



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., distrito de Santa Rosa, provincia de el Dorado - San Martín

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Angel Isac Reátegui Tuanama
Frank Wuiler Alvarado Sangama

ASESOR:

Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip

TOMO I

Tarapoto – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



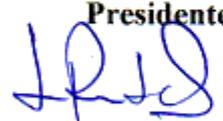
Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., distrito de Santa Rosa, provincia de el Dorado - San Martín

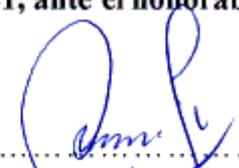
AUTORES:

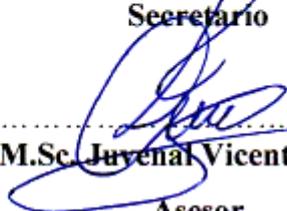
Angel Isac Reátegui Tuanama
Frank Wuiler Alvarado Sangama

Sustentada y aprobada el 29 de diciembre del 2021, ante el honorable jurado:


.....
Ing. Nestor Raúl Sandoval Salazar
Presidente


.....
Ing. Ivan Gustavo Reátegui Acedo
Vocal


.....
Ing. Carlos Enrique Chung Rojas
Secretario


.....
Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Angel Isac Reátegui Tuanama, con DNI N° 47382294 y **Frank Wuiler Alvarado Sangama**, con DNI N° 47627518, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., distrito de Santa Rosa, provincia de el Dorado - San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 29 de diciembre del 2021.



Bach. Angel Isac Reátegui Tuanama

DNI N° 47382294



Bach. Frank Wuiler Alvarado Sangama

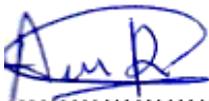
DNI N° 47627518

Declaración Jurada

Angel Isac Reátegui Tuanama, con DNI N° 47382294, domicilio legal en Jr. 20 de Mayo San Juan de Sisa – El Dorado y **Frank Wuiler Alvarado Sangama**, con DNI N° 47627518, domicilio legal en la Av. 28 de Julio S/N La Victoria – Huicungo – Mariscal Cáceres, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 29 de diciembre del 2021.



Bach. Angel Isac Reátegui Tuanama

DNI N° 47382294



Bach. Frank Wuiler Alvarado Sangama

DNI N° 47627518

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	REÁTEGUI TUANAMA ANGEL JSAC		
Código de alumno :	103130	Teléfono:	992715716
Correo electrónico :	angelito-t.o@hotmail.com	DNI:	47382294

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL (C.C.PP. SAN JUAN DE TALLIQUI KUI - CC.PP. MACHUPICCHI), L=18=833KM DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA EL DORADO, SAN MARTÍN
Año de publicación:	2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

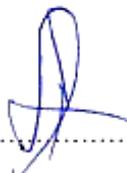
7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma del Autor



8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

15 / 03 / 2022


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
Innovación de Acceso Abierto – UNSM.
.....
Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruíz
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	FRANK WUIER ALVARADO SANGAMA		
Código de alumno :	093135	Teléfono:	978 16 1210
Correo electrónico :	frankwuiuer2706@gmail.com	DNI:	47627518

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL C.C.PP. SAN JUAN DE TALLI QUI HUI - C.C.PP. SAN JUAN, MACHUPICCHU, L=18.833KM, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN.
Año de publicación:	2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.



Firma del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

15 / 03 / 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
e Innovación de Acceso Abierto – UNSM.



Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruíz
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente Proyecto lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar con este proceso, uno de los anhelos más deseados.

A mis padres **Obed Alvarado Puerta y Adelith Sangama Isuiza**, a mis hermanos, tíos, abuelos y amigos; en especial a mi **madre**, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en el que ahora soy. Me siento orgulloso y privilegiado.

A cada uno de las antes mencionadas infinitas gracias ya que pusieron su granito de arena para que yo pueda ser un gran profesional, algunos están, otros han partido, pero donde quiera que se encuentren los recuerdo siempre

Frank Wuiler Alvarado Sangama

Dedicatoria

El presente Proyecto lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar con este proceso, uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Antonio Reátegui Mora y Allison Janneth Tuanama Flores; por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en el que ahora soy. Me siento orgulloso y privilegiado de ser su hijo, son los mejores padres.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el proyecto se realice con éxito, en especial a aquellos compañeros que nos abrieron las puertas y compartieron con sus conocimientos.

Angel Isac Reátegui Tuanama

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento a **Dios padre todopoderoso**; por guiarme en la vida por y acompañarme a lo largo de mi existencia, ser la fortaleza en aquellos momentos de dificultad, debilidad y carencia.

Gracias a mis familiares y amigos por ser los principales promotores de mi gran sueño, por confiar y depositar su confianza en mí, por los consejos valores y principios que me inculcaron para lograr ser un profesional de éxito.

Agradezco a mi alma mater **Universidad Nacional De San Martín - Tarapoto**, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi carrera Profesional, de manera especial para mi Asesor, **Ing. Juvenal Díaz Agip**, por su valioso aporte para nuestro proyecto.

Doy gracias también, a mis compañeros de aula, que fueron como hermanos conmigo y en este camino compartimos tantas vivencias, conocimientos, y noches de mucho sacrificio y estudio, que a la par me reafirmaron en el compromiso personal y social que implica toda profesión.

Frank Wuiler Alvarado Sangama

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios; por darme la vida y permitir cumplir mis objetivos por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mi gran sueño, por no perder la fe y depositar su confianza en mí, por los consejos valores y principios que me inculcaron para lograr ser un profesional de éxito.

Agradezco a mi alma mater Universidad Nacional De San Martín – Tarapoto y a los docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi carrera Profesional, de manera especial para mi Asesor, Ing. Juvenal Díaz Agip, por su valioso aporte para nuestro proyecto.

Doy gracias también, a mis compañeros de aula, que fueron como hermanos conmigo y en este camino compartimos tantas vivencias, conocimientos, y noches de mucho sacrificio y estudio, que a la par me reafirmaron en el compromiso personal y social que implica toda profesión.

Angel Isac Reátegui Tuanama

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	viii
Índice	x
Índice de tablas	xv
Índice de cuadros	xvi
Índice de figuras	xviii
Índice de mapas	xix
Resumen	xx
Abstract	xxi
Introducción.....	1
CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Antecedentes y Formulación del problema	2
1.2.1. Aspectos generales.....	2
1.3. Objetivos	10
1.3.1. Objetivo General.....	10
1.3.2. Objetivo Específico	10
1.4. Justificación de la Investigación	11
1.5. Limitaciones	11
1.6. Marco teórico conceptual	12
1.6.1. Antecedentes de la investigación.....	12
1.6.2. Fundamentación teórica de la investigación.....	13
1.6.2.1. Clasificación de carreteras.....	13
1.6.2.2. Marco Conceptual	45
1.7. Definición de términos básicos.....	45
1.8. Hipótesis.....	47
1.9. Sistema de variables	47
CAPITULO II MATERIAL Y MÉTODOS	48
2.1. Tipo y nivel de investigación.....	48

2.2. Diseño de investigación.....	48
2.3. Población y muestra	48
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	48
2.6. Aspectos administrativos.....	49
2.6.1. Recursos Humanos	49
2.6.2. Recursos materiales	49
2.6.3. Recursos financieros.....	49
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1. Estudio Topográfico	50
3.1.1. Metodología.....	50
3.1.2. Trazo existente	54
3.2. Estudio de Impacto Ambiental	57
3.2.1. Objetivos.....	57
3.2.2. Metodología	57
3.2.3. Alcances del estudio	58
3.2.4. Marco legal	60
3.2.5. Descripción del Proyecto.....	62
3.2.6. Línea de base ambiental	65
3.2.7. Línea de base física.....	67
3.2.8. Medio Biológico	74
3.2.9. Medio Socio-Económico	75
3.2.10. Identificación y Evaluación de Impactos ambientales	79
3.2.11. Descripción de Impactos Ambientales	90
3.2.12. Estrategia Ambiental	94
3.3. Estudio de Suelos.....	98
3.3.1. Objetivos.....	98
3.3.2. Investigación realizada	99
3.3.3. Investigación de Laboratorio	99
3.3.4. Resumen de las condiciones de estudios	107
3.3.5. Análisis del Valor de Soporte Relativo C.B.R.	109
3.3.6. Cantera a utilizar.....	111
3.3.7. Conclusiones.....	111

3.3.8. Recomendaciones	113
3.4. Estudio Hidrológico y Drenaje	113
3.4.1. Introducción.....	113
3.4.2. Objetivos.....	114
3.4.3. Importancia.....	114
3.4.4. Metodología empleada	116
3.4.5. Métodos de recolección de datos	117
3.4.6. Actividades Preliminares	117
3.4.7. Trabajos de Campo	118
3.4.8. Trabajos de Gabinete	119
3.4.9. Características principales de la Microcuenca	129
3.4.10. Consideraciones Hidrológicas	136
3.4.11. Diseño de Obras de Drenaje Superficial	140
3.4.12. Presentación de Resultados	149
3.5. Estudio de Tráfico.....	158
3.5.1. Generalidades	158
3.5.2. Volúmen vehicular	158
3.5.3. Estación de Conteo E-01	158
3.5.4. Estación de Conteo E-02	161
3.5.5. Estación de Conteo E-03	163
3.5.6. Proyección de tráfico	165
3.5.7. Los Servicios demandados	166
3.5.8. Estudio de Tráfico de vía	167
3.5.9. Análisis de Tráfico	167
3.6. Diseño de pavimento a nivel de afirmado	168
3.6.1. Introducción.....	168
3.6.2. Método para el diseño del pavimento	169
3.6.3. Análisis de tráfico	170
3.6.4. El Suelo de Rasante	172
3.6.5. Diseño Estructural	173
3.6.6. Solución Propuesta	174
3.6.7. Requisitos para el material del pavimento.....	176
3.6.8. Diseño de pavimento	179

3.7. Estudio Económico.....	181
3.7.1. Metrados	181
3.7.2. Análisis de Costos Unitarios	183
3.7.3. Desagregado de Gastos Generales.....	185
3.7.4. Presupuesto de Obra	189
3.7.5. Relación de Insumos	191
3.7.6. Fórmula Polinómica	193
3.7.7. Calendario Valorizado de Obra	194
3.8. Análisis y discusión de los resultados	194
3.8.1. Estudio Topográfico	194
3.8.2. Estudio de Impacto Ambiental	195
3.8.3. Estudio de Suelos	196
3.8.4. Estudio Hidrológico y Drenaje	197
3.8.6. Estudio de Tráfico	198
3.8.6. Diseño de Pavimento	199
3.8.7. Estudio Económico	199
CONCLUSIONES.....	200
RECOMENDACIONES.....	203
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
ANEXOS.....	206
Anexo 1 Estudio de suelos	207
Anexo 1 Estudio económico	285

Índice de tablas

Tabla 1. Calificación de Impactos Negativos	84
Tabla 2. Calificación de Impactos Positivos	84
Tabla 3. Identificación y Análisis de Impactos Potenciales-Medidas de Control Ambiental	87
Tabla 4. Granulometría de Material Granular	109
Tabla 5. Tipo de Subrasante en función del CBR	110
Tabla 6. Factor de composición de Tráfico	178
Tabla 7. Cálculo del Número de vehículos pesado y N° de repeticiones	180

Índice de cuadros

Cuadro 1: Ubicación geográfica de los distritos de la Provincia de El Dorado.	4
Cuadro 2: Población del área de influencia.	8
Cuadro 3: Establecimientos de salud y vías de acceso.	9
Cuadro 4: Elementos de curvas simples.	16
Cuadro 5: Radios mínimos y peraltes máximos en curvas	17
Cuadro 6: Ancho mínimo de calzada en tangente.	19
Cuadro 7: Sobre ancho de calzada en curvas circulares	20
Cuadro 8: Taludes de corte	23
Cuadro 9: Taludes de relleno	23
Cuadro 10: Granulometría para material de afirmado	25
Cuadro 11: Gradación del material afirmado	39
Cuadro 12: Gradación del material afirmado	40
Cuadro 13: Obras de arte existentes	55
Cuadro 14: Categorización Ambiental del proyecto	58
Cuadro 15: Nivel de riesgo socio ambiental	60
Cuadro 16: Características técnicas del camino vecinal mejorado	64
Cuadro 17: Estación meteorológica cercana a la zona del proyecto	68
Cuadro 18: Columna Estratigráfica	69
Cuadro 19: Fisiografía	71
Cuadro 20: Clasificación taxonómica del suelo	72
Cuadro 21: Población involucrada en el PIP	76
Cuadro 22: Población actual total proyectada	76
Cuadro 23: Material predominante en las paredes de las viviendas	77
Cuadro 24: Establecimientos de salud	77
Cuadro 25: Diez primeras causas de morbilidad en consulta externa	78
Cuadro 26: Datos de las I.E. para el período lectivo 2019	79
Cuadro 27: Presupuesto de Mitigación Ambiental	98
Cuadro 28: Resumen de resultados del estudio de suelos en el camino vecinal	105
Cuadro 29: Características de las micro cuencas	126
Cuadro 30: Áreas de las micro cuencas	128
Cuadro 31: Áreas del ámbito de las micro cuencas	130

Cuadro 32: Perímetro de las micro cuencas	131
Cuadro 33: Factor de forma de la micro cuenca.....	132
Cuadro 34: Índice de Compacidad	133
Cuadro 35: Longitud del cauce principal.....	134
Cuadro 36: Pendiente Media del cauce principal	135
Cuadro 37: Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para diversos períodos de vida	140
Cuadro 38: Períodos de retorno para diseño de Obras de Drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito	140
Cuadro 39: Dimensiones de cunetas para tipo de clima en carreteras de bajo volumen de tránsito	141
Cuadro 40: Parámetros de las Micro cuencas del trazo	149
Cuadro 41: Caudales máximos (Método Racional).....	150
Cuadro 42: Caudales Mínimos (Método SCS)	151
Cuadro 43: Caudales Mínimos (Método Gumbel)	152
Cuadro 44: Clase de tráfico que circula por el tramo en estudio.....	175
Cuadro 45: CBR requerido para el material de afirmado	179

Índice de figuras

Figura 1: Elementos de curva simple.....	16
Figura 2: Altura libre en túneles	22
Figura 3: Sección típica de una carretera a media ladera.. ..	24
Figura 4: Pavimento flexible	32
Figura 5: Determinación de espesor de capa de revestimiento granular.	36
Figura 6: Curva de diseño elaborada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano (U.S. Army Corps of Engineers)	174

Índice de mapas

Mapa 1: Mapa Político del Perú	5
Mapa 2: Mapa de la Región San Martín	6
Mapa 3: Mapa de la Provincia de El Dorado y sus Distritos	6
Mapa 4: Ubicación del Proyecto.....	7

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de efectuar un aporte técnico-científico para contribuir a resolver un problema de transitabilidad de una vía, que al ser ejecutado permitirá contar con un camino vecinal que coadyuvará al desarrollo socioeconómico de la población beneficiada. La investigación es de tipo aplicada y se ha llevado a cabo en el Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado, en la Región San Martín. Este trabajo se ha desarrollado aplicando sobre el terreno las teorías y normas existentes de topografía, impacto ambiental, mecánica de suelos, tráfico, hidrología y drenaje, diseño de pavimento, costos y presupuestos, concreto y otros afines, que han permitido contar con el Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.333 Km., distrito Santa Rosa, Provincia de El Dorado- San Martín. Para la investigación desarrollada del estudio definitivo del Mejoramiento del Camino vecinal en estudio, se emplearon los métodos de ingeniería conocidos para estos tipos de estudios, en dos fases de trabajo: de campo y gabinete. Durante la Fase de campo se realizó la evaluación e inventario de la vía actual: definición del trazo final, levantamiento topográfico de la vía, consistente en el trazo, nivelación, seccionamiento y colocación de Bench Mark, preparación de calicatas a lo largo de la vía para los estudios de mecánica de suelos; estudio de tráfico, estudio de impacto ambiental, estudio de hidrología y drenaje, diseño del pavimento, estudio económico para obtener el estudio definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal. En la Fase de gabinete se procedió a procesar e interpretar los datos de campo obtenidos, se realizó los diferentes ensayos de mecánica de suelos y se procesó los planos topográficos y el estudio de tráfico, de igual forma se realizó el diseño del pavimento a nivel de afirmado y se procesó los datos de hidrología y drenaje de la vía, así como los costos y presupuesto de dicho proyecto. Los resultados de la Investigación evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios y resultados contundentes, obtener el estudio definitivo del Mejoramiento del camino vecinal.

Palabras clave: Mejoramiento, camino vecinal, impacto ambiental.

Abstract

The present research work was carried out with the purpose of making a technical-scientific contribution to help solve a problem of trafficability of a road, which, when executed, will provide a country road that will contribute to the socioeconomic development of the benefited population. This is an applied research and has been carried out in the District of Santa Rosa, Province of El Dorado, in the San Martin Region. This work has been developed applying in the field the existing theories and standards of topography, environmental impact, soil mechanics, traffic, hydrology and drainage, pavement design, costs and budgets, concrete and other related, which have allowed to have the Definitive Study of the Improvement of the Country Road CC.PP. San Juan de Talliquihui - CC.PP. Machu Picchu, L= 18.333 Km, Santa Rosa District, Province of El Dorado- San Martin. For the investigation developed for the definitive study of the improvement of the country road under study, the engineering methods known for these types of studies were used in two phases of work: field and office. During the field phase, the evaluation and inventory of the current road was carried out: definition of the final layout, topographic survey of the road, consisting of the layout, leveling, sectioning and placement of Bench Mark, preparation of soil pits along the road for soil mechanics studies, traffic study, environmental impact study, hydrology and drainage study, pavement design, economic study to obtain the definitive study for the Improvement of the Country Road. In the office phase, the field data obtained were processed and interpreted, the different soil mechanics tests were carried out and the topographic plans and the traffic study were processed, as well as the pavement design at the level of road surfacing and the hydrology and drainage data of the road were processed. Furthermore, the costs and budget of the project were also processed. The results of the investigation clearly show that it is possible to achieve, from the correct application of the theories, studies and conclusive results, to obtain the definitive study of the improvement of the country road.

Keywords: Improvement, country road, environmental impact.



Introducción

En la actualidad nuestro País busca un desarrollo integral mediante la calidad y la eficiencia de un adecuado nivel de servicio, seguridad a menores costos y a mayor rapidez en el transporte, es una necesidad de las poblaciones circundantes mantener una carretera en buenas condiciones, es así que, uno de los elementos fundamentales y determinantes en el desarrollo de una región es sin duda el Sistema Vial, más aún, si en esta región, estas vías sirven para unir comunidades agrícolas, las mismas que si no cuentan con una buena carretera, tendrán muchos problemas para transportar sus productos hacia los mercados de consumo y esto originará que los campesinos siembren en poca cantidad limitándose a producir solo lo que su zona pueda consumir, lo que hace que esto se sume más en la pobreza, lo que no pasaría si contara con una buena carretera, mejorando su nivel de vida y generando desarrollo para su región. Garantizando para ello seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todo los campos de la actividad económica, y por tanto, la región San Martín no está ajena a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el País en su conjunto.

Las vías de comunicación terrestre constituyen uno de los factores más importantes que influyen en el desarrollo de la comunidad y por ende del País, por tal motivo un proyecto de carreteras debe elaborarse siempre enfocando dicho objetivo.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Planteamiento del problema

La infraestructura vial existente en la actualidad se encuentra en pésimas condiciones, debido a la no existencia de capa de afirmado, por solo ser un camino vecinal, y por las condiciones climatológicas adversas como son; las fuertes precipitaciones que se dan en la zona, así como también la acumulación de agua de lluvia en ciertos tramos, convierte esta carretera en intransitable en épocas de invierno, imposibilitando así la evacuación de los grandes volúmenes de producción hacia los mercados de consumo y su integración tanto regional como nacional.

La intransitabilidad por esta vía en épocas de invierno, no solo acarrea pérdidas en la economía local, sino que también conlleva al aislamiento total en la atención de los servicios básicos de salud y educación, ya que impide el traslado de los estudiantes y enfermos hacia los centros de atención.

1.2. Antecedentes y Formulación del problema

Las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos.

En el Departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

Los pobladores de las localidades de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu tienen la necesidad de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Arq. Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio. Esto nos motivó a presentar el proyecto de tesis titulado: **Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., distrito de Santa Rosa, provincia de el Dorado - San Martín**, para el beneficio económico de los pobladores de las localidades de San Juan de Talliquihui, Nueva

Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu en el Distrito de Santa Rosa que se sienten aislados de la red vial principal. ¿En qué medida los pobladores de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu elevarán su movimiento socio - económico, con el Mejoramiento del Camino Vecinal San Juan de Talliquihui – Machupicchu?

1.2.1. Aspectos generales

1.2.1.1. Ubicación geográfica del Proyecto

El proyecto Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC. PP. Machu Picchu, se encuentra ubicado en el Trayecto de los Centros Poblados de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu., distrito de Santa Rosa, Provincia del Dorado, departamento de San Martín.

