evitar grescas entre personal no del lugar y personal del lugar se recomienda que previamente se coordine con la policía y la prefectura.

Si durante la construcción se encuentran restos arqueológicos, se suspenderán inmediatamente las labores que puedan afectarlos; dándose aviso al Ministerio de Cultura (MC).

10.6 Programa de Seguimiento o Monitoreo ambiental

El plan de seguimiento o monitoreo permite la evaluación periódica y permanente en el tiempo de las variables ambientales, en el orden biofísico como socioeconómico y cultural, con el propósito, de proporcionar información exacta y actualizada para la toma de decisiones en conservación o utilización sostenible de los recursos naturales y en el medio ambiente en las etapas de construcción y operación.

Mientras duren las obras de construcción, a la supervisión ambiental del proyecto le compromete confirmar el cumplimiento y evaluar que todos los trabajos se realicen de manera eficiente, de acuerdo a las Medidas Preventivas y Manejo Ambiental.

Además, en la etapa operativa de las obras proyectadas, se debe evaluar el desempeño de las medidas propuestas, el Programa de Seguimiento es de perfil preventivo; o sea, nos facilita el adquirir información sobre las probables modificaciones o alteraciones ambientales que ocasionen perjuicios a lo largo del tramo en estudio; indicando fechas, motivos, magnitud, áreas dañadas y labores necesarias para la construcción de la defensa ribereña

Sobre la frecuencia de la recolección de información, ésta debe realizarse como mínimo una vez al año, entre tanto las supervisiones se llevarán a cabo antes y después de las temporadas de lluvias. Se realizará actividades referente a:

La revegetalización se realizará mediante un monitoreo periódico con el propósito de indicar cuán satisfactorio fue su implantación como forma de estabilizar los taludes.

Es de suma importancia evaluar la intensidad de las lluvias y así ratificar la práctica correcta del sistema de drenaje.

10.7 Programa de Contingencias

El Programa de Contingencias, establece las acciones necesarias para prevenir y controlar desastres naturales y accidentes laborales que pudieran suceder durante la realización de las obras y vida operativa de las obras proyectadas.

Dicho programa cumple acciones principalmente en:

- ✓ Accidentes de los trabajadores y terceros por la operación de maquinarias, equipos, volquetes, camionetas y otros.
- ✓ Deterioro de la salud de los trabajadores.
- ✓ Obstrucción de del flujo del río Paucartambo.

Para todas estas acciones el contratista deberá tener capacitado a un grupo de personas en dar atención de primeros auxilios, asimismo, deberá designar un responsable que coordine con los hospitales y/o postas médicas cercanas al área de influencia.

La empresa ejecutora designará un vehículo que servirá para apoyar en alguna contingencia que se pueda presentar, este vehículo deberá estar en perfectas condiciones mecánicas, además esta unidad móvil deberá contar con equipo de comunicación, equipo de primeros auxilios, y extintores de polvo químico.

Todas las unidades del proyecto, los campamentos deberán tener los extintores de polvo químico, estos últimos deberán contar con cajas de arena.

Respecto a la salud de los trabajadores, teniendo en cuenta el clima del área del estudio, estos deberán contar con una vestimenta adecuada (casco, botas, mamelucos, paraguas), para prevenir enfermedades de tipo respiratorio y las tropicales que son comunes en la zona de selva central.

Comunicar a los Centros de Salud al inicio de los trabajos de construcción para que tengan conocimiento con la finalidad de que se preparen frente a cualquier emergencia que ocurra.

10.8 Programa de Abandono

El programa de abandono consiste en que, en forma progresiva conforme se vayan terminando los trabajos, se va limitando el personal de mano de obra, también se retiran los equipos que no sean necesarios y se procede a la limpieza y restauración de los lugares afectados por las obras.

Cuando se terminan todos los trabajos, se quedará solamente el personal básico para realizar las tareas de abandono de la obra, desmantelamiento de estructuras, restauración de canteras, y revegetación en los lugares en donde se considera necesario.

Concluido el abandono, la empresa contratista deberá entregar a las autoridades ambientales competentes un informe detallado sobre las actividades desarrolladas en el período de abandono. Estas deberán contar con el aval del Supervisor de Obras. En caso de encontrarse irregularidades, éstas deberán subsanarse para recibir la apropiación correspondiente.