Ubicación

El proyecto se localiza dentro de la provincia de El Dorado.

Inicio	FINAL: Centro Poblado Macchu Picchu
(km 0 +000)	(km 18+833)
Norte 926594716	Norte 9258070.70
Este 326234.22	Este 323767.82

Altitud:

La zona del Proyecto se encuentra entre los 646.66 m.s.n.m., y 316.56 m.s.n.m.

Aspecto Político

Localidades:	San Juan de Talliquihui-Nueva esperanza-Milenium-Chontal-Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu.
Distrito:	Santa Rosa.
Provincia:	El Dorado.
Región:	San Martín.

Aspecto Cartográfico

La ubicación geográfica del Centro Poblado de San Juan de Talliquihui centro Poblado referencial, está en las coordenadas 06° 35' 59" de Latitud Sur y 76° 32' 32" Latitud Oeste a 944 metros sobre el nivel de mar, en la región selva.

Cuadro 1

Ubicación geográfica de los distritos y provincias de El Dorado.

Distrito	Coordenadas		Rango Altitudinal	
	Latitud	Longitud	Altitud	Región
San José de Sisa	06° 36' 50"	76° 42' 30"	600	Selva
San Martín de Alao	06° 31' 15"	76° 45' 00"	750	Selva
Santa Rosa	06° 44' 20"	76° 38' 00"	550	Selva
Agua Blanca	06° 43' 30"	76° 42' 30"	307	Selva
Shatoja	06° 32' 45"	76° 43' 30"	700	Selva

Fuente: INEI

El acceso a la zona del proyecto se puede lograr de dos maneras:

1°) Tramo Lima – Huánuco – Tingo María – Tocache – Tarapoto.

Esta vía de acceso se logra siguiendo la carretera central Lima – La Oroya – Huánuco – Tingo María - Aucayacu, la misma que es asfaltada y se encuentra en buen estado de conservación; posteriormente desde Aucayacu se sigue la carretera afirmada que pasa por la ciudad de Tocache hasta llegar a la ciudad de Tarapoto. Este recorrido tiene una distancia aproximada de 1005 km con un tiempo promedio de 20 horas de viaje.

2°) Tramo Lima – Chiclayo – Tarapoto

El otro acceso se consigue siguiendo la carretera panamericana norte Lima – Chiclayo, luego por la Carretera Marginal de la Selva Fernando Belaunde Terry hasta llegar a la ciudad de Tarapoto, este acceso es asfaltado y está en buen estado de conservación. La distancia total siguiendo esta ruta es de 1 500 km con un tiempo promedio de 30 horas de viaje.

3°) Vía Aérea Lima – Tarapoto

El otro acceso es por vía aérea desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Tarapoto.

4°) Tramo Tarapoto – San José de Sisa – Santa Rosa

El acceso a la localidad de San José de Sisa es siguiendo la carretera Marginal de la Selva Fernando Belaunde Terry hasta llegar a la entrada de acceso a la ciudad de Cuñumbuque, luego por la carretera de penetración hasta llegar a la ciudad de San José de Sisa, este acceso es asfaltado y está en buen estado de conservación.

El acceso a la zona de estudio desde la ciudad de Tarapoto se enrumba por la Carretera Fernando Belaunde tramo Norte hasta el Emp.PE-5N para luego seguir el tramo a San José

de Sisa en Km 30+000, encontrándose la localidad de San Juan de Talliquihui lugar de inicio del tramo.

El Camino Vecinal, materia de estudio, establece la integración de las Localidades de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu en forma directa. Esta vía es de vital importancia porque permite la intercomunicación entre estas localidades, así como también el acceder a mercados locales cercanos en donde pueden vender su producción agrícola y pecuaria.

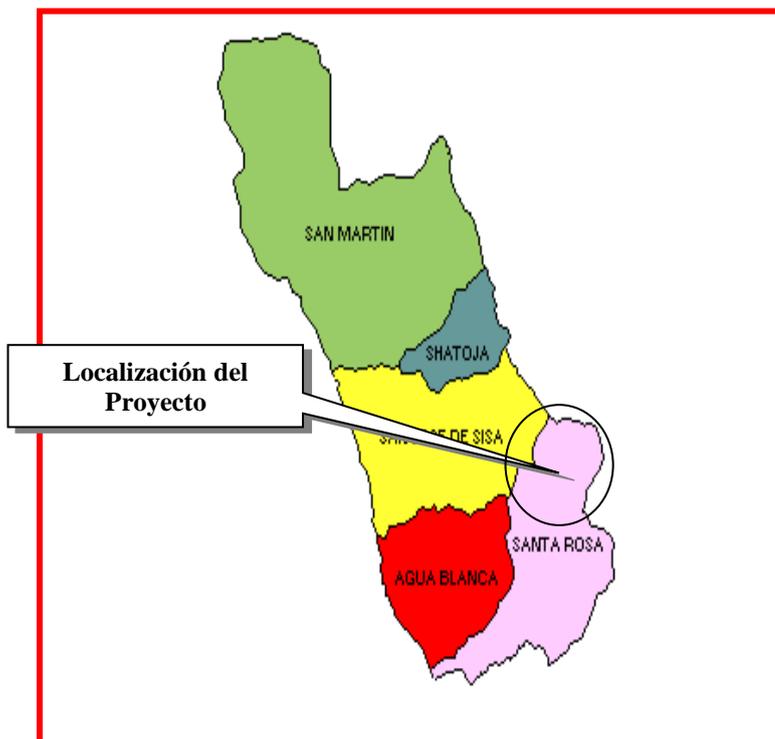
El ámbito del proyecto en referencia comprende la localidad de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu., pertenecientes al Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado, Departamento San Martín, a una altitud promedio de 900 m.s.n.m.



Mapa 1: Mapa Político del Perú



Mapa 2: Mapa de la Región San Martín



Mapa 3: Mapa de la Provincia de El Dorado y sus Distritos.
Mapa N° 04: Ubicación del Proyecto



Mapa 4: Ubicación del Proyecto

Acceso a la zona del proyecto

Para acceder al camino se tiene el siguiente acceso:

El acceso a la zona de estudio desde la ciudad de Tarapoto se enrumba por la Carretera Fernando Belaunde tramo Norte hasta el Emp. PE-5N para luego seguir el tramo a San José de Sisa en Km 30+000, encontrándose la localidad de San Juan de Talliquihui lugar de inicio del tramo.

1.2.1.2. Población beneficiaria

Las autoridades locales y la población organizada del área de influencia del proyecto, son los principales beneficiarios del proyecto que buscan a través de las diferentes instituciones involucradas solucionar el problema que afecta a toda la zona.

A nivel del distrito, dentro del cual pertenece el tramo, materia del presente proyecto, el 4.94% de la población total se ubica en el ámbito urbano y el 14,60% se encuentra en el ámbito Rural, con una tasa de crecimiento de anual de 2.60 %.

Cuadro 2:*Población del Área de Influencia*

Área de Influencia	Nombre	Categoría	Población
Directa	San Juan de Talliquihui	Centro Poblado	1,469
	Nueva Esperanza	Centro Poblado	1,306
	Milenium	Centro Poblado	571
	Chontal	Centro Poblado	657
	Nuevo Chanchamayo	Centro Poblado	1,330
	Machu Picchu	Centro Poblado	1,445
Total			6,778

Fuente: encuestas y entrevistas a los pobladores de la zona.

1.2.1.3. Características socio económicas

En las localidades beneficiarias del proyecto existen centros educativos de Nivel Inicial, Primarios y secundarios. En los Centros Poblado de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu que cuentan con una plana docente adecuada y niñez capaz de aprender de ellos, pero el mal estado del tramo a veces dificulta el traslado del mismo en épocas de lluvia, interrumpiendo su afán de aprender.

En las Instituciones Educativas de los Centros Poblados, la plana docente se orienta a la formación integral del educando para su actuación dentro de la sociedad, generando cambios positivos en la población estudiantil.

A continuación, se detallan algunos datos de la comunidad educativa en las localidades en estudio del Distrito.

N° Aulas	N° Alumnos	N° Profesores	N° Secciones
25	1,151	55	25

Fuente: Encuesta Propia

1.2.1.3.1. Salud

En la zona del proyecto no se observa adecuadas condiciones de higiene lo cual está relacionado a diversas enfermedades que se presenta en la población. Existe Puesto de Salud Comunal solo en las localidades de aledañas a la vía, pero los Centros Poblados con más auge como la de San Juan de Talliquihui, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu

Picchu, cuentan con sus Centros de Salud desde el cual se atiende a los pobladores de localidades aledañas; ellas brindan sólo servicios de primeros auxilios.

Cuadro 3

Establecimientos de Salud y Vías de Acceso

Centro Poblado	Descripción del Establecimiento	N°
San Juan de Talliquihui, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu	Centro de Salud	04

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

El Puesto de Salud de San Juan de Talliquihui Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu, cuenta cada una con personal, destinado para brindar el servicio de salud formado por 1 enfermero, y la cantidad de beneficiarios del SIS total asciende a 1400 personas de las tres comunidades beneficiarias, cabe mencionar que el algunos Centros Poblados aledaños a la vía no cuenta con este servicio motivo por el cual sus pobladores tienen que trasladarse.

Las enfermedades más frecuentes o endémicas son las infecciones respiratorias agudas, seguidas de las enfermedades parasitarias, diarreicas agudas y no agudas y siendo la caries dental otro factor de morbilidad en las Localidades inmersas en el proyecto, pero que no son atendidas en las mismas.

1.2.1.3.2. Características Físicas

En términos generales, la zona del proyecto presenta un relieve variado, entre las que destacan las zonas montaña altas (accidentada) con diversas características de pendiente y altitud.

A través de los diferentes periodos o eras, los procesos geológicos y geomorfológicos, produjeron en el distrito una serie de cambios, tales como la sedimentación, el hundimiento, levantamiento de la corteza y etapas erosivas que explican el relieve actual.

1.2.1.3.3. Climatología

El clima prevaleciente en la zona es el característico típico de selva alta, cálido-lluvioso, las temperaturas varían entre 20°C a 32°C la temperatura media anual es de 28°C la

precipitación pluvial media anual es de 1036 mm., la humedad relativa media anual fluctúa entre 70% y 80%.

1.2.1.3.4. Sismicidad

Según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, el área de estudio se ubica en una Zona de influencia sísmica activa en el presente siglo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos Generales:

Realizar el **Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., distrito de Santa Rosa, provincia de el Dorado - San Martín**, con la correcta aplicación de las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar el Estudio Topográfico.
- Desarrollar el Estudio de Impacto ambiental.
- Desarrollar los Estudios de Suelos.
- Desarrollar los Estudios Hidrológico e Hidráulico
- Desarrollar el Estudio estructural de las obras de drenaje transversal
- Diseño del Pavimento a nivel de afirmado
- Estudio Económico:
 - .- Metrados
 - .- Análisis de Costos Unitarios
 - .- Desagregado de Gastos Generales
 - .- Presupuesto de Obra.
 - .- Fórmula Polinómica.
 - .- Programación de Obra
 - .- Calendario de Avance de Obra
 - .- Calendario de Adquisición de Materiales.

1.4. Justificación de la investigación

La presente Investigación se encuentra justificada por lo siguiente:

Bien sabemos que el transporte es una de las principales actividades que integra a los pueblos y logra el desarrollo Socio - Económico cumpliendo principalmente los siguientes roles.

Apoyo al Proceso Productivo. - Integrando los centros de producción con los principales mercados de abastos, posibilitando la comercialización interna y externa.

Servicios a la Población. - Facilitando a las personas su acceso a los servicios sociales culturales y Centros de Comercialización.

Integración Interna. - Interconectando los diferentes espacios socio - económicos en base al establecimiento de la infraestructura vial a manera de incorporar zonas de fronteras económicas insuficientemente desarrolladas a la economía nacional.

En la jurisdicción de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu, existen recursos naturales y culturales que posibilitan el desarrollo de actividades de eco-turismo, en un paisaje de belleza natural, con bosques primarios que albergan una gran biodiversidad de flora y fauna.

Entendida así la trascendental importancia de las redes viales y dadas las condiciones socio – económicas actuales de las Localidades de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu debido a que entre otros factores no cuenta con una carretera de acceso rápida, que le permita lograr su desarrollo integral está debidamente Justificado la materialización del presente Proyecto de Tesis

1.5. Limitaciones

Constituyen limitaciones para la ejecución del determinado Proyecto el respeto al derecho de vía por parte de los agricultores ya que existen sembríos a lo largo del trazo y esto dificulta al normal desarrollo del proyecto.

Las precipitaciones son muy constantes y ello ocasiona que los trabajos de campo se atrasen.

1.6. Marco teórico conceptual

1.6.1. Antecedentes de la investigación

En la realización del presupuesto participativo, la población ha considerado la rehabilitación de esta vía, debido a la gran dificultad para el traslado de los productos desde los centros de producción hacia el mercado de consumo local.

La infraestructura vial existente en la actualidad se encuentra en pésimas condiciones, debido a la no existencia de capa de afirmado, por solo ser un camino vecinal, y por las condiciones climatológicas adversas como son; las fuertes precipitaciones que se dan en la zona, así como también la acumulación de agua de lluvia en ciertos tramos, convierte esta carretera en intransitable en épocas de invierno, imposibilitando así la evacuación de los grandes volúmenes de producción hacia los mercados de consumo y su integración tanto local, regional.

Es por ello que la Población afectada muestra su interés en la ejecución del presente proyecto para el traslado oportuno de sus productos, con lo cual incrementarán sus ingresos repercutiendo en mejoras de la calidad de vida.

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, ha elaborado el “Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, documento básico que proporciona la normativa a considerar para la elaboración del presente trabajo de tesis.

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, también ha elaborado las “Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales”, documento que proporciona información referente al detalle de las especificaciones técnicas consideradas que se usan en el presente trabajo.

VALLE RODAS, RAUL, en su Texto de Carreteras, Calles y Aeropistas, nos presenta información sobre los principios generales de mecánica de suelos aplicados a la pavimentación, así como métodos de cálculo de pavimentos flexibles.

PONCE TORRES, JUAN en el año 2010, presentó un trabajo denominado “Estudio definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Tramo: Km 0+000 - Km 2+920”.

BARDALES BARTRA, JORGE LUIS, en su tesis: Estudio Definitivo para el Mejoramiento del Camino Vecinal Tioyacu – La Victoria, tramo: Km 0 + 000 – Km 4 + 520, nos indica los criterios para el diseño de pavimentos en una infraestructura.

1.6.2. Fundamentación teórica de la investigación

1.6.2.1. Clasificación de carreteras

1.6.2.1.1. Según su función

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, vías que conforman el mayor porcentaje del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), establece que *“por su función las carreteras se clasifican en:*

- a) Carreteras de la Red Vial Nacional.*
- b) Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional.*
- c) Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural”.*

1.6.2.1.2. Según el servicio

Asimismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual para el Diseño de carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito en la pág. 8, establece que, a pesar que las Normas peruanas para Diseño de Carreteras no considera una sub clasificación de los Caminos Vecinales, *“la Oficina de Asesoría Técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha emitido el proyecto de Normas para el Diseño de Caminos Vecinales que complementa a las Normas Viales vigentes con el propósito de lograr un aprovechamiento más racional de las inversiones”.*

“A continuación se detalla la subclasificación de los caminos vecinales y según la cual se considera al presente proyecto como un Camino Vecinal Tipo CV – 3

- Camino CV - 1 tráfico de diseño con un IMD entre 100 y 200 veh/día.*
- Camino CV - 2 tráfico de diseño con un IMD entre 30 y 100 veh/día.*
- Camino CV - 3 tráfico de diseño con un IMD hasta 30 veh/día.*
- Trochas carrozables - Sin IMD definido”.*

1.6.2.1.3 Derecho de vía

1.6.2.1.3.1 Ancho normal

El MTC, establece que *“La faja de dominio o derecho de vía, dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá hasta 5.00 m más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o de borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen”*.

1.6.2.1.3.2. Ancho mínimo

El MTC, en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras pág. 64, también precisa que *“en zona Urbana el ancho necesario no será menor de 10.00 mts, es decir 5.00 mts. a cada lado del eje.*

En zona de Cultivo el ancho requerido no será menor de 15 m.

En zona de Montaña el ancho requerido será de 20 m”.

1.6.2.1.4. Previsión de ensanche

Asimismo, que *“en zonas donde es frecuente el tránsito de animales de carga y ganado que no pueda ser desviado por caminos de herradura, se ampliará la faja de dominio en un ancho suficiente”*.

1.6.2.1.5. Diseño geométrico

1.6.2.1.5.1. Distancia de visibilidad

El MTC en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volúmen de Tránsito, establece que *“Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia”*.

1.6.2.1.5.2 Visibilidad de parada

Para el MTC, en el Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, establece *“Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.*

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera”.

1.6.2.1.6. Elementos del diseño geométrico

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

“Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- a) La velocidad de diseño seleccionada.
- b) La distancia de visibilidad necesaria.
- c) La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes de obras de arte y de los taludes.
- d) La preservación del medio ambiente”.

1.6.2.1.6.1. Alineamiento horizontal

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (en adelante el Manual), elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

1.6.2.1.6.1.1. Consideraciones para el alineamiento horizontal

El Manual establece que *“el alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los Vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.*

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición”.

1.6.2.1.6.1.2 Curvas horizontales

También el Manual indica que *“el mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada”.* En la Tabla 3 (cuadro N° 3.2.6.1b) se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

“En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo”. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Elementos de curvas horizontales. Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:

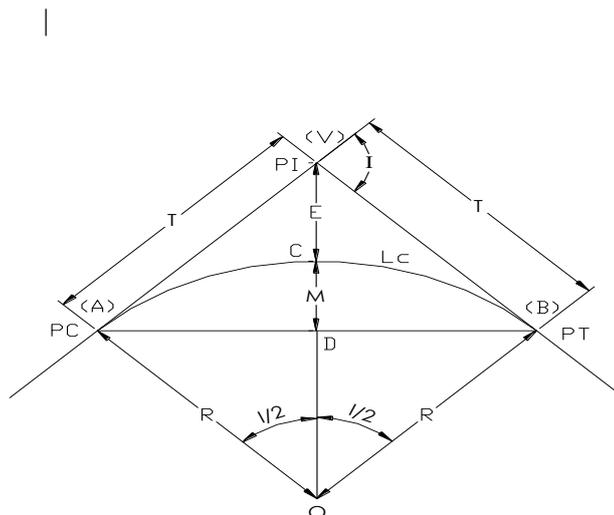


Figura 1. Elementos de una curva simple. (cardenas grisesales, james, diseño geométrico de carreteras. pág. 36).

Cuadro 4

Elementos de curvas simples.

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \frac{\pi R I}{180^\circ}$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{ Sen } (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\text{Sec } (I / 2) - 1]$
Flecha	F	$f = R [1 - \text{Cos } (I / 2)]$

1.6.2.1.6.2. El peralte de la carretera

El Manual, elaborado por el MTC, indica lo siguiente: Se denomina **peralte** a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

El mínimo radio (R_{\min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{\max}) y el factor máximo de fricción (f_{\max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\max} + f_{\max})}$$

Cuadro 5

Radios mínimos y peraltes máximos en curvas

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e(%)	Valor límite de fricción f_{\max}	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito

1.6.2.1.7 Alineamiento vertical

1.6.2.1.7.1 Consideraciones para el alineamiento vertical

El Manual establece que “en el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el perfil longitudinal, se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados:

- En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.*
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.*
- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.*
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.*
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.*
- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.*

- *Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas”.*

1.6.2.1.8. Pendiente

El Manual indica que *“en los tramos en corte, se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%”.*

1.6.2.1.9. Sección transversal

1.6.2.1.9.1. Calzada

El Manual indica que *“en el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico IMDA < 50, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles”.*

En la Tabla 4, se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Cuadro 6

Ancho mínimo de calzada en tangente.

Tráfico IMDA	<15	16 á 50		51 á 100		101 á 200	
Velocidad Km./h	*		**		**		**
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

* Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

** Carreteras con predominio de tráfico pesado.

Fuente: Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito.

Asimismo, el Manual precisa que *“en los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.*

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo

volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada”.

Para determinar el ancho de la calzada en un tramo en curva, deberán considerarse las secciones indicadas en el cuadro 6. Estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en el cuadro 7).

Cuadro 7

Sobre el ancho de la calzada en curvas circulares (m) (Calzada de dos carriles de circulación.

Velocidad directriz km/h	Radio de curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27

* Para Radio de 10 m se debe usar plantilla de la maniobra del vehículo de diseño

Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito

1.6.2.1.9.2 Bermas

El Manual indica que *“a cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías.*

Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedará inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%”.

1.6.2.1.9.3. Ancho de la plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

1.6.2.1.9.3.1 Sobreancho

Según el Manual para Diseño Geométrico de Carreteras, “*se define al Sobreancho, como el ancho adicional que se debe dar a la superficie de rodadura en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido, al contrarrestar la fuerza centrífuga que se genera en los vehículos*”.

El sobreancho varía según el tipo de vehículo considerado, ya que es función de la distancia entre ejes del mismo. Para el tramo en estudio se ha tomado un valor de 6.00 mts., que corresponde a la distancia entre ejes de un camión, ya que este es el medio de transporte más utilizado en las zonas de cultivo.

El sobreancho se obtiene de la fórmula:

$$S = nx \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{Vd}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

S = Sobreancho

n = Número de carriles

Vd = Velocidad Directriz

L = Distancia entre ejes del vehículo

R = Radio de la curva

1.6.2.1.9.4. Plazoletas

El Manual establece que “*en carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido.*”

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma”.

1.6.2.1.9.5. Dimensiones en los pasos inferiores

El Manual establece que “la altura libre deseable sobre la carretera será de por lo menos 5.00 m. En los túneles, la altura libre no será menor de 5.50. Ver figura N° 1 (figura 3.5.5.1).

Cuando la carretera pasa debajo de una obra de arte vial, su sección transversal permanece inalterada y los estribos o pilares de la obra debajo de la cual pasa deben encontrarse fuera de las bermas o de las cunetas eventuales agregándose una sobre berma no menor a 0.50 (1.50 deseable)”.

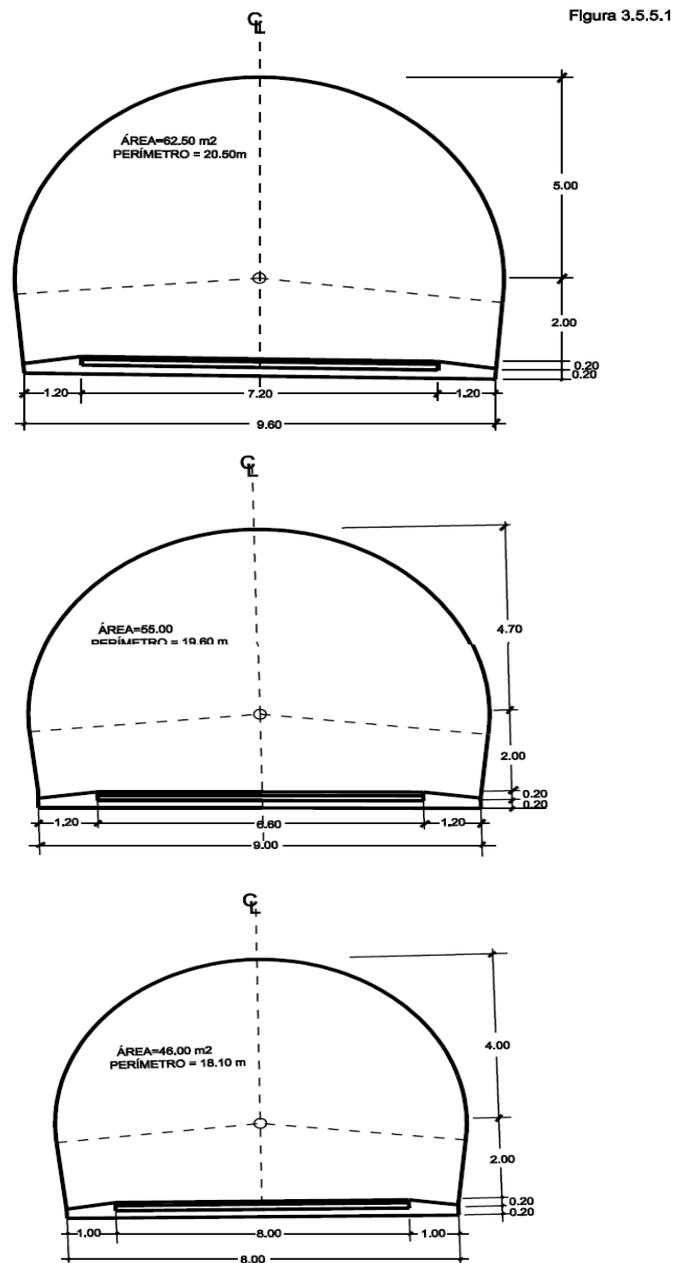


Figura 2. Altura libre en túneles. (Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas debajo volumen de tránsito).

1.6.2.1.9.6. Taludes

Según el Manual “los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes”.

Los valores de la inclinación de los taludes en corte y relleno serán de un modo referencial los indicados en el Cuadro 8 y Cuadro 9 respectivamente, como se indica:

Cuadro 8

Taludes de corte

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad

Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito

Cuadro 9

Taludes de relleno

TALUDES DE RELLENO			
MATERIALES	TALUD (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad

Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito

1.6.1.9.7. Sección transversal típica

Según el Manual la figura 03 (figura 3.5.7.1) ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho la estabilización del talud de corte y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno.

Ambos detalles por separado, grafican en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras en cortes cerrados y, en el segundo caso de carreteras en relleno”.

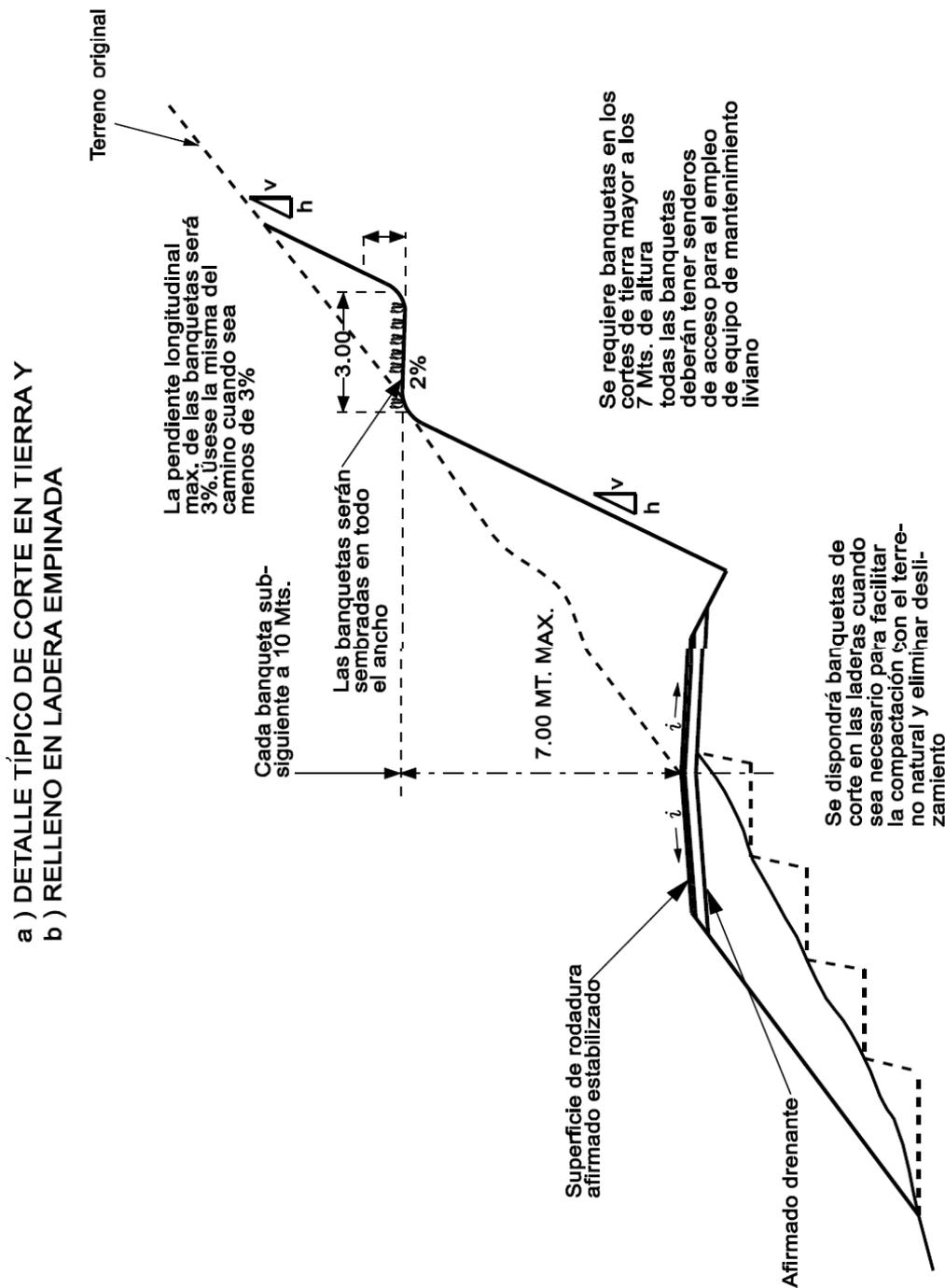


Figura 3.5.7.1

Figura 3. Sección típica de una carretera a media ladera. (Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito).

1.6.2.1.10. Composición de tráfico

Según el Manual, “*el método aproximado consiste en determinar un factor de composición de tráfico (M) basado en tres categorías de porcentajes de camiones (Bajo, Mediano y Alto) y tres categorías de rango probable de la distribución de ejes de carga (Liviano, Mediano y Pesado), de los camiones. Los valores del factor de composición de tráfico (M); están tabulados en el cuadro 3.*

Una vez estimado el factor M, el cálculo de N de ejes equivalentes a 18 kips, durante el primer año y durante el periodo de diseño (en función de la tasa de crecimiento), se realiza en forma convencional”.

1.6.2.1.11. Capacidad portante del suelo de rasante

Para el Manual, “*el suelo de rasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre el que se construye la estructura del pavimento.*

El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de la resistencia mecánica de este suelo. Las curvas de diseño mostrados en la Fig. SHNE-04 se basan en el indicador de la resistencia del suelo más difundido y que es el Valor Soporte de California o C.B.R. (California Bearing Ratio)”.

1.6.2.1.12. Especificaciones para material de lastrado

1.6.2.1.12.1. Granulometría

Se podrán utilizar los usos granulométricos de los materiales a emplearse como lastrado, siendo estos los siguientes:

Cuadro 10

Granulometría para material de afirmado

MALLA N°	A	B	C	D
2	100	100	--	--
1	--	75-95	100	100
3/8	30-65	40-75	50-85	60-100
4	25-55	30-60	35-65	50-85
10	15-40	20-45	25-50	40-70
40	8-20	15-30	15-30	25-45
200	2.8	5-15	5-15	8-15

Fuente: M.T.C: Especificaciones técnicas de rehabilitación mejoramiento y mantenimiento de caminos vecinales.

Tendrá una tolerancia de:

- 6% máximo deberá retener la malla de 2”
- 40% máximo deberá pasar la malla de 4”

Resultados:

CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca = 45%

El valor calculado Indica que los materiales a usarse en la construcción del pavimento deberá tener un CBR al 100% de la Densidad Máxima del 65% como mínimo.

1.6.2.1.12.2. Requisito para el material de lastrado

En general, los materiales granulares que conforman las capas del pavimento lastrado deberán tener las siguientes características:

- *“El tamaño máximo del agregado debe tener entre 2” con el objetivo de facilitar el mantenimiento, aumentar la resistencia y la durabilidad de capa, así como para mejorar el rodamiento de los vehículos.*
- *El porcentaje pasante del tamiz N° 200 debe de estar entre 10 y 25% según sea el tamaño máximo del agregado, con la finalidad de reducir la permeabilidad de la capa y disminuir la infiltración de agua de las capas inferiores.*
- *Los finos en una capa granular de rodadura sin revestimiento deben poseer un índice de plasticidad adecuado ya que los finos plásticos sirven como material cementante y ligante de la matriz granular, aumentando la durabilidad de la capa y reduciendo la pérdida del material de rodadura.*
- *La capa del pavimento afirmado estará constituido por gravas naturales sin triturar, mezclados con la cantidad necesaria de finos locales para satisfacer la granulometría y plasticidad requeridas. Estas mezclas deberán experimentarse valores de CBR mayores de 65%, para ensayos de laboratorio en muestras moldeados al 100% de la máxima densidad Próctor (AASHTO 1-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% así mismo las perdidas observadas en los ensayos de abrasión en la Máquina de los Ángeles no deberán tener perdida al desgaste mayores al 50%.*
- *En cuanto a las consideraciones constructivas de compactación, la capa de pavimento deberá tener una densidad mayor o Igual al 95% de la densidad máxima obtenida según el ensayo Próctor Modificado (Norma AASHTO 1-1 80-D)”.*

1.6.2.1.14. Criterio general de aplicación

- Se ha considerado en lo posible las características técnicas de la vía existente, tales como radios mínimos, trazo en planta y la limpieza de las obras de drenaje existentes.
- La Velocidad Directriz, es la escogida para el diseño de un tramo determinado de la carretera, de acuerdo a las características del terreno sobre el cual se desarrolla esta y en concordancia con la necesidad de evitar un excesivo movimiento de tierras, preservando las condiciones de seguridad. En nuestro tramo la topografía sobre la cual se desarrolla el camino vecinal El Milagro – San José del Morro, corresponde a una topografía ondulada, por lo que en cumplimiento de las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras la velocidad adoptada es de 25-35 Km/hora.

Taludes

Los taludes laterales y contra-taludes varían en gran medida, los taludes, planos bien acabados presentan una apariencia agradable y son más económicas en su construcción y mantenimiento, por la ubicación geográfica y el tipo de material existente en la zona se utilizarán los parámetros siguientes:

Taludes de corte:

Roca fija	10:1
Roca suelta	4:1
Conglomerado	3:1
Tierra compacta	2:1
Tierra suelta	1:1

Taludes de relleno:

Enrocados	1:1
Terrenos varios	1:1.5

1.6.2.1.15 Trazado de perfil longitudinal

Perfil longitudinal propuesto

La nivelación del eje se realizó en circuitos cerrados cada 500 m con un error permisible de cierre de:

$$EP = 0.05 k^{1/2}$$

Para cuyo control se ha ubicado B.M.s, cada 500.00 m. en lugares fijos.

Pendientes

De las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras se tomaron las pendientes máximas y mínimas, como valores límites para el trazado del perfil longitudinal:

- Pendiente mínima = 0.50%
- Pendiente máxima = 8.00%
- Pendiente máxima excepcional = 10.00%

1.6.2.1.16. Metodología de trabajo a realizar

Para el estudio de mejoramiento del Camino vecinal en estudio, se empleará los métodos de ingeniería conocidos para estos tipos de estudios, en dos fases de trabajo: (1) Fase de campo y (2) Fase de gabinete.

Durante la Fase de campo se realizará la evaluación e inventario de la vía actual; definición del trazo final; levantamiento topográfico de la vía, consistentes en el trazo, nivelación, seccionamiento y colocación de hitos de concreto para Bench Mark; estudios de ubicación y evaluación de obras de arte a proyectarse; preparación de calicatas a lo largo de la vía para los estudios de mecánica de suelos; estudio de impacto ambiental; y, levantamiento de información socioeconómica necesario para la vía.

En la Fase de gabinete se procesará e interpretará los datos de campo obtenidos, se realizará los diferentes ensayos de mecánica de suelos, y se procesará mediante cartografía automatizada todos los planos topográficos y de obra que se adjuntarán al estudio de mejoramiento.

Para el Estudio de Mecánica de Suelos, se empleará el siguiente método:

- 1) En campo, las investigaciones se realizarán a través de la construcción de calicatas o pozos exploratorios a cielo abierto, cada 500 mts. de distancia, las mismas que serán ejecutados manualmente con profundidades que fluctúan entre 0.00 y 1.50 metros. En estas calicatas se tomarán muestras inalteradas de acuerdo con los cambios estratigráficos existentes en el terreno, los mismos que serán descritos e identificados mediante una tarjeta con indicación de ubicación, número de muestras y profundidad, colocándolas en bolsas de polietileno, para su traslado al laboratorio. Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada una de las capas del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los

materiales.

(2) En cada una de las calicatas ejecutadas, se realizará un muestreo sistemático del suelo, recolectándose las diferentes muestras para los análisis de laboratorio correspondiente.

(3) En laboratorio, las muestras recolectadas se procesarán y se practicarán los diferentes estudios requeridos.

1.6.2.1.17. Drenaje

Drenaje de aguas superficiales

Generalidades

El sistema de drenaje superficial se diseñará para dar salida en forma eficaz y económica a toda el agua que fluye por la superficie de la carretera, para interceptar y eliminar el agua de la superficie de zonas adyacentes.

Obras de drenaje

Las obras de drenaje se instalarán en cursos de aguas naturales y/o quebradas secas, la localización del eje de estas con respecto a la carretera se ha determinado por inspección de campo (se indica en los planos).

El diseño hidráulico tiene como objetivo proporcionar un sistema de drenaje adecuado y económico para el flujo que se estima pasará durante su vida útil de diseño, sin riesgos no razonables para la estructura de la carretera o propiedades aledañas.

Para el diseño hidráulico de estas se ha procedido a calcular el caudal que discurre por las quebradas empleando el método directo de sección – pendiente, así mismo se ha tenido en cuenta la información proporcionada por los moradores del lugar en cuanto a los niveles alcanzados en épocas de alta pluviosidad.

El método empleado, ha consistido en correr la nivelación en una longitud no menor seis veces el ancho de la quebrada, se ha seccionado dicho tramo, se ha determinado las huellas de máximas avenidas y se ha fijado el valor del coeficiente de rugosidad para el tramo elegido.

Luego se determina el caudal mediante el uso de la fórmula de Manning.

Se ha proyectado la construcción de dos badenes de concreto, los cuales permitirán dar continuidad a la vía a través de cursos de agua existentes.

1.6.2.1.18. Pavimento

Los pavimentos son estructuras que están constituidos por un conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre la superficie de las sub rasante (Capa superior de las explanaciones) y la superficie de rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme, de textura apropiada, resistentes a la acción del tránsito, intemperismo y de otros agentes perjudiciales, así mismo transmitir adecuadamente al terreno de fundación los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

En otras palabras, el pavimento es la Superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito fluido de los vehículos, con la seguridad, confort y economía previstos por el proyecto.

La estructuración de un pavimento (disposición de las diversas capas que la constituyen), así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrecen una variedad de posibilidades, que puede estar formado por solo una capa de materiales naturales seleccionados, procesados o sometidos a algún tipo de tratamiento o estabilización.

La superficie de rodadura propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica, un tratamiento superficial, o una capa de material granular con resistencia al desgaste y límites de consistencia específicos.

La actual tecnología contempla una gama muy diversa de secciones estructurales, las cuales son función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía y que a decir son: Tránsito, tipo de suelo, importancia de la vía, condiciones de drenaje, recursos disponibles, etc.

Clasificación de los pavimentos

Existen en general dos clases de estructuras de pavimento, **flexibles** y **rígidos**; la principal diferencia entre estos es la forma como reparten y/o distribuyen las cargas ocasionadas por el tránsito.

En un **pavimento rígido**, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub rasante.

En un **pavimento flexible**, sucede lo contrario, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la sub rasante.

Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de capas.

Elementos que integran el Pavimento Flexible

- **Sub rasante**

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

- **Sub base**

Capa de la estructura del pavimento destinada especialmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub rasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub base. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la capa de pavimento.

- **Base**

Es la capa de pavimento sobre la cual se coloca la capa de rodadura y que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionales por el tránsito, a la sub base y a través de esta a la sub rasante.

- **Superficie de Rodadura**

Es la capa que se coloca sobre la base, su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas interiores. Así mismo contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros), excepto el caso de riegos superficiales ya que para estos se considera nula.

Las capas que conforman el pavimento rígido son: subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica o superficie de rodadura como se muestra en la Figura 3.



Figura 4. Pavimento Flexible. (Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito).

Diseño de pavimento flexible

Los caminos de bajo volumen de tránsito, se estructuran como caminos de bajo costo. Consecuentemente tienen alineamientos de diseño que evitan movimientos de tierra mayores; con estructuras y obras de arte, por lo general diseñadas para periodos de corto y mediano plazo de vida útil; con capas de revestimiento granular afirmados y en general, con características que disturban lo menos posible la naturaleza del terreno.

Con estos requerimientos básicos, los estudios de geología incluirán un diagnóstico que comprenda consultas a los pobladores, a la autoridad vial competente y a su personal técnico, asimismo un reconocimiento e inspección de campo siguiendo la traza probable del eje del camino, para detectar o certificar la presencia o total ausencia de problemas geológicos en la ruta y en el tramo vial bajo estudio, que pudieran en algún caso afectar en algo las características del proyecto. Como problemas de taludes inestables, fallas localizadas por las que se filtra el agua de lluvias hacia el subsuelo, presencia de afloramientos de aguas subterráneas, erosiones por acción de los ríos, inclinación de los árboles en las laderas, zonas de caídas de rocas sobre el camino existente, el sentido de las formaciones rocosas que podrían desestabilizarse y otros problemas que ocasionen fallas en la plataforma y taludes del camino.