10.9 Resultados

- ✓ Según el Mapa Áreas de Influencia, los distritos con mayores impactos ambientales positivos serían: San Luis de Shuaro y Chanchamayo.
- ✓ Los impactos negativos generados por las medidas estructurales serían temporales, de carácter mitigable y controlable.
- ✓ Los mayores impactos positivos ocurrirán en el medio socioeconómico y cultural, en la etapa de construcción correspondiente al incremento y dinamización del comercio local y en la generación del empleo temporal y al finalizar la obra los efectos serán favorables y en beneficio de la población aledaña al cauce del río Paucartambo.
- ✓ No se ha identificado ninguna acción que impactos críticos y que, por lo tanto, sea inadmisibles desde el punto de vista ambiental.
- ✓ Las acciones de las medidas estructurales, van encaminadas a impedir, reducir, minimizar o incluso anular los daños generados por las inundaciones y/o erosiones.

Se recomienda que las medidas estructurales planteadas en el presente estudio deberán someterse, en forma individual, al procedimiento de Evaluación Ambiental Preliminar, de acuerdo a la ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), modificada por Decreto Legislativo N° 1013 y su Reglamento, aprobado por D.S. N° 019-2009-MINAM del 24.09.02009.

Se recomienda realizar un Programa de Capacitación y sensibilización, de manera participativa involucrando a los diferentes actores locales, regionales y principalmente la población involucrada en la Cuenca del Río Paucartambo. En Anexo se presenta algunos lineamientos y actividades sobre un programa de capacitación ambiental

CAPITULO 11: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

- A nivel regional, la Cuenca del río Paucartambo se emplaza sobre las unidades geomorfológicas: Delta, Terrazas Bajas, Valle Inundable, Lomadas, Colinas Bajas y Quebradas, cuya morfogénesis se encuentra vinculada con el tectonismo y los agentes denudativos.
- En el área de estudio, predominan los depósitos superficiales, rocas sedimentarias, intrusivas y metamórficas; comprendidas desde el Paleoceno al Cuaternario reciente.
- Estructuralmente en la Cuenca del río Paucartambo se distinguen dos provincias estructurales caracterizadas por: Fallamientos en Bloques con rumbos SO a NE (Máncora-Bocapán) y Fallamiento Normal con anticlinales de desplazamiento (Paucartambo – Zarumilla).
- Según la Norma Técnica Peruana de Construcciones, la cuenca se localiza en una zona de actividad sísmica alta Zona III, pudiendo producirse sismos de magnitudes en el orden de VII grados en la escala de Mercalli Modificado.
- En base al Catastro Minero (INGEMMET), en la Cuenca del río Paucartambo (área de estudio), existen 36 derechos mineros otorgados que ocupan 6,300 hectáreas, de los cuales 10 corresponden a Derechos Mineros en Trámite y 26 a Derechos Mineros Titulados. El tipo de sustancia en exploración y/o explotación corresponde a sustancias metálicas y no metálicas.
- En el área de estudio, se han registrado un total de 96 ocurrencias de peligros, siendo el distrito de San Jacinto el más afectado por: inundación fluvial, flujos (flujos de lodos, detritos y huaycos), erosión fluvial y erosión de laderas.
- Los peligros geológicos del tipo inundación y erosión fluvial se consideran de mayor interés para el proyecto, por producirse en zonas aledañas al cauce del río.
- Los sectores evaluados con peligros geológicos, en su mayoría están localizados sobre terrazas bajas y zonas de valle inundable constituidos por depósitos cuaternarios; afectados principalmente por inundación y erosión fluvial al producirse precipitaciones excepcionales durante el Fenómeno de El Niño.

Las investigaciones geotécnicas tuvieron lugar en los sectores de: Huaquillas, Estación Romero, la Noria, Cerro Blanco, Malval Urcos, Puente Franco, El Oidor, Prado Bajo, Rica Playa, El Sauce.

En base a los resultados de laboratorio de mecánica de suelos, los sectores investigados se caracterizan por presentar materiales granulares de clasificación SUCS: SM-SC, SP, SW-SM y CL; el nivel freático se encuentra entre las profundidades de 0.40 – 1.80 metros.

- La capacidad portante ha sido calculada por el método de Terzaghi, encontrándose en los sectores investigados valores de capacidad admisible de 0.66 Kg/cm² a 0.89 Kg/cm² considerando profundidades de desplante de 1.0 metro. El siguiente cuadro presenta la Capacidad Portante calculada:

<i>EXPLO</i>	<i>Df</i> (MTS)	<i>B</i> <i>m</i>	γ kg/cm ³	<i>C</i> kg/cm ²	\emptyset	<i>Qu</i> kg/cm ²	<i>Qd</i> kg/cm ²
C - 1	1.00	1.00	1.86	0.30	13.02	2.49	0.83
C - 2	1.00	1.00	1.90	0.06	31.24	2.65	0.88
C - 3	1.00	1.00	1.79	0.01	32.52	2.04	0.68
C - 4	1.00	1.00	1.75	0.01	32.41	1.99	0.66
C - 5	1.00	1.00	1.85	0.30	13.78	2.56	0.85
C - 6	1.00	1.30	1.89	0.02	32.02	2.67	0.89
C - 7	1.00	1.50	1.77	0.30	8.02	2.17	0.72
C - 8	1.00	1.00	1.89	0.11	26.02	2.41	0.80
C - 9	1.00	1.00	2.01	0.00	36.02	2.84	0.85
C - 10	1.00	1.00	1.87	0.28	13.68	2.42	0.81

- Las áreas para la explotación de enrocados son muy escasas debido a que los pocos afloramientos de rocas intrusivas se encuentran en zonas de reserva natural protegida. Sin embargo, se ha realizado la evaluación y prospección de dos canteras denominadas: Las Animas (Cantera de Enrocado) y Vaquería II (Cantera de Agregados), las mismas que presentan condiciones favorables de ser empleados como enrocados.

UBICACIÓN DE CANTERAS DE ENROCADO

CANTERA	SECTOR	ESTE	NORTE	TIPO DE ROCA	ACCESO
Cantera Las Animas	San Jacinto	552,632	9,583,997	Roca sedimentaria	Existe Trocha
Cantera Vaquería II	Corrales	558,907	9,590,695	Grava Arcillosa	Existe Trocha

Fuente: Propia.

- En el trayecto del ámbito de estudio, el flujo de agua recorre mayormente zonas rurales con la presencia de infraestructura de riego, vial, campos de cultivos y centros poblados.
- En el cuadro adjunto se muestra los caudales máximos obtenidos en el río Paucartambo para varios periodos de retorno, mediante diferentes funciones probabilísticas.
- El caudal de diseño para el dimensionamiento de las estructuras, delimitación de la faja marginal se recomienda que se tome el caudal para un periodo de retorno de 50 años como mínimo; sin embargo debe considerarse caudales para 100 años, para delimitar la faja marginal en zonas urbanas y para verificar los diseños de cruce como puentes, tomando en cuenta los caudales presentados en el siguiente cuadro:

Período de Retorno (T)	Q _{inst} (m ³ /s)	Area (Km ²),
2.0	966.4	5,502.75
5.0	1733.56	
10.0	2347.15	
25.0	3236.57	
50.0	3980.09	
75.0	4446.23	
100.0	4791.69	

- La Red Geodésica está conformado por Puntos Geodésicos de Orden “C” proporcionados por COFOPRI, éstos servirán de soporte georreferencial para los levantamientos cartográficos y topográficos para la elaboración de estudios de preinversión e inversión, así como replanteo en la construcción de obras hidráulicas, defensa ribereñas y control de avenidas dentro de la faja marginal.
- El volumen aproximado a extraerse en los diferentes puntos identificados a lo largo del río Paucartambo es de 206,600 m³, según cuadro adjunto:

N°	Sectores	Area m ²	Altura m	Volumen disponible m ³
1	El Higueron	15,000.00	1.50	13,500.00
2	Casa Blanqueada	20,000.00	1.30	15,600.00
3	El Peligro	50,000.00	1.10	33,000.00
4	La Arena - La Palma	70,000.00	1.10	77,000.00
5	San Jacinto	15,000.00	1.10	9,900.00
6	Las Brujas	30,000.00	1.20	21,600.00
7	Pampas de Hospital	60,000.00	1.00	36,000.00
				206,600.00

- Los parámetros hidráulicos han sido calculados teniendo en cuenta las características de la cuenca y los caudales máximos instantáneos, por lo que, se recomienda se tome en cuenta en los estudios y proyectos que se ejecuten en el río Paucartambo.
- Las acciones o medidas estratégicas deben priorizarse de la siguiente manera.
 - ✓ Programas de sensibilización, capacitaciones y alerta temprana.
 - ✓ Delimitación y monumentación de la faja marginal y reforestación. Esta acción debe ser coordinado con la Autoridad Nacional del Agua.
 - ✓ Limpieza, descolmatación y encauzamiento, en función al ancho estable propuesto.

- ✓ Estabilización de los taludes para reducir el riesgo por efectos de la erosión de taludes; principalmente con vegetación.
- ✓ Construcción de obras de defensas ribereñas.

- Los principales distritos con mayores impactos ambientales positivos serían: San Luis de Shuaro y Chanchamayo.
- Los impactos negativos generados por las medidas estructurales serían temporales, de carácter mitigable y controlable.
- El impacto ambiental positivo se presentará en el medio socioeconómico, la generación de empleo en las etapas de las obras proyectadas, así como una importante dinamización del comercio local (demanda de servicios tales como alimentación, hospedaje y transporte público. Se debe tener en cuenta que estos impactos serán de carácter temporal.