El estudio determinará las características geológicas del terreno a lo largo del trazo definitivo y de las fuentes de materiales (canteras), definiendo las unidades geológicas más

destacadas tanto de rocas como de suelos y el grado de sensibilidad o la pérdida de estabilidad en relación a la obra a construir.

Asimismo, se determinará la geomorfología definiendo los aspectos principales de interés geotécnico:

- a. Topografía (Plana, ondulada, montañosa, etc.)
- b. Unidades geomorfológicas (Terraza fluvial, cono, terraza marina, duna, pantano, etc.)
- c. Materiales componentes del suelo (Grava, arena, arcilla, etc.) diferenciándolos entre transportados y no transportados.
- d. Litología dominante de materiales transportados.

Suelos y capas de revestimiento granular

Los caminos por sus capas superiores y superficie de rodadura pueden ser clasificados como sigue:

Con Superficie de Rodadura No Pavimentada

- a. Caminos de tierra, constituido por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.
- b. Caminos lastrados, constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo menor de 75 mm. Caminos enripiados: está formado por materiales granulares, piedra menuda, arena y pequeños porcentajes de arcilla o limo, siendo el tamaño máximo menor a 20 mm.
- c. Caminos afirmados, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo menor de 50 mm.
 - c.1. Afirmados con gravas naturales o zarandeadas.
 - c.2. Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.
- d. Caminos con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:
 - d.1. Afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: Asfalto (Imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.
 - d.2. Suelos naturales estabilizados con: Material granular y finos ligantes, asfalto

(Imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

La Norma considera soluciones estructurales con materiales tradicionales cuyas propiedades mecánicas y comportamiento son conocidos y están considerados en las Especificaciones Técnicas para la Construcción de Carreteras EG-2000; también forman parte de esta Norma las estabilizaciones y mejoramientos de suelos de la subrasante o de las capas de revestimiento granular. Para la Estabilización química de los suelos se utilizará la Norma MTC E 1109-2004 Norma Técnica de Estabilizadores químicos.

En el funcionamiento estructural de las capas de revestimiento granular influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos. La demanda, medida en EE o por vehículos pesados, es particularmente importante para ciertos tipos de caminos de bajo volumen pero que, pudieran tener alto porcentaje de vehículos pesados, como los que se construyen para propósitos especiales como el minero y forestal (Extracción de madera).

Subrasante

La subrasante es la capa superficial, de espesor usual entre 0.30 m y 0.45 m, sobre, la cual se apoya el afirmado.

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado.

Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0: Subrasante muy pobre CBR < 3%

S1: Subrasante pobre CBR = 3% - 5%

S2: Subrasante regular CBR = 6% - 10%

S3: Subrasante buena CBR = 11% - 19%

S4: Subrasante muy buena CBR > 20%

Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y colocar un material granular con CBR mayor a 6%; o, se procederá a estabilizar esa capa superior de la subrasante con un %. La profundidad mínima especificada de esta capa figura en el catálogo de estructuras de pavimento, que se presenta

más adelante. Igualmente se estabilizarán las zonas húmedas locales y áreas blandas, añadiendo una capa de espesor mínimo de 0.30 m de material grueso rocoso o de piedras grandes.

La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática; como mínimo, a 0.60 m cuando se trate de una subrasante muy buena y buena, a 0.80 m cuando se trate de una subrasante regular, a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y a 1.20 m cuando se trate de una subrasante muy pobre. En caso necesario, se colocarán subdrenes, o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Los subdrenes para proteger a la capa del afirmado, se proyectarán cuando la subrasante no esté constituida por material permeable y cuando las capas del pavimento no puedan drenar adecuadamente. Los subdrenes que se proyecten para interceptar filtraciones o para rebajar el nivel freático elevado, pueden utilizarse también para drenar el afirmado. En zonas sobre los 3,500 msnm se evaluará la acción de las heladas en los suelos, en general la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento.

Sí la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente, la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (0.30 m – 0.45 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor indicado o se levantará la rasante, con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

Para efectos del diseño del afirmado también se definirán sectores homogéneos, a lo largo de cada uno de ellos, donde las características del material de subrasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base del Estudio del Suelo y de ser necesario, la realización del muestreo. El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del especialista.

Catálogo estructural de superficie de rodadura

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de grava o afirmado, se adoptó como representativa la siguiente ecuación empírica del método NAASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep} / 120)$$

Donde:

e = Espesor de la capa de afirmado en mm

CBR = Valor del CBR de la subrasante

Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño

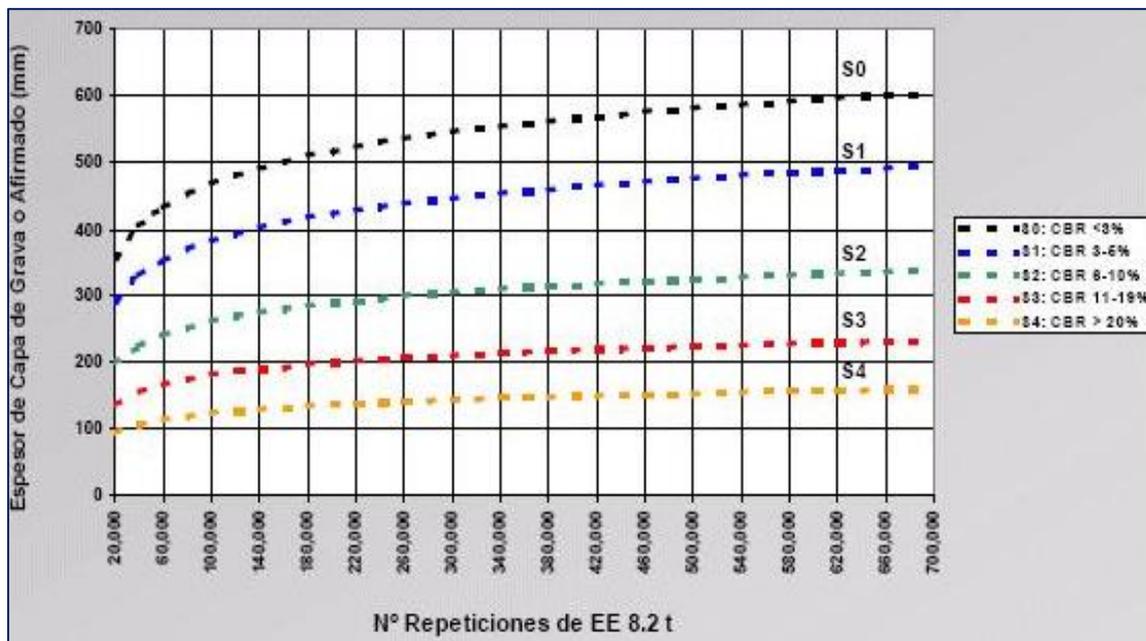


Figura 5. Determinación de espesor de capa de revestimiento granular. (Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA).

Sin ser una limitación, en estas Normas de Diseño se incluye catálogos de secciones de pavimento, para cada tipo de tráfico y de subrasante, estos han sido elaborados en función de la ecuación indicada.

Para los tráficos tipo T2, T3 y T4 el espesor total determinado, está compuesto por dos capas: una capa superficial que es una grava estabilizada con finos ligantes y una capa inferior de grava drenante, cuya diferencia depende del tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla. Se considera que cuando el espesor de la capa total de revestimiento granular, la capa superficial tendrá un espesor mínimo de 100 mm y

cuando la capa total de revestimiento granular es superior o igual a 250 mm la capa superficial tendrá un espesor máximo de 150 mm.

En todo caso se podrán optimizar las secciones de pavimento propuestas, para ello:

- Se analizará las condiciones de la subrasante, la calidad de los materiales de las canteras, la demanda específica de tráfico en el tramo y se determinarán los espesores necesarios de la nueva estructura del pavimento; en caso, de que el tramo tenga una capa de afirmado, se aprovechará el aporte estructural de la capa existente, solo se colocará el espesor de afirmado necesario o el mínimo constructivo (de 100 mm) para completar el espesor obtenido según la metodología de diseño empleada.
- Se estudiarán y analizarán diferentes alternativas constructivas de pavimento, incluyendo estabilización granulométrica, estabilización con cal, estabilización con sal, estabilización con cemento, estabilización con asfalto, estabilización química (según Norma MTC E 1109); según sea el caso, se considerará una capa de protección de imprimación asfáltica reforzada, que restrinja el levantamiento de polvo.
- Se optará por la estructura de pavimento económico (construcción y mantenimiento), técnico y ambientalmente óptimo para el horizonte del proyecto.
- La sección de la superficie del pavimento tendrá un bombeo o inclinación transversal de 2.5% en zonas con una precipitación menor de 800 mm/año y de 3% en zonas con una precipitación mayor de 800 mm/año.

Materiales para capa de afirmado

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en el camino de afirmado.

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre.

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas, asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: su uso como superficie de rodadura en caminos no pavimentados o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos, está expuesto a perderse, porque es inestable. En construcción de caminos se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos, que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras, que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y además debe tener la cualidad de ser drenante.

Gradación de los materiales de la capa de afirmado

Existen pocos depósitos naturales de material que tiene una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente, por lo que será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. En general los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Es recomendable que las piedras tengan caras fracturadas o aristas y superficies rugosas, su comportamiento es mucho mejor que la piedra lisa redondeada o canto rodado, dándole a la capa de afirmado resistencia y estabilidad bajo las cargas actuantes.

Gravas procedentes de bancos que contienen piedras fracturadas naturalmente son consideradas como muy buenos materiales. En todo caso, se podrán obtener mejores resultados procesando el material por trituración; esto significa que un buen porcentaje de las piedras tendrán caras fracturadas por proceso de la trituración, lográndose mejores propiedades de resistencia y estabilidad de la capa de afirmado.

Es muy importante indicar que todas las gravas no son iguales, por lo que la calidad verdadera debe ser determinada efectuando ensayos y dosificaciones de los materiales que constituyen el afirmado, esto asegurará que la dosificación puesta en obra sea la adecuada.

Tal como se indicó el afirmado se compone de tres grupos del agregado: piedra, arena, y finos. Dependiendo donde se utilizará el material, la dosificación de estos tres grupos

variará. Por ejemplo, existen Especificaciones como las presentadas a continuación que recomiendan las siguientes granulometrías:

Cuadro 11

Gradación del material afirmado

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	Capa Inferior	Capa Superior
1"	100	
¾"	80 - 100	100
½"	68 - 91	
Nº 4	46 - 70	50 - 78
Nº 8	34 - 54	37 - 67
Nº 40	13 - 35	13 - 35
Nº 200	3 - 12	4 - 15
Índice de Plasticidad	0 - 6	4 - 12

Fuente: South Dakota Standard Specifications

La especificación anterior diferencia el material de la capa inferior de la capa superficial, donde evidentemente la gradación de la capa inferior permite que el 100% del material pase el tamiz de 1 pulgada, pero retiene hasta el 20% de la piedra en el tamiz de 3/4 pulgada. Esto da buenos resultados como capa inferior por que le proporciona una estructura resistente; pero es muy probable que no sea así, cuando se emplee como capa superficial, porque habría demasiada piedra grande, dando por resultado un mantenimiento muy difícil; además, el alto porcentaje del material grueso haría una superficie áspera para el tráfico circulante.

Existe también una diferencia en el material fino y el índice de la plasticidad (IP), mientras que en la capa superficial se permite que el 4% y hasta el 15% del material pase la malla #200, en cambio en la capa inferior tiene mínimo de 3%, pero no más del 12% que pasa el mismo tamiz.

Mucho más importante, es el IP que en la capa inferior está entre 0 y 6, pero en la capa superficial llega hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa superficial necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales, le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular. Esto puede ser crítico durante el periodo seco, pues necesitará riego de agua; en cambio durante periodo húmedo en la superficie pueden aparecer pequeñas huellas que después de la lluvia rápidamente se secarán y endurecerán, por efecto del sol y el viento. En cambio, sí la capa inferior presenta una gran cantidad de finos plásticos, esta grava

causará problemas si es que la humedad llega a este nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad, causando ahuellamiento profundo o la falla total del pavimento.

Normalmente se utiliza el mismo material para la capa inferior y la capa superficial, esto solo evidencia que será buena para uno de los dos propósitos, pero no trabajará para ambos usos.

En lo posible, se deberá colocar una capa superficial de afirmado, que contemple los criterios expuestos anteriormente y cuyo espesor dependerá del espesor total de la capa de afirmado, pero no será menor al mínimo constructivo de 100 mm. Para la dosificación y mezcla del material para afirmado, se tendrá como referencia y punto de partida las gradaciones que recomienda la Especificación Técnica EG-2000, Sección 302:

Cuadro 12

Gradación del material afirmado

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A - 1	A - 2
50 mm (2")	100	---
37.5 mm (1½")	100	---
25 mm (1")	90 - 100	100
19 mm (¾")	65 - 100	80 - 100
9.5 mm (3/8")	45 - 80	65 - 100
4.75 mm (N° 4)	30 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40)	15 - 35	20 - 45
75 um (N° 200)	5 - 20	5 - 20

Fuente: AASHTO M - 147

Manipuleo y colocación del material de afirmado

En relación a la obtención y manipuleo de los materiales en las canteras o fuentes de materiales es muy importante, que antes de comenzar a procesar el material, se retire la capa de tierra vegetal y la vegetación de la superficie, pues ésta contiene materia orgánica que no es buena para la superficie del camino.

Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes pero cambian repentinamente con bolsones de un material diferente y esto afecta la gradación total de la grava, por eso es importante el conocimiento e investigación de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso.

Otro de los problemas es la segregación del material durante el proceso, cuando ocurre esto, las partículas de gran tamaño tienden a juntarse hasta conseguir aislarse, en vez de mezclarse con el resto del material. Esta situación provocará la inconsistencia del material, así como dificultad en su compactación. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentarán una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarán exceso de finos, que provocarán ahuellamientos profundos durante el periodo de lluvias.

Cuando un material apilado se segrega, una opción será utilizar la motoniveladora y volver a mezclar el material hasta homogenizarlo y luego extenderlo en capas uniformes sobre el camino, este procedimiento reducirá el problema de segregación.

Cuando el afirmado tenga que ser colocada sobre el camino, es importante que la superficie se encuentre en buenas condiciones, sin problemas de drenaje e imperfecciones sobre la superficie, como ahuellamientos, baches, desniveles, etc., todos estos problemas deben ser eliminados, hasta formar correctamente la sección transversal del camino; entonces, el material de afirmado se puede colocar en un espesor uniforme y en el futuro será más fácil su mantenimiento. En caso que la superficie del camino sea lisa y este endurecida, se deberá escarificar ligeramente la superficie para conseguir una buena adherencia con el nuevo material. Esta es la única manera que una capa uniforme de afirmado nueva puede ser colocada.

El comportamiento de la capa de afirmado dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los vacíos y aumentará el número de puntos de contacto entre partículas y el correspondiente rozamiento. La capa de afirmado debe ser compactada por lo menos, al 100% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T180.

Otro aspecto importante lo constituye el perfilado, en cuanto a la conformación del bombeo y peraltes, cualquier defecto en el mismo constituye un impedimento para el drenaje superficial del agua de las lluvias.

No obstante, es necesario indicar que el comportamiento de una superficie de afirmado no tendrá en ningún caso un comportamiento similar a las superficies pavimentadas. Siempre habrá algunas pérdidas de agregados en virtualmente todos los caminos de afirmado, por lo que se debe evaluar la necesidad de colocar capas de protección o estabilizaciones, según

lo permitan los presupuestos de construcción y/o mantenimiento y la disponibilidad de materiales en la zona.

Fuente de materiales - canteras

Se deberá efectuar un estudio de canteras – fuentes de materiales para rellenos, capa de afirmado y para obras de concreto hidráulico. Para el caso de canteras que cuenten con estudios previos, se efectuarán solamente ensayos que confirmen la calidad y potencia de las mismas.

Las Canteras serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad (potencia), así como por su menor distancia a la obra.

Las prospecciones que se realizarán en las canteras se efectuarán en base a calicatas, de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio. Se realizarán exploraciones (mínimo 06 prospecciones por cada área menor o igual a una hectárea) por medio de sondeos, calicatas y/o trincheras. Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a los ensayos estándar, mínimo 06 pruebas por tipo de ensayo, a fin de determinar sus características y aptitudes para los diversos usos que sean necesarios (rellenos, afirmados, concreto, etc.).

A todas las muestras se les realizará ensayos de clasificación, en tanto que a un número representativo del total del muestreo, se les efectuará ensayos de compactación, CBR y ensayos que permitan determinar las propiedades mecánicas y de resistencia.

La exploración de las canteras o fuentes de materiales debe cubrir un área que asegure un volumen de material útil explotable del orden de 1.5 veces las necesidades del proyecto.

Estos trabajos se efectuarán a criterio, experiencia y responsabilidad del Proyectista, los resultados y conclusiones que presente deben ser los representativos y con una confiabilidad aceptada, de tal manera que los materiales procedentes de las canteras seleccionadas por el Proyectista cumplan estrictamente las Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras (EG-2000).

1.6.2.1.19 Costos y Presupuestos de Obra.

Según el autor, **Salinas Seminario** en su libro *Costos y Presupuestos de Obra*, pág. 07, nos indica que: “Costos y Presupuestos, son dos términos estrechamente relacionados dado que

no puede haber presupuesto sin costos; y un costo por si solo aplicado a una cantidad o metrado de determinada unidad constituye ya un presupuesto”.

Tipo de Costos.

- **Costos Directos:** Mano de Obra, Materiales y Equipo.
- **Costos Indirectos:** Gastos Generales y Utilidad.

Costos Directos.

Según el autor, **Salinas Seminario** en su libro Costos y Presupuestos de Obra, pág. 15, nos indica que: “el Costo Directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

Metrados

Salinas Seminario en su libro Costos y Presupuestos de Obra, pág. 09, nos indica que: El Metrado es el término que se utiliza para efectos de señalar magnitudes o cantidades de cada una de las partes o partidas que conforman la ejecución del proyecto o de la obra”.

Análisis de Costos Unitarios

De manera preliminar, es necesario recalcar la importancia que tiene en la ejecución de una obra, la determinación de los costos unitarios y su compatibilidad con sus respectivas especificaciones técnicas.

Según el autor, **Salinas Seminario** en su libro Costos y Presupuestos de Obra, pág. 33, nos indica que: “al análisis de Costo de una partida determinada como la sumatoria de recursos o aportes de mano de obra y/o materiales y/o equipo (herramientas) Afectados por su precio unitario correspondiente, la cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida (m3, m2, Kg, p2, etc.)”.

Costos Indirectos

Según el autor, **Salinas Seminario** en su libro Costos y Presupuestos de Obra, pág. 37, nos indica que: “los Costos Indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra”.

Programación de Obra

Según el autor Huerta Amoretti, en su libro Programación de Obra con MS Project, pág. 11, nos indica que: “la programación de la obra es como el resultado de la planificación del proyecto y en ella se detallan todas las tareas necesarias para concluir el proyecto en los plazos previstos al igual que las duraciones, los inicio, fin de cada tarea, los recursos, costos de cada actividad y tiene la finalidad de lograr el desarrollo óptimo de los trabajos al más bajo costo, empleando el menor tiempo posible y con el requerimiento mínimo de equipo y mano de obra”.

Método Gantt.

Según el autor Huerta Amoretti en su libro Programación de Obra con MS Project, pág. 12, nos indica que: “los diagramas de Barras Gantt, son técnicas ampliamente difundidas que consiste en un gráfico de tareas y de barras graficadas dentro de un calendario que muestra el plazo de ejecución de manera que se determina el inicio y fin de cada tarea además de su duración”.

Diagrama PERT – CPM

Según el autor Huerta Amoretti en su libro Programación de Obra con MS Project, pág. 12, nos indica que: “a diferencia del diagrama de barras, el diagrama pert tiene duraciones probabilísticas y trabaja con tiempos de ejecución de tareas dentro de los rangos de probables ocurrencia, muy probable, asignado a cada una de estas duraciones una probabilidad de ocurrencia, obteniendo mediante un análisis probabilístico el plazo de ejecución más probable del proyecto asociado a una probabilidad de ocurrencia”.

Cronograma Valorizado de Obra.

El autor **Ibáñez Olivares** en su libro Costos y Tiempos en Carreteras, pág. 266, nos indica que: “en función a la programación de obra. El presupuesto base se reparte mensualmente en base a la incidencia mensual que tiene cada una de las actividades (partidas) con el fin de satisfacer las necesidades mensuales en la ejecución de obra”.

La base inicial para el control de costes será el presupuesto estimado aprobado para el proyecto, debidamente estructurado y codificado.

1.6.2.2. Marco conceptual

1.6.2.2.1. Bases teóricas

- a. Aplicación de las técnicas en topografía, para garantizar el estudio de las características físicas actuales del camino vecinal y determinar los volúmenes de material a moverse.
- b. Estudio de suelos para determinar las características Físico – Mecánicas del tramo en estudio y las características Físico – Mecánicas del material de cantera que se utilizará en la ejecución del proyecto como material de afirmado.
- c. Estudios Hidrológicos para determinar los caudales de diseño para las diferentes obras de Arte.
- d. Estudios de Impacto Ambiental para prevenir las posibles alteraciones en el suelo, flora y fauna que podrían ocasionarse con la ejecución del proyecto.
- e. Aplicación de las Normas Peruanas en el Diseño de Carreteras y pavimentos.
- f. Aplicación de las técnicas en la elaboración de costos y presupuestos así también como de la programación de obra.

1.7. Definición de términos básicos

Sistema Nacional. - Que corresponde a la red de carreteras de interés Nacional y que une los puntos principales de la Nación con sus Puertos y Fronteras.

Sistema Departamental. - Compuesto Por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscripta a la zona de un Departamento.

Sistema Vecinal. - Es el conformado por aquellas carreteras de carácter local y que une las aldeas y pequeñas Poblaciones entre sí.

Carreteras Duales. - Para IMD mayor de 4,000 Veh./día, consisten en carreteras de calzadas separadas

Carreteras de 1° Clase. - Para IMD comprendido entre 2,000 y 4,000 Veh/día

Carreteras de 2° Clase. - Para IMD comprendido entre 400 y 2,000 Veh/día.

Carreteras de 3° Clase. - Para IMD hasta 400 Veh./día

Trocha Carrozable. - No identifica IMD, constituye una clasificación aparte, pudiéndosele definir como aquellos caminos a los que les falta requisitos para poder ser clasificados en tercera clase.

Visibilidad de Parada. - Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo a una velocidad directriz.

Pendiente. - Cuesta o declive de un terreno, Angulo que forma un plano o línea con los horizontes.

Alcantarilla. - Paso bajo conducto para circular las aguas, acueducto subterráneo para recoger las aguas.

Cantera. - Sitio al aire libre o subterráneo de donde se extrae agregados grueso o fino otros materiales para la construcción.

Cubicación de Tierras. - En base a las secciones transversales se procede al areado de las mismas, separando las áreas de corte, de relleno y de muro. Luego se realiza la cubicación de tierras mediante el método de volúmenes mixtos.

Metrado. - Los resultados de la cubicación de tierras, y según la clasificación de los mismos se traspasan a los formularios especiales que se adjuntarán al presente estudio, siendo éste el metrado de la carretera

Presupuesto.- El documento en el que consta el metrado y los costos unitarios basándose en los cuales se determina el valor de una obra. El monto del presupuesto se obtiene como resultado de adicionar en forma independiente al monto de obra, el impuesto que le corresponde al propietario.

Gastos generales.- conformado por los costos fijos y costos variables.

Fórmula Polinómica.- Es una estructura matemática formada por la sumatoria de varios monomios aplicados a su vez a cada uno de los componentes de la estructura de costos de un proyecto de construcción.

1.8. Hipótesis

Aplicando las Normas Peruanas para el Diseño de Carretera y los conocimientos de Topografía, Caminos, Drenaje, Hidrología y suelos demostraremos que es factible realizar el “Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP.San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machupicchu L = 18.833 Km., Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado - San Martín”

1.9. Sistema de variables

Para probar la Hipótesis planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

- Variables Independientes:
 - Estudio Topográfico
 - Estudios de mecánica suelos
 - Estudio Hidrológico.

- Variables Dependientes:
 - Diseño Geométrico.
 - Diseño de pavimentos.
 - Diseño de las Obras de arte.

1.9.1. Operacionalización de variables

Se utilizará la metodología correspondiente para poder desarrollar las variables independientes y dependientes, utilizando bibliografía Variada y adecuada para desarrollar la Investigación.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo: Investigación aplicada

Nivel: Básico

2.2. Diseño de investigación

Se emplearán programas y software que conlleven a los diseños correspondientes al diseño geométrico, de pavimentos, obras de arte, metrados, presupuesto y programación de obra.

2.3. Población y muestra

a.- Cobertura del Estudio

a.1) Universo y/o Muestra

Universo o Población: Caminos Vecinales de la Provincia de El Dorado

Muestra : Camino Vecinal CC.PP.San Juan de Talliquihui –
CC.PP. Machupicchu

a.2) Ámbito Geográfico

El Proyecto se ejecutará en el Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado y Departamento de San Martín.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos recopilados en campo deberán ser sometidos a distintos tipos de Ensayos los cuales se llevaron a cabo en las instalaciones de Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los Procesamientos y presentación de Datos se hará de acuerdo a las Normas técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

2.6. Aspectos administrativos

2.6.1. Recursos humanos

02	Tesistas
01	Técnico de laboratorio
01	Secretaria

2.6.2 Recursos materiales

- Equipo de laboratorio
- Material bibliográfico
- Material de escritorio
- Movilidad y viáticos

2.6.3. Recursos financieros

El costo del proyecto será con recursos propios de los Tesistas.

a)	Asignación de Recursos	
a.1	Personal y Obligaciones	9,500.00
1.1	Tesista	6,000.00
1.2	Técnico de laboratorio	2,000.00
1.3	Secretaria	1,000.00
1.4	Otros	500.00
a.2	Bienes y Servicios	4,000.00
2.1	Equipo de laboratorio	2,200.00
2.2	Material bibliográfico	500.00
2.3	Material de escritorio	700.00
2.4	Movilidad y viáticos	600.00
b)	Presupuesto o costo del proyecto	
-	Personal y obligaciones	9,500.00
-	Bienes y Servicios	4,000.00
-	Imprevistos	500.00
	Costo total del proyecto	S/ 14,000.00

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Estudio Topográfico

3.1.1. Metodología

El presente Estudio Topográfico fue realizado en tres etapas elementales, primero la etapa preliminar donde se empleó el método Informativo y fue donde se estudió la zona del proyecto, la segunda la etapa de campo donde se empleó el método empírico, fue donde se hizo reconocimiento de terreno y el levantamiento topográfico propiamente dicho, la tercera etapa fue en gabinete donde se empleó la metodología Descriptiva, Narrativa.

El presente Estudio Topográfico consta de los siguientes trabajos: Levantamiento de la vía existente, incluido bordes, un trazo aproximado de la carretera y obras de arte existentes, Levantamiento del catastro en toda el ancho de vía (50.0 m a la izquierda y 50.0 m derecha), identificación y levantamiento de los posibles botaderos DME's, trazo y replanteo en campo de una tentativa de eje para el proyecto, Todos estos levantamientos fueron realizados a detalle para que pueda reflejarse la realidad geomorfológica y topográfica del terreno y se pueda así realizar los respectivos diseños geométricos de la vía a proyectar, todo esto como parte del desarrollo del estudio a nivel de Inversión (Expediente Técnico),

A continuación se detallaran las diferentes etapas en las que se fue desarrollando el Estudio Topográfico del Proyecto “Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP San Juan de Talliquihui – CC.PP Machu Picchu, Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado – San Martín”.

➤ ***Trabajos preliminares***

Esta fue la primera etapa con la que se iniciaron los trabajos para la elaboración del presente Estudio Topográfico, esta etapa consistió en la recopilación de la información básica necesaria de la zona donde se llevaría a cabo el proyecto; Esta información Básica está conformada por la ubicación de la zona, vías de acceso, características físicas de la zona como clima, población, topografía, geología, etc. Los trabajos preliminares son de mucha importancia porque permiten conocer el entorno en donde se realizarán los trabajos esto permite al responsable poder dimensionarse de personal y equipos necesarios para el desarrollo del trabajo en un tiempo óptimo.

Las herramientas utilizadas para esta etapa preliminar fueron únicamente herramientas virtuales, tales como Software Google Earth, páginas del INEI, Páginas de Información Básica de la zona.

➤ ***Trabajo de Campo***

Posterior a haber realizado los trabajos preliminares y a conocer las características físicas de la zona donde se llevara a cabo el estudio se inician los trabajos de Campo, para lo cual se programó una visita de Reconocimiento de Terreno, donde se verifica in situ las características de la zona de trabajo, esta primera visita de campo se llevó a cabo en presencia del Sr. Alcalde Distrital de Santa Rosa, quien nos comentó e indicó todos los sectores críticos que presenta esta carretera y los posibles motivos por la cual se deteriora la vía en estos puntos, también nos indicó las posibles variantes que podría tener la vía a proyectar. Posterior a esta primera visita de campo

Siguiente a la primera visita de campo se continuó con la segunda y es en esta visita donde se planifica realizar todo el levantamiento topográfico para el proyecto, el cual consiste de los siguientes trabajos: Levantamiento de la vía existente, incluido bordes, un trazo aproximado de la carretera y obras de arte existentes, Levantamiento del catastro en toda el ancho de vía (50.0 m a la izquierda y 50.0 m derecha), identificación y levantamiento de los posibles botaderos DME's, trazo y replanteo en campo de una tentativa de eje para el proyecto

A continuación, se detalla paso a paso el procedimiento que se realizó para el desarrollo de los levantamientos topográficos de todos los elementos del proyecto:

Levantamiento de la Carretera Existente:

1. Ubicar un punto de referencia base (BM principal), este punto deberá de ser geo-referenciado, mediante un GPS, para lo cual se toma dos puntos en forma recta de manera repetitiva, esta línea servirá como base para los posteriores puntos de BMs, que se llamará los BMs Auxiliares.

2. Ubicar puntos auxiliares de BMs, los cuales servirán para trasladar las cotas y coordenadas geos referenciadas desde el punto base BM principal. Estos puntos ayudarán para el levantamiento de la poligonal de toda la carretera.
3. Una vez ubicado todos los puntos de referencia BMs, se procederá a levantar los puntos limites, es decir, los bordes de carretera y también se procede a levantar la poligonal del eje referencial de la carretera existente con todos sus respectivos elementos de curva.
4. Posterior al levantamiento del borde de la carretera existente, se procederá a efectuar el levantamiento de los puntos del terreno natural, los cuales permitirán reflejar la topografía, morfología y geografía del terreno actual de la carretera, estos puntos son tomados de manera representativa los cuales son elegidos bajo el criterio y experiencia del profesional encargado y del topógrafo asignado. Estos puntos deberán reflejar los puntos de inflexión del terreno y/o cambios de pendiente del terreno.
5. Complementario a todos estos pasos, se realizó el levantamiento de todas las obras de arte dentro de la vía existente, así como también un inventario vial de manera independiente a fin de verificar que se haya levantado correctamente todas las obras arte y drenaje.

Levantamientos Catastrales:

Posterior a realizar los trabajos del levantamiento de la carretera existente, se procede de manera complementaria a realizar todos los trabajos correspondientes al levantamiento catastral en toda la longitud de la carretera, utilizando los puntos del levamiento topográfico.

1. Se ubicaron puntos del levantamiento topográfico para usarlos como puntos de referencia.
2. Se tomó medidas con ayuda de GPS, Wincha y jalones para medir de manera precisa el perímetro de las viviendas existentes a todo lo largo de la carretera, a fin de poder verificar y prevenir futuros daños en los predios involucrados.

Identificación y Levantamiento de Posibles Botaderos DME's:

1. Realizar una caminata previa por toda el área de influencia directa del proyecto (AID), a fin de poder identificar zonas que puedan ser utilizadas como botaderos de material excedente DME's.
2. Luego de identificado estos lugares se procedió a ubicar un punto de referencia base BM principal, este punto deberá de ser geo-referenciado, mediante un GPS, para lo cual se toma dos puntos en forma recta de manera repetitiva, esta línea servirá como base para los posteriores puntos de BMs, que se llamará los BMs Auxiliares
3. Una vez ubicado todos los puntos de referencia BMs, se procederá a levantar los puntos de límites del proyecto, tal es el caso el perímetro del área efectiva a utilizar como botadero.
4. Posterior al levantamiento del límite perimetral del botadero, se procederá a efectuar el levantamiento de los puntos del terreno natural, los cuales permitirán reflejar la topografía, morfología y geografía del terreno a ser ocupado, estos puntos son tomados de manera representativa los cuales son elegidos bajo el criterio y experiencia del profesional encargado y del topógrafo asignado. Estos puntos deberán reflejar los puntos de inflexión del terreno y/o cambios de pendiente del terreno a fin de poder cuantificar la potencia de cada DME.

➤ **Trabajo De Gabinete**

Luego de haber realizado el trabajo de campo (Levantamiento Topográfico), se procederá a procesar la información levantada mediante un software debidamente acondicionado para este tipo de trabajo, el cual puede ser el Autocad Land, Airc, Topograph, Civil 3D, etc. Una vez procesado los puntos topográficos se interpolan en el mismo software mediante una triangulación que es desarrollado por el programa elegido. Finalmente se exporta el levantamiento procesado hacia el programa AUTOCAD, en donde se procede a unir los puntos levantados, acondicionar las líneas, debidamente clasificadas por tipos de capas de diferentes colores y grosores, en resumen a trabajar en los planos de curvas a nivel, seguido se procede a realizar un trazo geométrico referencial a fin de poder visualizar de manera referencial la vía del proyecto, para finalmente trabajar en todos los planos a presentar, es

decir en la presentación del producto final que vienen hacer los planos de planta perfil y secciones,, Posterior al procesamiento de la información del levantamiento topográfico se continua finalmente con la elaboración del Informe Topográfico el cual será el producto Final del presente Trabajo.

3.1.2. Trazo existente

Descripción

Previa Coordinación con las autoridades del distrito de Santa Rosa se acordó realizar los trabajos topográficos en presencia de un clima soleado, con la participación del agente Municipal y algunos pobladores se iniciaron los trabajos topográficos, los cuales fueron desarrollados de la siguiente manera:

En primer lugar, se procedió a ubicar los BMs, los cuales fueron debidamente geo referenciados, con un GPS de alta precisión, posteriormente se iniciaron los trabajos de levantamiento de las poligonales de los bordes de carretera y eje respectivo, paralelo a estos trabajos se tomaron puntos en un ancho de vía igual a 100 m. es decir 50 metros hacia cada lado Derecho e Izquierdo, a fin de mostrar la morfología y topografía del terreno natural, El Alcalde Distrital de Santa Rosa y su personal técnico nos indicaron los sectores críticos donde debería tenerse mayor cuidado durante el levantamiento, es por ello que en estos sectores se realizó un levantamiento más amplio.

De manera independiente se procedió a realizar un inventario vial de todas las obras de arte y drenaje existentes en toda la carretera a la fecha, el cual se encuentra anexado al presente informe, este inventario fue realizado con ayuda de Winchas, Jalones y GPS.

Obras de Arte Existentes

A continuación, se muestra un cuadro resumen del inventario vial realizado en la carretera existente materia del presente proyecto.

Cuadro 13

Obras de Arte Existentes

ITEM	PROGRESIVA	TIPO DE ESTRUCTURA DE DRENAJE EXISTENTE	DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL
1	1+864.50	Alcantarilla TMC ϕ 72"	En estado aceptable
2	2+050.00	Alcantarilla TMC	Alcantarilla colocado empíricamente por pobladores del lugar, con palos atravesados encima, a punto del colapso.
3	2+090.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
4	2+240.00	Ponton	Quebrada Nueva Esperanza, con pontón de madera en regular estado, para cruce de vehículos livianos.
5	2+563.40	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
6	2+763.40	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
7	3+334.52	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
8	3+394.40	Alcantarilla de madera	Al punto del colapso, semicolmatado.
9	3+602.80	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
10	3+680.91	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
11	3+871.65	Zanja	Zanja seca, con cruce de agua cuando se dan las precipitaciones pluviales, además como aliviadero de las cunetas.
12	3+932.00	Alcantarilla de madera	En malas condiciones, semicolmatado.
13	4+067.70	Zanja	Por desborde de cruces de agua
14	4+125.90	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
15	4+502.37	Ninguna	Presenta desbordamiento de caudal en épocas de avenida
16	4+614.48	Alcantarilla de madera	En malas condiciones, con un ancho mínimo para el paso de camionetas
17	4+690.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
18	4+740.00	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
19	4+816.70	Ponton de madera	En regular estado, con socavación en el apoyo derecho, con cruce de agua permanente durante todo el año.
20	5+057.22	Alcantarilla de madera	Alcantarilla existente, con obstrucciones en malas condiciones
21	5+505.50	Alcantarilla de madera	Alcantarilla en regular estado para tránsito de vehículos livianos
22	5+817.85	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
23	6+054.15	Zanja seca	Zanja con cruce de aguas pluviales y evacuación de aguas de las cunetas, con alcantarilla obstruida
24	6+110.60	Ninguna	Por desborde de cruces de agua

ITEM	PROGRESIVA	TIPO DE ESTRUCTURA DE DRENAJE EXISTENTE	DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL
25	6+487.00	Alcantarilla madera	Alcantarilla improvisada de madera , que cruzan zanjas secas con cruce de aguas pluviales
26	6+920.00	Ninguna	Presenta desbordamiento de caudal en épocas de avenida
27	7+105.65	Alcantarilla de madera	Colocado de maderas improvisado para el paso de vehículos en malas condiciones, al punto del colapso
28	7+163.15	Alcantarilla de madera	Desbordamiento de caudal de agua
29	7+290.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
30	7+853.10	Alcantarilla de madera	En regular estado, con cruce de agua en pequeña cantidad
31	8+548.80	Alcantarilla de madera	En malas condiciones, colapsada por socavación de las crecidas de aguas de la quebrada
32	8+911.35	Alcantarilla de madera	Restos de una alcantarilla, palos atravesados, esto por socavación en los apoyos, por la crecida de caudal de la quebrada
33	9+200.00	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
34	9+343.85	Alcantarilla de madera	Presencia de alcantarilla en malas condiciones al punto del colapso, en la actualidad se encuentra intransitable
35	9+460.00	Alcantarilla de madera	Zanjas con restos de existencia de una alcantarilla de madera, solo transitan personas a pie y animales de carga
36	9+640.75	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
37	9+823.65	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
38	9+934.73	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
39	10+360.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
40	10+569.94	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
41	10+783.94	Ninguna	Quebrada Nuevo Chanchamayo, con cruce de agua abundante durante todo el año, considera como fuente de agua
42	11+150.00	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
43	11+285.72	Zanja seca	Cruce de aguas pluviales y aliviadero de cunetas,
44	11+421.25	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
45	12+068.00	Zanja seca	Desfogue de aguas pluviales
46	13+692.28	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
47	14+080.00	Zanja seca	Cruce de agua cuando hay precipitación pluvial
48	14+243.80	Zanja seca	Desfogue para las aguas pluviales de las cunetas
49	14+286.50	Zanja seca	Desfogue para las aguas pluviales de las cunetas

ITEM	PROGRESIVA	TIPO DE ESTRUCTURA DE DRENAJE EXISTENTE	DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL
50	14+926.90	Zanja seca	Desfogue para las aguas pluviales de las cunetas
51	15+071.50	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
52	15+557.00	Alcantarilla	Alcantarilla tipo marco sección de 1x1 metros y 6 metros de largo, en mal estado, cabezal de salida, socavado a punto del colapso
53	15+746.88	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
54	15+931.90	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
55	16+968.80	Alcantarilla	Alcantarilla tipo marco de sección 1x1 por seis metros de largo, en regular estado
56	17+428.18	Ninguna	Por desborde de cruces de agua
57	17+528.40	Alcantarilla tipo marco	En estado aceptable
58	18+041.84	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua
59	18+702.62	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua

El detalle del Estudio Topográfico se observa en los Planos del Proyecto

3.2. Estudio de impacto ambiental

3.2.1. Objetivos

- Identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales y sociales potenciales que el proyecto de mejoramiento pueda ocasionar en los diversos componentes ambientales y sociales de su área de influencia, así como los que podrían ser ocasionados por el medio ambiente sobre la carretera en estudio.
- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental que contenga las medidas para evitar y/o mitigar los impactos negativos directos e indirectos, determinados en las fases de ejecución y operación del proyecto, así como la estimación de los costos de implantación.

3.2.2. Metodología

Se realizará el análisis de las implicancias ambientales del proyecto, para lo cual se tomará en cuenta los componentes o elementos ambientales: aire, agua, suelo, paisaje, vegetación,

fauna y socioeconomía, como susceptibles a ser afectados y; las propias actividades o acciones que conllevan a la ejecución de proyecto durante las etapas de construcción y mantenimiento, las mismas que son capaces de generar impactos. El objetivo que se persigue con la presente evaluación de impactos ambientales, es identificar tanto los negativos como positivos, describirlos y valorar las acciones a implementar para mitigar los negativos con una intervención de mitigación ambiental, que forma parte de la inversión propuesta con el proyecto.

3.2.3. Alcances del Estudio

El alcance del presente estudio es puntual (zona de ejecución del proyecto) y a nivel local.