- Al contar con un estudio de tratamiento integral de cauces, elaborado sobre el concepto hidráulico, conservación del medio ambiente y la participación de diferentes actores; traerá consigo que los Gobiernos Regionales y Locales, cuenten con una herramienta de gestión participativa al momento de priorizar proyectos de defensa ribereña.

11.2 Recomendaciones

- Para la elaboración de Proyectos de Inversión Pública sobre encauzamiento de ríos y defensas ribereñas, se recomienda realizar un Programa de Investigaciones *Geotécnicas* que consideren ensayos físicos, químicos y mecánicos de los materiales evaluados, *que confirmen las características geotécnicas de los materiales de cimentación* donde se proyectaran las estructuras de defensa ribereña, considerando que existen variaciones tanto en sentido vertical como horizontal.
- Asimismo, se recomiendan investigaciones geotécnicas de las canteras identificadas a fin de confirmar y/o ubicar nuevas áreas favorables a ser utilizadas como materiales de enrocado.
- Se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistentes, el siguiente parámetro sísmico: Factor de Zona = 0.40 Factor (g).
- En cuanto a la capacidad admisible se recomienda utilizar el factor más bajo según el ancho de zapata que se especifica en los Cálculos presentados en el Anexo C (Hojas de Cálculo del Análisis de capacidad de carga).
- El caudal de diseño para el dimensionamiento de las estructuras, delimitación de la faja marginal se recomienda que se tome el caudal para un periodo de retorno de 50 años como mínimo; sin embargo debe considerarse caudales para 100 años, para delimitar la faja marginal en zonas urbanas y para verificar los diseños de cruce como puentes, tomando en cuenta los caudales presentados en el siguiente cuadro:

Período de Retorno (T)	Q _{inst} (m ³ /s)	Area (Km ²),
2.0	966.4	5,502.75
5.0	1733.56	
10.0	2347.15	
25.0	3236.57	
50.0	3980.09	
75.0	4446.23	
100.0	4791.69	

- Para la ejecución de estas estructuras, se recomienda realizar los estudios de pre-inversión (perfil y factibilidad), considerando los principios y criterios detallados en este Estudio.
- Se recomienda realizar la limpieza del cauce del río Paucartambo, principalmente los meandros formados en el eje del cauce del río, a fin de prevenir la continua erosión de riberas en ambas márgenes del río, asimismo realizar el mantenimiento de las defensas ribereñas en los sectores críticos evaluados.
- Considerar la ejecución de programas para la construcción responsable y el ordenamiento territorial, tales como
 - Resoluciones Administrativas, emitidas por la Autoridad Administrativa de Agua; haciendo de conocer a las instituciones involucradas en la gestión de los recursos hídricos, sobre los parámetros hidráulicos del río Paucartambo, donde se especifique respetar el ancho estable del río, caudales máximos de diseño, entre otros parámetros o variables, y detallados en este Estudio que sirva para realizar los estudios de pre-inversión (perfil y factibilidad).
 - Programas de capacitación y sensibilización, sobre Alerta Temprana, Gestión de Riesgos ante inundaciones, simulacros, etc., promovidos por el Gobierno Regional, Gobierno Local, Sectores y entidades privadas.

Los Programas de Sensibilización se deben realizar de manera participativa involucrando a los diferentes actores locales, regionales y principalmente la población involucrada en la Cuenca Paucartambo; y estar planificados mediante Talleres de sensibilización a nivel de la cuenca media y baja, con el propósito de que la población manifieste y conozca los diferentes aspectos conceptuales vertidos y se involucren de una manera activa en la prevención de riesgos ante inundación y erosión.

- Se recomienda que los gobiernos locales y regionales prioricen las actividades planteadas en el estudio para garantizar principalmente la seguridad de la población asentada en las riberas del río Paucartambo.
- Se recomienda que las medidas estructurales planteadas en el presente estudio deberán de someterse, en forma individual, al procedimiento de Evaluación Ambiental Preliminar de acuerdo a Ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), modificada por Decreto Legislativo N° 1013 y su Reglamento, aprobado por DS N° 019-2009-MINAM del 24.09-09.

- Se recomienda realizar un Programa de Capacitación y sensibilización, de manera participativa involucrando a los diferentes actores locales, regionales y principalmente la población involucrada en la Cuenca del Río Paucartambo. En Anexo se presenta algunos lineamientos y actividades sobre un programa de capacitación ambiental