Categorización ambiental del estudio

Cuadro 14

Categorización ambiental del proyecto

Sensibilidad del Medio	Descripción de la Sensibilidad del Ámbito donde se Desarrolla el Proyecto	SI	NO
ALTO	El trazo de la vía pasa por áreas naturales protegidas donde la infraestructura vial no resulte compatible con la categoría., Plan Maestro y zonificación del área protegida		x
	Zonas prioritarias para la conservación		x
	Alto índice de biodiversidad		x
	Alto grado de amenaza (accesibilidad)		x
	Alto grado de endemismo		x
	Alto peligro de degradación ambiental (deforestación, caza, etc)		x
	Zona montañosa con reserva accidentado (35 % de pendiente)		x
	Zonas de alto riesgo sísmico		x
	Zonas vulnerables a fenómenos naturales como inundaciones		x
	Alto potencial de erosión		x
	Humadales y/o manglares, zonas permanentemente inundadas		x
	Bosques primarios		x
	Ecosistemas excepcionales y hábitat con especies en peligro		x
	Nacientes de agua		x
	Área reconocida como pueblo indígena o poblaciones vulnerables	x	
	Muy probable afectación total o parcial a un número elevado de terrenos o sitios de alto interés arqueológico y antropológico		x
	Zonas con alto riesgo de conflictos sociales, a causa de compromisos ambientales incumplidos		x
MEDIO	En áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento donde la infraestructura vial resulta compatible con la categoría, Plan Maestro y zonificación del área protegida		x
	Moderado alto grado de biodiversidad		x
	Moderado alto grado de amenaza (accesibilidad)		x

	Moderado alto grado de endemismo		x
	Moderado peligro de degradación ambiental (deforestación, caza)		x
	Terrenos ondulados (15 % a 35 % de pendiente)		x
	Moderado riesgo sísmico	x	
	Moderado potencial de erosión		x
	Zonas esporádicamente inundadas	x	
	Probable alteración parcial a terrenos o construcciones		x
	Sitios de moderado interés arqueológico y antrópico		x
	Zonas de bajo riesgo de ocupación humana o afectadas por recientes invasiones		x
	Importante disminución de la oferta de empleos		x
BAJO	Bajo moderado grado de biodiversidad	x	
	Bajo peligro de grado de degradación ambiental	x	
	Terrenos ondulados a planos (15 % de pendiente)	x	
	Vegetación intervenida	x	
	Áreas inestables		x
	Ausencia de sitios de valor histórico y patrimonial	x	
	Áreas sin ningún tipo de declaración para ser protegida	x	
	Zonas con bajo nivel de conflicto social	x	
	Probable inexistencia de predios afectados	x	

Sensibilidad del medio: Bajo

Determinación del Nivel de Riesgo Socio Ambiental

Para la determinación del Nivel de Riesgo Socio Ambiental se toma los siguientes criterios:

Proyectos Nivel 1: Aquellos proyectos con alto riesgo socio – ambiental debido que el área de influencia presenta altos niveles de sensibilidad y las obras civiles que se tiene previsto desarrollar son de tal magnitud que pueden alterar el entorno natural, su biodiversidad, el tejido social, la organización económica y su riqueza cultural. Para este nivel se solicitará un estudio de Impacto Ambiental Detallado (Categoría **III**, según ley 27446).

Proyectos Nivel 2: Aquellos proyectos con moderado riesgo socio – ambiental debido que el área de influencia presenta moderados niveles de sensibilidad, sin embargo las obras civiles que se tiene previsto desarrollar no son de gran magnitud. Los efectos que se pueden presentar en este tipo de proyectos son fácilmente identificables. Para este nivel se solicitará un estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (Categoría **II**, según ley 27446).

Proyectos Nivel 3: Aquellos proyectos que presentan bajo riesgo socio-ambiental con la ejecución de obras. No se pone en riesgo el entorno natural, la biodiversidad, el tejido social,

la organización económica, ni la riqueza cultural. Para éste nivel se solicitará una Declaración de Impacto Ambiental. (Categoría **I**, según ley 27446).

Cuadro 15

Nivel de Riesgo Socio Ambiental

Tipo de Proyecto	Sensibilidad con el Medio		
	Alto	Medio	Bajo
Construcción Nueva	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2
Mejoramiento	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Rehabilitación/Reconstrucción	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3
Mantenimiento	De acuerdo a los lineamientos de las guías ambientales y lo indicado por la autoridad ambiental competente		

Fuente: Reglamento Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Conclusión

De acuerdo al tipo del proyecto y la sensibilidad del medio se determina la sensibilidad sobre el medio BAJO y el nivel riesgo 3, por lo cual el Estudio de Impacto Ambiental es de **CATEGORÍA I**, correspondiendo una **Declaración de Impacto Ambiental**.

3.2.4. Marco Legal

3.2.4.1. Normas Generales

Constitución Política del Perú

Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, del 15-10-2005

Decreto Legislativo N° 757 “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada”, del 13-11-91.

Ley N° 26786 “Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades”, del 13-05-1997.

Ley N° 27867 “Ley Orgánica de Gobiernos Regionales”

Ley N° 27972 “Ley Orgánica de Municipalidades”, del 06-05-2003.

Ley N° 28221, del 11-05-2004. Otorga Facultad a las Municipalidades sobre los materiales que acarrear y depositan las aguas en sus alveos o cauces.

Ley N° 27308” Ley Forestal y de Fauna Silvestre”, del 07-07-2000.

D.S N° 014-2001-AG “Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre”

Decreto Ley N° 17752 “Ley General de Aguas”, del 24-07-1969.

Ley N° 26821 “Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los RRNN”, publicada el 26 de junio de 1997.

Ley N° 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”, del 21-07-2000.

D.S N° 057-2004-PCM “Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos”, publicado el 24 de julio del 2004.

Decreto Supremo N° 019-71-IN “Reglamento de Control de Explosivos de Uso Civil”.

Ley 24656, Ley de Comunidades Campesinas

Decreto Legislativo N° 635, del 08 -04- 91”Delitos contra la Ecología”.

Ley N° 26410, del 02-12-94, crea “El Consejo Nacional del Ambiente CONAM”

Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

Ley N° 28296 “Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación”, del 21-07-2004.

D.S. N° 085 – 2003 - PCM “Reglamento de Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Ruido”

3.2.4.2 Normas específicas

Decreto Ley N° 25862 “Ley Orgánica del Sector Transportes y Comunicaciones

LEY N° 27791 Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Ley N° 27779, Ley Orgánica que Modifica la Organización y Funciones de los Ministerios. Del 10 de julio del 2002.

El D.S. N° 041-2002-MTC, del 22 de agosto del 2002, “Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, crea la Dirección General de Asuntos Socio-ambientales”.

Ley N° 26737 “Ley que regula la explotación de Materiales que acarrear o Depositán aguas sus Alveos o Cauces”

D.S. N° 013-97-AG, “Reglamento de la Ley N° 26737, que regula la explotación de materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces”.

Ley N° 28221, del 11-05-2004. Otorga Facultad a las Municipalidades sobre los materiales que acarrear y depositan las aguas en sus alveos o cauces.

D.S N° 011-93-TCC “las canteras de materiales de construcción ubicadas al lado de las carreteras de mantenimiento se encuentran afectadas a esta”

D.S.Nº 037-96-EM, del 25-11-1996, “Aprovechamiento de canteras de materiales de construcción”.

D.S. Nº 043-2006-AG “Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre” publicado el 13-julio-2006

D.S Nº 034-2004-AG “Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre”, del 17 septiembre del 2004.

Uso de Canteras en Proyectos Especiales

D.S. Nº 016-98-AG. Este dispositivo establece que las obras viales que ejecuta el MTC a través de proyectos especiales no están sujetas al pago de extracción.

- Seguridad e Higiene

Marco Institucional

Las actividades del presente proyecto involucran al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el INRENA y el INC.

Autoridad Competente

La ley general del Ambiente establece en su artículo 56º que "...el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), es la autoridad Ambiental Nacional y el ente rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Sus funciones y atribuciones específicas se establecen por ley y se desarrollan en su Reglamento de Organización y Funciones.

La Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D. Leg. Nº 757), establece las competencias sectoriales de los Ministerios para tratar los asuntos ambientales.

El Proyecto involucra actividades que son de competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; por lo tanto, este Ministerio se constituye en la autoridad competente para tratar los asuntos ambientales del Proyecto.

3.2.5. Descripción del Proyecto

3.2.5.1. Generalidades

A. Localización del camino vecinal

El camino vecinal, forma parte de la red vial de la provincia de El Dorado, departamento de San Martín, distrito de Santa Rosa. El tramo en estudio inicia en la localidad de San Juan de Talliquihui Km. 0+000 y finaliza en la localidad de Machupicchu Km. 18+833.

Ubicación política

Poblados : San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu

Distrito : Santa Rosa

Provincia : El Dorado

Departamento : San Martín.

1. Ubicación geográfica

El tramo en materia del presente estudio tiene una longitud total de 18.833 Km. y se desarrolla en la provincia de El Dorado, en el distrito de Santa Rosa, empezando en San Juan de Talliquihui hasta Machu Picchu.

Aspecto Cartográfico

Punto Inicial : San Juan de Talliquihui.

Altitud : 646.66 msnm

Coordenadas UTM Norte : 9265947.16

Coordenadas UTM Este : 326234.16

Punto Final : Machu Picchu.

Altitud : 316.30 msnm

Coordenadas UTM Norte : 9258070.71

Coordenadas UTM Este : 323767.76

3.2.5.2. Descripción de la etapa de Construcción del Proyecto

Principales Características Técnicas de la Vía

En concordancia con las metas propuestas en el estudio de Inversión y el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, el camino vecinal tendrá las siguientes características técnicas.

Cuadro 16*Características técnicas del camino vecinal mejorado*

Longitud	18.833 Km
Clasificación por su IMDA	T1 (16 - 50)
Clasificación por su función	Camino vecinal
Clasificación por el tipo de relieve	Carretera en terreno accidentado
Clasificación por el tipo de demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación por el tipo de obra por ejecutarse	Mejoramiento de la base existente a través de la colocación y conformación de una capa de afirmado con un espesor de 0.20m, con un ancho de plataforma de 4.50 m, proyectándose la construcción de Obras de Arte y Drenaje y así evitar su deterioro y dar mayor duración a la vía.
Velocidad directriz	30 Km/h
Radio mínimo	30.00 m
Radio mínimo excepcional	27.00 m
Ancho de plataforma	4.50 m
Pendiente longitudinal máxima	>8%, No exceder de 180 m.
Bombeo	2.0%
Cunetas triangulares	Sin revestir en tramos con pendiente longitudinal menor a 4 % (suelo adecuado) y revestidas para pendientes iguales o mayores a 4%

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.3. Metas Propuestas con el Proyecto:

Teniendo en cuenta el monto de inversión máximo, establecido en el documento de declaratoria de viabilidad, los lineamientos del estudio de Pre Inversión aprobado y la normatividad vigente, se han propuesto las metas para efectos del “Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado - San Martín”.

A continuación, se presentan las metas propuestas para el desarrollo del proyecto de mejoramiento de la vía a nivel de afirmado:

- Mejoramiento de la base existente a través de la colocación y conformación de una capa de afirmado con un espesor de 0.20m a lo largo de todo el tramo, dejándolo en óptimo estado de funcionalidad.
- Ancho de calzada de 4.50 m, con bermas de 0.45 m a cada lado.

- Construcción del Sistema de Drenaje Transversal consistente en la colocación de:
 - 01 alcantarilla circular de Tipo TMC Ø=36”, de longitudes de 24.20 m.
 - 05 alcantarillas circulares de Tipo TMC Ø=48”, de longitudes de 6.0 m, 11.8 m, 14.80m y 14.70m.
 - 03 alcantarillas circulares de Tipo TMC Ø=72”, de longitudes de 8.50 m y 18.50 m.
 - 33 alcantarillas Tipo Marco de 0.50m x 0.50m de concreto armado $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$.

- Construcción del Sistema de Drenaje Longitudinal consistente en la colocación de:
 - 13 badenes de dimensiones:
 $L=5.00\text{m}$ y $A=5.00\text{m}$; $L=5.00\text{m}$ y $A=5.50\text{m}$ $L=5.00\text{m}$ y $A=6.00\text{m}$ $L=5.00\text{m}$ y $A=6.20\text{m}$
 $L=5.00\text{m}$ y $A=6.50\text{m}$ $L=5.00\text{m}$ y $A=7.20\text{m}$ $L=10.00\text{m}$ y $A=6.00\text{m}$ $L=10.00\text{m}$ y $A=8.00\text{m}$
 conformados con piedra emboquillada (canto rodado) Ø=420 cm de concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$.
 - 03 pontones de concreto armado con dimensiones $L=5.00\text{m}$ y $A=4.00\text{m}$; conformados por dos estribos (pantalla central y aleros) y una losa con sardineles, todo de concreto armado $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Construcción de 18,833.00m de cunetas triangulares de tierra.

- Construcción de 37 plazoletas de cruce.

- Colocación de 319 señales preventivas, 34 reglamentarias, 12 informativas y 20 hitos kilométricos.

- Capacitación a la población usuaria en trabajos de mantenimiento vial preventivo, los cuales serán aplicadas en las faenas comunales que realizan.
- Actividades de conservación del ambiente, así como también reacondicionamiento de área de campamento y patio de máquinas.

3.2.6. Línea de base ambiental

3.2.6.1. Ubicación y ámbito del proyecto

Punto Inicial : San Juan de Talliquihui.

Altitud : 646.66 msnm

Coordenadas UTM Norte	:	9265947.16
Coordenadas UTM Este	:	326234.16
Punto Final	:	Machu Picchu.
Altitud	:	316.30 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9258070.71
Coordenadas UTM Este	:	323767.76

3.2.6.2. Área de influencia del proyecto

El análisis de los diversos elementos que conforman el medio ambiente, requiere de una delimitación previa de la zona en la que se desea conocer o analizar sus características particulares. Así el área de influencia tiene por objeto circunscribir una serie de aspectos o afectaciones ambientales a un área geográfica específica, sin embargo, dado el gran número de variables involucradas en un estudio ambiental y la complejidad de éstos, por cada aspecto o impacto analizado, sería necesaria la definición de una zona de influencia general, dentro de la cual se considera que se presentará la mayor parte de los impactos y beneficios generados por el proyecto “Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado - San Martín”.

3.2.6.2.1. Área de Influencia Directa (AID)

El área de influencia ambiental directa del proyecto, donde las obras y acciones necesarias para el mantenimiento de la carretera van a producir impactos perfectamente identificables y directos sobre los parámetros ambientales presentes en la zona aledaña a la vía; ha sido delimitada basándose en criterios geográficos espaciales y social demográficos; restringidos en aproximadamente 100 metros de ancho; 50 metros a cada lado del eje vial. Según esta definición y en base a la observación de campo y a la información recopilada en el área de estudio, se ha establecido como área de influencia directa del proyecto a los poblados y áreas de cultivo asentados a cada lado del eje de la vía.

Asimismo, se incluye en el área de influencia directa a las localidades de la San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu y los lugares destinados a canteras, depósitos de material excedente, campamentos, patio

de máquinas, etc., ya que el proyecto va a tener una incidencia directa sobre estos lugares durante la ejecución del proyecto.

3.2.6.2.2. Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de influencia indirecta es el área donde los impactos ambientales de la ejecución y operación del proyecto son indirectos y de menor intensidad.

En la determinación ambiental del área de influencia indirecta se ha tomado en cuenta el factor geográfico: es importante identificar la delimitación de la cuenca, sub cuenca o micro cuenca a la que pertenece el área de intervención y de las quebradas que delimitan el área de estudio; en el presente caso la carretera y el área de influencia directa geográficamente se ubica en la cuenca del río Sisa. Dentro de ésta zona geográfica se ubican centros poblados que de acuerdo a su composición, al ordenamiento geopolítico y a las áreas potencialmente productivas en la región, podrían ser afectados indirectamente por el proyecto.

Es importante señalar que las poblaciones del AII, ubicadas a mayor distancia que las indicadas en la AID están conformadas mayoritariamente por poblaciones de La Quinta, Nueva Santa Rosa, Nueva Tacabamba y Nuevo San Lorenzo, las cuales mantienen una relación con la vía donde se realizará el mejoramiento de la vía.

3.2.7. Línea de base física

3.2.7.1. Clima

La Provincia de El Dorado cuenta con un clima primaveral, benigno, templado y sub tropical húmedo diariamente, con temperaturas que oscilan entre los 20 °C y 32 °C en promedio durante todo el año, sin embargo, resulta cada vez más difícil definir con exactitud cuándo empiezan y cuando terminan las estaciones en casi toda la selva alta, porque se hace año a año más variable debido a la contaminación ambiental que viene sufriendo nuestro planeta tierra. Es por esto que solo se diferencia dos estaciones, el verano que se caracteriza por abundante sol y el invierno que es cuando se presentan los tiempos de lluvias, se puede diagnosticar que los tiempos de invierno están comprendidos entre los meses de octubre y marzo, que son los meses en donde se registran las máximas precipitaciones pluviales.

Fuente de Información

Para el presente estudio se ha considerado la información pluviométrica de la estación meteorológica del SENAMHI más cercana a la zona del proyecto, a continuación, se muestra el cuadro con los datos de ubicación de la estación:

Cuadro 17

Estación meteorológica Cercana a la Zona del Proyecto

Estación	Ubicación		
	Longitud	Latitud	Altitud
PLU CUÑUMBUQUE	76° 30'	06° 30'	240 m.s.n.m

3.2.7.2. Precipitación

La precipitación se origina de masas de aire de tipo tropical con alto contenido de humedad, provenientes de la cuenca, las cuales son elevadas por los vientos, ocasionando la pluviosidad en la zona. Las masas son de características inestables acentuándose estas condiciones de inestabilidad durante el verano. El régimen de las precipitaciones es estacional registrándose los valores más altos de octubre a diciembre y marzo a junio, originando el denominado periodo de lluvias coincidente con el periodo de avenidas o creciente de ríos y quebradas. Los valores mínimos anuales ocurren en los meses de junio y julio debido a las masas de aire superior que tienen su origen en los valles interandinos. Estas masas son frías, secas y estables y dan origen a un periodo de cielos despejados.

Para fines del presente estudio se ha considerado la información pluviométrica local disponible a fin de encontrar los valores de las precipitaciones e intensidades máximas que serán utilizadas para el diseño hidráulico de las obras de arte en general.

En la estación meteorológica PLU “CUÑUMBUQUE” (2010-2018), la precipitación anual promedio fue de 68.98 mm, Durante la época de estiaje, de junio a agosto, las precipitaciones descienden significativamente.

3.2.7.3. Hidrología

En todo el recorrido de la carretera, objeto del proyecto, se cuenta con 2 puntos de agua:

- **Quebrada Talliquihui:**

a) Por las características de ubicación del punto de agua, el acceso se realizará tanto por el punto inicial (Km 0+000), a través del Centro Poblado San Juan de Talliquihui.

Acceso: 0.00 km al punto inicial del tramo (Km. 0+000)

- **Quebrada Quinayacu:**

a) Por las características de ubicación del punto de agua, el acceso se realizará tanto por el punto final (Km 18+833), a través del Centro Poblado Machu Picchu.

Acceso: 0.240 km al punto final del tramo (Km. 18+833)

En el recorrido también existen otras fuentes pequeñas de agua que eventualmente pudieran usarse si es que la condición de caudal lo permite.

Para las obras de concreto se hará uso del agua potable de las localidades beneficiarias si es posible o por la distancia más cercana del Centro Poblado San Juan de Talliquihui.

3.2.7.4. Geología

La localidad de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza y Machu Picchu, geológicamente se encuentra en la unidad litoestratigráfica depósitos fluviales y la localidad de Milenium, Chontal y Nuevo Chanchamayo se encuentra en la formación Yahuarango; la columna estratigráfica para ambas localidades se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 18

Columna Estratigráfica

Era	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica
Cenozoico	Cuaternario	Holocena	Depósitos fluviales
	Paleógeno	Paleocena	Formación Yahuarango

Fuente: Mapa Geológico de la Cuenca Alto Mayo. Mesozonificación Ecológica Económica de la Cuenca Alto Mayo 2007

Depósitos Fluviales (Qh-fl)

Se constituye en la unidad más reciente. Comprende las acumulaciones fluviales recientes que se distribuyen a lo largo de la Cordillera Subandina y el llano amazónico, depositadas bajo la influencia de los sistemas hídricos que drenan la región.

Sedimentológicamente están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas no consolidadas. Conforman los lechos de los ríos, las planicies de inundación las llamadas terrazas bajas inundables.

En la cuenca del Alto Mayo se ha tenido reportes como lo efectuado en la localidad de Huasta, donde se tiene la presencia de conglomerados polimícticos subrecientes, los cuales se encuentran conforma los sistemas de terrazas bajas y altas o la denominada planicie aluvio fluvial.

Asimismo, en ambas márgenes de la Quebrada Talliquihui y Quinayacu se ha localizado secuencias de arenitas de grano fino inconsolidados a semiconsolidado que se intercalan con arcillitas gris verdosa, purpura y rojiza.

Formación Yahuarango (P-y)

Corresponde a un conjunto litológico de capas rojas continentales, que da comienzo a la depositación continental con pequeñas interrupciones de leves transgresiones marinas. Fue definido por Kummel, B. (1946), como miembro del Grupo Contamana, describiendo en la parte superior, limoarcillitas rojas (lodolitas rojizas), limolíticas; y en la base, conglomerados redondeados a subangulosos con estratificación sesgada.

Su distribución se manifiesta a lo largo de toda la Cordillera Subandina en forma de extensas franjas continuas y alargadas. Se encuentran configurando los sistemas de colinas y montañas bajas afectadas por estructuras deformacionales (anticlinal y sinclinal), con pendiente relativamente suave.

Se localiza al pie del gran escarpe de sobreescurrecimiento, que delimita la Cordillera “La Escalera” con el Llano Amazónico. Normalmente se encuentra suprayaciendo en contacto gradacional a la Formación Vivian.

Litológicamente está conformado por lodolitas y arcillitas compactas a friables, de tonalidad rojo a marrón rojizo, en ocasiones abigarrados, se encuentran intercalados con limolita blanco-

verdosas glauconíticas, material tufáceo, niveles calcáreos y areniscas rojizas con estratificación sesgada. Dentro de estas secuencias se presentan capas delgadas de yeso y anhidrita.

Por sus características litoestratigráficas y palinológicas se establece que la Formación Yahuarango se depositó en un ambiente netamente continental, el cual estuvo ligada a una sedimentación con flujos aluvionales y fluviales dentro de una zona depresionada. Esta característica nos permite asumir, que estuvo asociado a depósitos lagunares y palustres, originando la sedimentación de materiales finos pelíticos en un ambiente oxidante.

6.2.7.5 Fisiografía

En términos generales las características fisiográficas de la localidad La San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza y Machu Picchu presenta un paisaje de terrazas bajas y la localidad de Milenium, Chontal y Nuevo Chanchamayo presenta paisaje de montañas bajas, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 9

Fisiografía

Provincia Fisiográfica	Unidad Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje
Cordillera Andina	Tierras cálido a templado 14.5 – 25 °C 500 – 4000 mm 500 – 3500 msnm	Relieve montañoso colinado estructural plegado denudativo (cordillera subandina)	Montañas bajas	Laderas empinadas
		Llanura aluvial (ríos Mayo, Huallaga y afluentes)	Terrazas bajas	Drenaje bueno a moderado

Fuente: Mapa Fisiográfico de la Cuenca Alto Mayo. Mesozonificación Ecológica Económica de la Cuenca Alto Mayo 2007

3.2.7.5. Suelos capacidad de uso mayor

Suelos:

La zona del proyecto se encuentra en la siguiente clasificación taxonómica de suelo:

Cuadro 20

Clasificación Taxonómica de Suelo

SOIL TAXONOMY (1998)				SERIE
Orden	Sub Orden	Gran grupo	Subgrupo	
Entisol	Fluvents	Udifulvents	Mollic Udifulvents	Alto Mayo
Inceptisol	Aquepts	Endoaquepts	Aeric Endoaquepts	Rumi Bajo
	Udepts	Dystrudepts	Typic Dystrudepts	Cerro Amarillo

Fuente: Mapa de Suelos de la Cuenca Alto Mayo. Mesozonificación Ecológica Económica de la Cuenca Alto Mayo 2007

La localidad San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza y Machu Picchu, se encuentran en la asociación Alto Mayo – Rumi Bajo.

Asociación Alto Mayo – Rumi Bajo

Está conformada gran parte por los suelos de la serie Alto Mayo (70% de la asociación) y la serie RUMI BAJO (30% restante). Se encuentran distribuidos en terrazas bajas, de relieve plano, con pendientes dominantes de 0 a 5 %, periódicamente inundables a lo largo del río Mayo y en terrazas inundables de los ríos Yuracyacu y Naranjillo.

Serie Alto Mayo (Mollic Udifulvents)

Está conformada por suelos originados a partir de materiales fluviónicos recientes, depositados por las aguas del río Mayo y de algunos de sus afluentes. Ubicados en terrazas bajas, planas (0 a 5%), profundos; sin desarrollo genético, poco evolucionados, de color pardo a pardo rojizo oscuro; de textura media (franca).

Son de reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH 6.1 – 7.5); alto contenido de materia orgánica en la capa superficial; bajo contenido de fósforo y alto de potasio; la capacidad de intercambio catiónico varía entre 20 a 30 me/100 gr. de suelo y su fertilidad natural es media. Estos suelos son moderadamente bien drenados. Son aptos para cultivos en limpio con limitación por las inundaciones.

Serie Rumi Bajo (Aeric Endoaquepts)

Está conformada por suelos originados a partir de materiales aluviales, con perfil tipo A(B)C, limitados por la presencia de una napa freática superficial. Ubicados en terrazas bajas adyacentes al río Mayo, principalmente de relieve plano a ligeramente cóncavo. Poco profundos, de color pardo rojizo oscuro, con un horizonte C de colores grises claros a oscuro, de textura fina (arcilla).

Son de reacción ligeramente ácida (pH 6.1 – 6.5); contenido medio de materia orgánica; contenido medio de fósforo y potasio; la capacidad de intercambio catiónico fluctúa alrededor de 30 me/100 gr. de suelo y su fertilidad natural es baja. De drenaje imperfecto a pobre. Son aptos para cultivos en limpio, orientado principalmente al cultivo de arroz.

La localidad de Milenium, Chontal y Nuevo Chanchamayo se encuentra en la serie Cerro Amarillo.

Serie Cerro Amarillo (Typic Dystrudepts)

Conformados por suelos desarrollados a partir de materiales derivados de areniscas. Ubicadas en áreas de topografías moderadamente empinada a empinada.

Son suelos moderadamente profundos, con perfil tipo A(B)C, poco evolucionados genéticamente; de colores pardo a pardo amarillento, buen drenaje, de textura media a fina, estructura blocosa subangular; el horizonte C, de color pardo amarillento a amarillo rojizo, de consistencia friable y masivo.

De reacción varía de extremadamente ácida a moderadamente ácida (pH 4.5 a 6.0), alto contenido de materia orgánica en la superficie (4 a 7%) y bajo contenido de fósforo y potasio.

En los horizontes subsuperficiales son de reacción muy fuertemente ácida (pH 4.5– 5.0). Por sus características físico químicas y su pendiente, estos suelos son aptos para la producción forestal.

Capacidad de uso mayor

Con respecto a la capacidad de uso de suelo las localidades de San Juan de Talliquihui, Machu Picchu, se encuentran en tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo e inundación – asociados con tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo y drenaje.

La localidad de Nueva Esperanza se encuentra en tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo e inundación. Asociados con tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo y drenaje.

Las localidades de Milenium, Chontal y Nuevo Chanchamayo se encuentran en tierras para protección por limitación por pendiente y suelo. Asociados con cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelos.

3.2.7.6. Riesgo Geodinámico

Durante el reconocimiento de campo no se han observado fenómenos de geodinámica externa.

3.2.8. Medio biológico

3.2.8.1. Zonas de Vida

Según el sistema de clasificación de Holdridge la zona de estudio se encuentra ubicado en la zona de vida de **Bosque Pluvial Premontano Tropical (bp-PT)**.

3.2.8.2. Flora

Gran porcentaje del área de la zona del proyecto está intervenido por la agricultura (predominando el cacao), asimismo aledañamente se encuentran bosques aluviales (inundables) cuyas especies representativas son: aguajes (50%), tangaranas (8%), shimbillo (6%), renacos (6%), palo colorado (10%) y chusquea entre otros.

3.2.8.3. Fauna

A pesar de que la fauna en la provincia de El Dorado ha sido sometida a presiones constantes como la caza y la destrucción del hábitat natural para agricultura, en el diagnóstico participativo (PEAM-GTZ, 2004) la población reconoce 39 especies de mamíferos (anexo 4). Entre las que más se cazan están el achuni (*Nasua nasua*), cashacushillo (*Coendou bicolor*), chosna (*Potos flavus*), conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), majaz (*Agouti paca*), mono negro o martín (*Cebus apella*), cotomono (*Alouatta seniculus*), picuromama (*Dinomys branickii*), llullo puma (*Leopardus wiedii*).

Los pobladores distinguen 74 especies de aves de las 362 que pueden ocurrir en la zona, según rangos altitudinales y geográficos de distribución. La lista indicativa que se presenta, (ver anexo 5b) será sin duda actualizada conforme avancen los inventarios en la zona. Un rasgo notable es que ya se han registrado 150 especies de aves, entre las que figuran las 5 especies de Martín pescador que existen en la Amazonia.

Además, se reconocieron 15 especies de serpientes, de las que no todas han podido ser identificadas, aun cuando la mayoría de ellas tienen alguna utilidad o son percibidas como beneficiosas o nocivas. Las culebras (familia Colubridae) identificadas son: *Xenodon severus* (Yacujergón), *Chironius fuscus* (afaninga), y *Oxhyropus formosus* (aguaje machaco) *Micrurus* sp (Naca Naca o coral), la boa (familia Boidae) *Boa constrictor* (mantona), y las víboras venenosas (Viperidae) *Bothrox atrox* (jergón), *Bothriopsis bilineatus* (loro machaco) y *Lachesis muta* (shushupe). Otro reptil identificado es el *Polychrus marmoratus*, una lagartija conocida comúnmente en la zona como “camaleón”,

Asimismo, se conocen dos especies de sapo, *Bufo marinus* y *Bufo typhonius*, el leptodactylido terrestre, *Leptodactylus wagneri*, y las especies arborícolas (Familia Hylidae) *Hypsiboas geographicus*, *Hypsiboas lanciformis*, *Scinax ruber*, *Osteocephalus taurinus* y otra especie de *Osteocephalus*, que podría ser nueva para la ciencia.

En cuanto a peces se han reportado más de 50 especies (De Rham y Ortega, 1984, sin publicar), de los cuales la población utiliza alrededor de 20 en la alimentación, las de mayor tamaño. Al igual que en otros grupos, estudios más completos darán una lista más larga, con varias especies con valor ornamental, aunque una comparación con el trabajo de 1984 podría también servir para dar una idea del estado de conservación de los ambientes acuáticos.

Los peces nativos que destacan como fuente proteica son el boquichico (*Prochilodus nigricans*), bagre (*Sorobium spp.*), dentón (*Charax spp.*), fasaco (*Hoplias malabaricus*), pejesapo (*Pseudopimelodus bufonius*), acarahuasú (*Astronotus ocellatus*), pucahuicsa (*Erythrinus erythrinus*), shirui (*Hoplosternum littorale*) y carachama (*Hypostomus spp.*). En el río Mayo y cochas aledañas también existe mucha tilapia (*Oreochromis niloticus*), un pez introducido de África, que por su comportamiento agresivo y territorial desplaza a las especies nativas de la región.

3.2.9. Medio socioeconómico

3.2.9.1. Población

La Población total del departamento de San Martín, según el censo de Población y Vivienda de 1993, alcanza a 545,145 habitantes. En la provincia de El Dorado se registró una población de 37,721. En el distrito de Santa Rosa la población total ascendió a 3,174 habitantes. (INEI-Censo 2007), lo que equivale al 8.41% de la población de la Provincia de El Dorado y al 0.58% de la Población total del departamento de San Martín.

A nivel del distrito, dentro del cual pertenece el tramo, materia del presente proyecto, el 4.94% de la población total se ubica en el ámbito urbano y el 14,60% se encuentra en el ámbito Rural. Para la estimación de la población del proyecto, fue necesario realizar un censo poblacional en todos los Caseríos involucrados, el cual se realizó de manera coordinada con las autoridades respectivas y en los días libres de faena (sábado y domingo), a continuación, se mostrarán los resultados del Censo población realizado en el área de influencia del proyecto:

Cuadro 21

Población Involucrada en el PIP

Área de Influencia	Nombre	Categoría	Población
Directa	San Juan de Talliquihui	Centro Poblado	1,469
	Nueva Esperanza	Centro Poblado	1,306
	Milenium	Centro Poblado	571
	Chontal	Centro Poblado	657
	Nuevo Chanchamayo	Centro Poblado	1,330
	Machu Picchu	Centro Poblado	1,445
Total			6,778

Fuente: Encuestas y entrevistas a los pobladores de la zona

La población beneficiaria total se ha estimado en 6,778 habitantes. Con un total de 1356 familias asentadas en la zona.

A nivel del distrito, dentro del cual pertenece el tramo, materia del presente proyecto, el 4.94% de la población total se ubica en el ámbito urbano y el 14,60% se encuentra en el ámbito Rural.

Cuadro 22

Población Actual Total Proyectada.

Descripción	Nº de Personas
Tasa de Crecimiento Anual (*) → (Tc)	2.60%
Periodo de Cálculo (Año) → (n)	10
Población al 2015 (Háb) $P_f = P_i \times (1+r^*t)$	6,778

Fuente: Elaboración Propia

(*) Según el último Censo del 2007 a nivel de todo el Dpto. de San Martín.

3.2.9.2. Vivienda

En las comunidades rurales, las viviendas de los pobladores constituyen el más claro exponente de la importancia de los bosques para su existencia, casi en su integridad están

construidas con elementos del bosque. El 90 % de la población tienen sus paredes de madera, el piso constituido por un 95% de tierra y el 99% el techo está constituido de calaminas. Para los cercos se usan rajas de maderas duras o también los llamados cercos vivos.

Cuadro 23

Material predominante en las paredes de las viviendas

Categorías	Casos	%	Acumulado %
Ladrillo o Bloque de cemento	24	21.62 %	21.62 %
Adobe o tapia	4	3.60 %	25.23 %
Madera	50	45.05 %	70.27 %
Quincha	31	27.93 %	98.20 %
Estera	1	0.90 %	99.10 %
Otro	1	0.90 %	100.00 %
Total	111	100.00 %	100.00 %

Fuente INEI: Censos nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

3.2.9.3. Salud

En la zona del proyecto no se observa adecuadas condiciones de higiene lo cual está relacionado a diversas enfermedades que se presenta en la población. Existe Puesto de Salud Comunal solo en las localidades de aledaños a la vía, pero los Centros Poblados con más auge como la de San Juan de Talliquihui, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu, cuentan con sus Centros de Salud desde el cual se atiende a los pobladores de localidades aledaños; ellas brindan sólo servicios de primeros auxilios.

El Puesto de Salud de San Juan de Talliquihui Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu, cuenta cada una con personal, destinado para brindar el servicio de salud formado por 1 enfermero, y la cantidad de beneficiarios del SIS total asciende a 1400 personas de las tres comunidades beneficiarias, cabe mencionar que el algunos Centros Poblados aledaños a la vía no cuenta con este servicio motivo por el cual sus pobladores tienen que trasladarse.

Cuadro 24

Establecimientos de Salud

Localidad	Establecimientos	
	Puesto de Salud comunal	Centro de Salud
S,J. Talliquihui, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu	0	4

Fuente: Centro de Salud CC.PP. San Juan de T. – Chontal – Nuevo Chanchamayo – Machu Picchu

Las enfermedades más frecuentes o endémicas son las infecciones respiratorias agudas, seguidas de las enfermedades parasitarias, diarreicas agudas y no agudas y siendo la caries dental otro factor de morbilidad en las Localidades inmersas en el proyecto, pero que no son atendidas en las mismas.

Cuadro 25

*Diez primeras causas de morbilidad en consulta externa. Enero a noviembre – 2018
P.S.C DE San Juan de Talliquihui – Chontal – Nueva Chanchamayo - Machu Picchu*

Nº ORDEN	MORBILIDAD	CANTIDAD	%
1	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	101	43%
2	Otras helmintiasis	15	6%
3	Faringitis aguda y amigdalitis aguda	5	2%
4	Otras enfermedades del sistema urinario	0	0%
5	Otras infecciones con un modo de transmisión predominante sexual	0	0%
6	Otras enfermedades infecciosas y parasitarias	81	35%
7	Otras anemias	8	3%
8	Caries dental	12	5%
9	Otros trastornos de los dientes y de sus estructuras de sostén	0	0%
10	Micosis	2	1%
LAS DEMAS CAUSAS		10	4%
TOTAL		234	100%

3.2.9.4. Educación

En las localidades beneficiarias del proyecto existen centros educativos de Nivel Inicial, Primarios y secundarios. En los Centros Poblado de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu que cuentan con una plana docente adecuada y niña capaz de aprender de ellos, pero el mal estado del tramo a veces dificulta el traslado del mismo en épocas de lluvia, interrumpiendo su afán de aprender.

En las Instituciones Educativas de los Centros Poblados, la plana docente se orienta a la formación integral del educando para su actuación dentro de la sociedad, generando cambios positivos en la población estudiantil.

A continuación, se detallan algunos datos de la comunidad educativa en las localidades en estudio del Distrito.

Cuadro 26*Datos de las I.E. para el Periodo Lectivo 2019*

N° aulas	N° de Alumnos	N° de Profesores	N° Secciones
25	1151	55	25

Fuente: Encuesta Propia

3.2.9.5. Actividades Económicas

La actividad económica que se sustenta en la zona donde se realizará el presente proyecto es la actividad agrícola y en menor escala la actividad ganadera.

La actividad agrícola destinada a la comercialización y al autoconsumo, con ciertas limitaciones para su transporte hacia los mercados de consumo. Teniendo como un recurso fundamental para la producción agropecuaria al recurso suelo.

Dentro de los principales cultivos que tiene la zona podemos destacar al café, en segundo el arroz, en tercer el plátano y en menores cantidades maíz, yuca, papaya, piña, verduras y otros.

Las condiciones actuales de la vía, con su deterioro e intransitabilidad, impide el desarrollo de la actividad agrícola y su comercialización, por ello los pobladores se limitan, a sembrar y producir, para llegar a cubrir los costos de transporte hacia los mercados de consumo, y para atender sus necesidades básicas.

3.2.10. Identificación y evaluación de impactos ambientales

La Declaración de Impacto Ambiental del presente proyecto, considera la importancia del mejoramiento de la infraestructura vial para permitir una mejor transitabilidad y volumen de tráfico, integrando las áreas productivas hacia los mercados de las provincias de El Dorado, Tarapoto, Moyobamba, Rioja y el mercado externo.

Con el presente estudio se busca que se ejecute la obra teniendo en cuenta todas las consideraciones para disminuir los impactos ambientales negativos en el ambiente y de esta manera garantizar la sostenibilidad del proyecto, para lo cual plantea las alternativas de mitigación según el componente ambiental afectado.

3.2.10.1. Identificación de Impactos Ambientales

6.2.10.1.1. Metodología

La metodología utilizada para la identificación y evaluación de impactos del proyecto se basa en el uso de la matriz Leopold que es un método de suma utilidad para la valoración de diversas alternativas de un mismo proyecto y es básicamente una matriz de causa – efecto.

Por constituir un cuadro de doble entrada, en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones del proyecto que posiblemente tengan lugar y sean causa de los posibles impactos.

Cada cuadrícula de interacción se divide en diagonal, para consignar, recomendablemente en la parte superior la magnitud del impacto precedido por el signo (+) o (-), según el impacto sea beneficioso o perjudicial, en una escala de valores de 1 al 10 (representándose por 1 la alteración mínima y por 10 la alteración máxima). Mientras en la parte inferior de la diagonal se consigna el nivel de importancia, cuya intensidad o grado de incidencia se fija en una escala de 1 a 10.

La Matriz de Leopold es un método universalmente empleado para realizar la evaluación del impacto ambiental que puede producir un determinado proyecto. En sí, es una matriz interactiva simple donde se muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores o componentes ambientales posiblemente afectados en el otro eje de la matriz. Cuando se presume que una acción determinada va a provocar un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de la intersección de la matriz y se describe además su magnitud e importancia

Se debe considerar que sí bien la identificación y valoración de impactos ambientales a través de la Matriz de Leopold es de carácter cualitativo, se ha intentado minimizar la subjetividad natural de este tipo de estudios mediante la interpretación y análisis de los resultados.

Un primer paso para la utilización de Matriz de Leopold consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual primero se consideran todas las actividades

principales del proyecto que podrían provocar un impacto ambiental (columnas). A continuación se requiere considerar todos aquellos factores ambientales asociados con estas actividades (filas), trazando una diagonal en las cuadrículas correspondientes a la columna (acción) y fila (factor) consideradas.

Una vez hecho esto para todas las acciones, se tendrán marcadas las cuadrículas que representen interacciones (o efectos) a tener en cuenta. Después que se han marcado las cuadrículas que representen impactos posibles, se procede a una evaluación individual de los más importantes; así cada cuadrícula admite dos valores:

- Magnitud, según el número de 1 a 10, en el que 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado, y 1 la mínima. Se anota en la parte superior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal.
- Importancia (ponderación), que da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones. Se anota en la parte inferior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal.

Los valores de magnitud van precedidos de un signo positivo (+) o negativo (-), según se trate de efectos en provecho o desmedro del medio ambiente, respectivamente, entendiéndose como provecho a aquellos factores que mejoran la calidad ambiental.

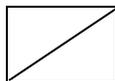
La forma como cada acción propuesta afecta a los parámetros ambientales analizados, se puede visualizar a través de los promedios positivos y promedios negativos para cada columna y fila de la matriz.

Con los promedios positivos y negativos no se puede saber que tan beneficiosa o negativa es la acción propuesta, para definir esto se recurre al promedio aritmético.

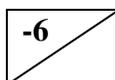
Para obtener el valor en el casillero respectivo, sólo basta multiplicar el valor de la magnitud con la importancia de cada casillero, y adicionarlos algebraicamente según cada columna. De igual forma las mismas estadísticas que se hicieron para cada columna deben hacerse para cada fila.

En síntesis, para elaborar la Matriz Leopold, se aplicaron los siguientes procedimientos: Se identifica las actividades principales de su propuesta que podrían provocar un impacto ambiental. Se anota éstas en la primera fila de la matriz (lo que forma la cabeza de las columnas).

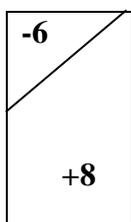
- Se identifica los impactos ambientales asociados con estas actividades en la primera columna (lo que forma la cabeza de las filas).
- En cada celda donde hay una intersección entre una actividad y su impacto ambiental colocar una línea diagonal.



- En el parte superior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal, calificar la magnitud del impacto utilizando las tablas de “calificación de la magnitud e importancia”. Nótese que esta calificación debe ser un número negativo para un impacto negativo y positivo para un impacto positivo (rango posible: -10 hasta +10).



- En el parte inferior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal, calificar la importancia del impacto utilizando las tablas de “calificación de la magnitud e importancia”. Nótese que esta calificación siempre es un número positivo (rango posible: +1 hasta +10).



- Para determinar el valor de cada celda se debe multiplicar las dos calificaciones (rango posible: -100 hasta +100).

$$\begin{array}{|c|} \hline -6 \\ \hline +8 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline -48 \\ \hline \end{array}$$

- Una vez obtenidos los valores para cada celda se procede a determinar cuántas acciones del proyecto afectan el medio ambiente, desglosándolas en positivas y negativas.

De igual forma se determina cuántos elementos del ambiente son afectados por el proyecto, separándolos también en positivos y negativos.

- Al ser calificadas todas las celdas relevantes, se hace una sumatoria algebraica de cada columna y fila para así poder registrar el resultado en el casillero de Agregación de impactos, indicando así cuán beneficiosa o detrimental es la acción propuesta y cuán beneficiado o perjudicado es el factor ambiental.
- Finalmente, si se adicionan por separado los valores de la agregación de impactos tanto para las acciones como para los componentes ambientales, el valor obtenido deberá ser idéntico (representado por el valor de la celda inferior derecha de la matriz). Si el signo de este valor es positivo, todo el proyecto para la etapa de análisis producirá un beneficio ambiental. Si el signo es negativo, el proyecto será detrimental y de ser necesaria su ejecución, deberán tomarse medidas de corrección o mitigación para las acciones que mayor detrimento ambiental causen (las que tengan el más alto puntaje negativo en la agregación de impactos).
- Se recomienda que se realice un análisis de la matriz Leopold en la siguiente manera: calcular la media y la desviación estándar de la suma de las columnas o filas. Los valores que están más grandes que una desviación estándar de la media, son los impactos/actividades en donde se debe enfocar las preocupaciones ambientales y cualquier plan de manejo ambiental o actividad mitigante.

Observaciones:

- Rango de Magnitud = -10 hasta +10; Rango de Importancia = +1 hasta +10
- Valor de cada celda = Magnitud x Importancia; Rango de Valor de cada celda = -100 hasta +100.
- Total = Suma algebraica del valor de las celdas en cada columna o fila.

Tablas de calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para su uso con la matriz Leopold.

Tabla 1*Calificación de Impactos Negativos*

MAGNITUD			a) IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Tabla 2*Calificación de Impactos Positivos*

b) MAGNITUD			c) IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

A continuación, se presenta la escala de valoración de los impactos ambientales:

- 0 – 20 : No significativo
 21 – 40 : Menor significancia

41 – 60	:	Medianamente significativo
61 – 80	:	Significativo
81 – 100	:	Altamente significativo

6.2.10.1.2. Método de Análisis

6.2.10.1.2.1. Identificación de los Impactos Ambientales Potenciales

6.2.10.1.2.1.1 Selección de Componentes Interactuantes

6.2.10.1.2.1.1.1. Actividades con potencial de causar impacto

Etapa de construcción

- Construcción y operación de campamentos.
- Movimiento de tierras.
- Extracción de material de canteras.
- Transporte de material.
- Conformación de pavimento.
- Construcción de obras de arte y drenaje

6.2.10.1.3. Identificación de impactos ambientales

Fuentes de Impacto Ambiental	Ocurrencias	Códigos Habilitados
<i>A. Por la ubicación física y diseño</i>	Sí / No	
- ¿La obra se ubica dentro de un área natural protegida y/o zona arqueológica?	No	
- ¿El trazo de la vía recorre laderas propensas a erosión?	No	
- ¿El trazo de la vía cruza laderas con vegetación?	No	
- ¿El trazo de la vía cruza cursos de agua o quebradas?	Si	
- ¿Es posible encontrar material suelto en las zonas con pendiente pronunciada?	No	
- ¿El almacén de combustibles, lubricantes y otros compuestos químicos tiene piso de tierra?	No	
- ¿La vía carece de protección vegetal en la margen superior?	No	
- ¿La vía carece de cunetas?	Si	
- ¿La vía carece de badenes o alcantarillas en zonas necesarias?	Si	
- ¿Se extraerá material de lomas, colinas o cerros?	No	
- ¿Se cruzan caminos, veredas o trochas usadas por animales?	No	
- ¿La comunidad beneficiaria, o comunidades involucradas estuvieron desinformadas respecto al proyecto?	No	

B. Por la ejecución		
- ¿Existe la posibilidad de afectar bosques naturales?	No	
- ¿Se utilizará maquinaria pesada?	Si	15,16,17,19,22,24,25,27
- ¿El material sobrante de las excavaciones será abandonado en el lugar?	No	
- ¿Se construirán obras de arte?	Si	6,7,8,9,17
- ¿Será necesario conformar plataformas?	Si	27,29
- ¿El material obtenido del corte de taludes puede obstruir una quebrada?	No	
- ¿Se transportará materiales por terrenos de cultivo?	No	
- ¿Se utilizarán explosivos?	No	
- ¿Existe la posibilidad de desenterrar basura?	No	
- ¿Será necesario talar árboles?	No	
- ¿Las excavaciones pueden afectar las raíces de los árboles cercanos?	No	
- ¿Se utilizará madera de bosques locales para las instalaciones?	No	
- ¿Los agregados provienen de canteras locales?	Si	17,26,27
- ¿Se abrirán trochas para llegar a la obra?	No	6,7,8,12,15,17
- ¿Existe la posibilidad de encontrar agua subterránea?	No	
- ¿Se usarán agregados de otro lugar?	Si	1,11
- ¿Se utilizarán agregados de un curso de agua cercano?	No	
C. Por la operación		
	No	
- ¿Se carece de una Organización Comunal que administre y opere el proyecto?	No	
- ¿Los beneficiarios distorsionan el uso de las obras?	No	
- ¿Se carece de un reglamento de operación y mantenimiento de las obras del proyecto?	No	
D. Por el mantenimiento		
- ¿Se carecen de acuerdos formales para el mantenimiento de la infraestructura?	No	
- ¿El Ministerio de Transportes carece de los datos del proyecto?	No	

* Marque con un círculo para validar los códigos de la última columna de la derecha.

Tabla 3*Identificación y análisis de Impactos Potenciales - Medidas de Control Ambiental*

Código	Impacto potencial	Medidas de Control Ambiental
8	Alteración del balance hídrico	<ul style="list-style-type: none"> - Proteger suelos descubiertos: pastos y gramíneas - Evitar la tala de vegetación arbustiva - Manejo del recurso hídrico (dotaciones, coordinaciones) - Obras hidráulicas
16	Pérdida de suelos y arrastre de materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar gramíneas y reforestar en las áreas intervenidas - Obras de infraestructura: muros, diques, mampostería, drenes, etc. - Manejo de suelos
19	Ruidos fuertes	<ul style="list-style-type: none"> - Usar tapones para el oído - Construir caseta con material aislante - Usar silenciadores en la fuente del ruido - Vigilancia médica permanente - Reducir el ruido y el tiempo de exposición.
27	Accidentes fatales	<ul style="list-style-type: none"> - Cursos en Seguridad en el trabajo, Medio Ambiente y Salud. - Señalamiento en puntos críticos de alto riesgo en el proyecto.
29	Falta de sostenibilidad del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación en Evaluación de Impacto Ambiental, medio ambiente y gestión ambiental - Organizar la Junta Administradora del proyecto y el comité de vigilancia - Difusión del proyecto en asambleas, cursos, charlas, talleres y entrega de manuales y cartillas - Incluir medidas de protección de las estructuras - Coordinación interinstitucional - Manuales de operación y mantenimiento - Contrapartida de presupuestos garantizados con otras instituciones (municipios) - Operación y mantenimiento adecuado de sistemas, instalaciones e infraestructuras.

Fuente: Elaboración propia

3.2.10.1.4. Evaluación de impactos ambientales potenciales

A continuación, se presenta la matriz de Leopold de evaluación de impactos ambientales.

MATRIZ DE LEOPOLD			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN														OPERACIÓN Y			VULNERABILIDAD DE																			
			ACCIONES DEL PROYECTO			MEJORAMIENTO DE LA VIA - AFIRMADO							OBRAS DE ARTE Y DRENAJE							MANTENIMIENTO			FACTORES AMBIENTALES																
						CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	ROCE Y LIMPIEZA	CORTE EN MATERIAL SUELO	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	RELLENO CON MATERIAL PROPIO EXCEDENTE DE CORTE	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	AFIRMADO e=0.20m	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS CON EQUIPO	REFINER NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS A MANO	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	MANTENIMIENTO DEL AFIRMADO	MANTENIMIENTO DE OBRAS DE ARTE	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	PROMEDIO ARITMÉTICO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL												
																												IMPACTOS AMBIENTALES				MANTENIMIENTO				FACTORES AMBIENTALES			
IMPACTOS AMBIENTALES			MANTENIMIENTO				FACTORES AMBIENTALES																																
FACTORES AMBIENTALES	ABIÓTICO	SUELO	Relieve	-1	-3	-3	-3	-1	-1	-1	3	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-31.0	-19	26	-41	94														
			Calidad	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-26.0	-18	17																
			Erosión	-1	+2	+2			-1	+1		-1	+1									-6.0	-4			6													
		AGUA	Superficial		-2	-2	+1	-2	+1	-2	+1	-2	+1	-2	+1	-2	+1	-2	+1	-2	+1	-25.0	-25	13															
				Calidad	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-17.0	-17	17															
				Ruido	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-19.0	-19	17															
	BIÓTICO	FLORA	Árborea	-1	+1	+2	+2			-1	+1										-8.0	-05	06																
			Arbustiva	-1	+1	+2	+2			-2	+1										-16.0	-10	07																
		FAUNA	Silvestre	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-12.0	-12	12															
			Acuática									-1	+1				-1	+1			-3.0	-03	03																
	SOCIO ECONÓMICO	POBLACIÓN	Calidad de vida		-2	+1	-2	+1	-2	+1	-2	+1				-2	+1			-2	+1	-17.0	-17	09															
			Salud y seguridad		-2	+1	-2	+1	-2	+1	-2	+1				-2	+1			-2	+1	-17.0	-17	09															
ECONOMÍA		Comercio	1	+1	4	+1	4	+1	5	+4	3	+1	3	+1	5	+4	1	+1	2	+1	2	+4	2	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	102.0	45	32
		Empleo	3	+1	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	5	+4	335.0	86	68
N° Impactos (-)			4.00	11.00	11.00	7.00	9.00	9.00	6.00	7.00	7.00	5.00	5.00	5.00	6.00	7.00	7.00	6.00	4.00	8.00																			
N° Impactos (+)			2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	240.00	-35		240															
			0.00	-7.00	-5.00	7.00	26.00	11.00	11.00	35.00	11.00	14.00	16.00	14.00	14.00	19.00	19.00	30.00	17.00	8.00																			

⊕ **Impactos Negativos**

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Impactos Positivos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Analizando la matriz de evaluación de impacto ambiental (matriz Leopold), el factor ambiental que tiene mayor impacto ambiental negativo es el suelo (-41), seguido del aire (-36), población (-34), agua (-25), fauna (-15), flora (-15) y respectivamente. El mayor impacto positivo es en el factor socioeconómico en economía con un valor de 131 (impacto ambiental positivo significativo).

La valoración relativa de todo el proyecto es de -35, que le ubica en el rango de 21-40 (menor significancia) y que cuyos impactos negativos pueden ser revertidos con las respectivas medidas de mitigación (atenuando los impactos negativos a mayor de 60%).

La incidencia total sobre los factores ambientales es 240, lo cual resulta medio.

En conclusión, el proyecto es **VIABLE** desde el punto de vista ambiental.

3.2.11. Descripción de impactos ambientales

3.2.11.1. Descripción de los Principales Impactos Ambientales

Como el proyecto se refiere a una obra existente que requiere mejoramiento, se estima que la ocurrencia de impactos ambientales estará asociada básicamente al manejo de las áreas de uso temporal (campamentos, patios de máquinas, canteras). En menor medida se presentan en los frentes de trabajo de la obra propiamente dicha, como en el movimiento de tierras (corte y relleno) a lo largo de la vía, conformación de pavimentos y construcción de obras de arte y drenaje.

3.2.11.1.1. Etapas de Construcción

(a) Impactos negativos

- **Perturbación de la tranquilidad en la población**

Los habitantes de los caseríos y poblados que se ubican adyacentes a los lugares en donde se trabajará, podrían ver perturbada su tranquilidad, debido a que durante el proceso de construcción, los equipos y maquinarias empleados generarán ruidos y vibraciones. Además, el movimiento de tierras, extracción material de canteras, el transporte de

material y la conformación de pavimentos, producen material particulado (polvo), que causarían problemas respiratorios, oculares y alérgicos.

- **Incremento de gases de combustión**

Uno de los potenciales impactos en la calidad del aire será producido por la emisión de gases, tales como: dióxido de azufre (SO₂), hidrocarburos, monóxido de carbono, dióxido de carbono (CO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), provenientes del funcionamiento de las maquinarias y vehículos diesel; principalmente, durante las operaciones de extracción de material de cantera y en los movimientos de tierra (cortes, rellenos, conformación de pavimentos, etc).

Sin embargo, se considera que las emisiones serán de magnitud baja, muy dispersas; por lo tanto, dichas emisiones no causarán mayor efecto en la calidad del aire del lugar, debido que el área intervenida es una zona abierta con la presencia de vientos moderados que favorecen la dispersión de dichas emisiones, reduciendo sustancialmente su poder contaminante.

- **Contaminación de los suelos**

Pérdida de calidad edáfica y de la vegetación circundante, debido a derrames de lubricantes, combustibles y grasas de vehículos, maquinarias y equipos, por mal manejo, vertidos accidentales o disposición inadecuada sobre los suelos. Esta situación se presenta latente en toda la zona de trabajo; sin embargo, de acuerdo a la experiencia, los problemas de contaminación de suelos ocurren principalmente en los patios de máquina, depósito de cemento y zonas aledañas.

Del mismo modo, durante el proceso de desmantelamiento de las instalaciones, pueden quedar pisos de concreto, paredes, recipientes u otros elementos contaminantes en los alrededores.

Se aclara que los lubricantes y las grasas al derramarse sobre la superficie, no sólo se quedan a nivel superficial, sino que llegan a filtrarse hasta 10 cm de profundidad.

- **Erosión**

La erosión en los suelos durante la construcción de obras de arte en cauces con regímenes permanentes, generaría erosión y posible socavación, por agentes naturales, en las riberas ante la necesidad de desviar los cauces provisionalmente; además, durante las actividades

de movimiento de tierras, extracción de materiales de cantera, conformación de pavimentos, se daría por agentes mecánicos. Sin embargo, este efecto podrá minimizarse con el empleo de un método constructivo que proteja los suelos de la erosión y socavación.

- **Compactación de suelos**

La compactación de suelos de fundación con estructuras naturales de subdrenaje que pudieran afectarse posteriormente a la labores de construcción, será mitigado con la ejecución de sub drenajes de ser el caso.

- **Incremento de los niveles de ruido**

El funcionamiento de la maquinaria y de los vehículos de trabajo, durante del desarrollo de las actividades de la obra en sí, generará un incremento de los niveles de ruido ambiental en estas áreas. Sin embargo, por la naturaleza de dichas operaciones, las emisiones serán por lo general menores, no existiendo en las áreas próximas elementos frágiles que sean vulnerables a este tipo de contaminante como ecosistema especial que pudiera ser afectado, a excepción del personal de obra cuya protección estará bajo la responsabilidad del contratista de obra.

- **Incremento de partículas suspendidas**

La polución del aire por polvo se producirá principalmente durante las actividades de extracción y transporte de material de cantera, así como, durante los movimientos de tierra y conformación de pavimentos.

- **Sedimentación en los cursos de agua**

La probable afectación de la calidad de las aguas superficiales está referida a la extracción inadecuada de materiales de cantera, movimiento de tierras, conformación de pavimentos y a la construcción de obras de arte para el cruce de quebradas y canales de riego. Estos trabajos podrían generar el incremento de los niveles de turbidez y/o sólidos en suspensión en los recursos hídricos, comprometiendo a las parcelas que se ubican en la parte baja.

- **Contaminación de los cursos de agua**

Otro aspecto está referido a la falta de información o conciencia de muchos trabajadores, quienes generalmente lavan su ropa, vehículos, maquinarias y/o equipos sobre los cursos

de agua. Lo cual origina que se contamine con aceites y grasas, no sólo la ribera, sino el ecosistema aguas abajo.

- **Alteración del paisaje**

Durante esta etapa, el paisaje actual presentará mínimos cambios, debido a la pérdida de cobertura vegetal por desbroce, deslizamientos, explotación de las canteras y construcción de campamentos (incluidos rellenos, silos) y algunos cortes para ensanchar la vía.

- **Interrupción parcial del tránsito vehicular local**

El movimiento de tierras, conformación del pavimento, construcción de obras de arte y drenaje, la mayor presencia de vehículos, maquinarias y trabajadores, en la zona del proyecto, alterará el normal desenvolvimiento del tránsito local.

- **Reducción de la cobertura vegetal**

Este impacto se producirá durante la construcción de campamentos y remoción de material para canteras. Las canteras y su entorno más próximo se caracterizan por cobertura vegetal de baja a mediana densidad, compuesto por especies arbóreas y arbustivas propias de la zona. Debido a la pequeña dimensión de las áreas a ser intervenidas con los fines mencionados, con relación a la amplitud del ecosistema de este lugar.

- **Perturbación de la fauna local**

Las operaciones de construcción de campamentos, extracción de material en canteras y durante el desplazamiento de la maquinaria, podrían ocasionar perturbación en la fauna local. Se estima que el incremento de la presencia humana y de maquinarias durante el proceso constructivo de la obra no causará mayor perturbación en la fauna, pues no hay riesgo de procesos migratorios. Debido a la pequeña dimensión de las áreas a ser intervenidas con los fines mencionados, con relación a la amplitud del ecosistema de este lugar.

- **Afectación a la salud pública**

La emisión de material particulado (polvo y gases) durante los movimientos de tierra (corte y relleno), transporte de material y conformación de pavimentos, podrían afectar la salud de los habitantes lugareños en la zona adyacente a la obra y por donde se desplazan los vehículos, que podría manifestarse con enfermedades bronquio pulmonar alérgicas.

- **Afectación de la salud del personal de obra**

El riesgo de ocurrencia de este impacto recaerá exclusivamente sobre el personal de obra, y sería ocasionado por la emisión de gases y polvo generado por la extracción de material de las canteras, durante el movimiento de tierras, excavaciones, preparación de mezclas y vaciado de concreto, conformación de pavimentos, etc.

3.2.11.1.2. Etapa de Mantenimiento

(ii) Impacto positivo

- **Afianzamiento vial**

El mejoramiento de ésta vía, facilitará la comunicación de los caseríos y centros poblados del área de influencia del proyecto, esto traerá beneficios en la comercialización de productos y en el acceso a los servicios públicos.

- **Oportunidad de Trabajo**

Al contarse con una vía mejorada, los beneficiarios de la localidad de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu, ejecutarán actividades de mantenimiento vial rutinario anual como periódico, para ello, requerirán de mano de obra no calificada de la zona.

- **Dinamización del comercio local**

Una vez que la vía entre en operatividad permitirá que los productos agropecuarios, sean trasladados con facilidad, en menor tiempo y con menor costo de transporte a las ciudades de Tarapoto, El Dorado, Moyobamba, Rioja, Nueva Cajamarca, etc, mercados que forman parte del corredor económico establecido en la zona.

3.2.12. Estrategia ambiental

3.2.12.1 Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental está orientado a la ejecución de acciones preventivas y/o correctivas y las medidas de mitigación de impactos ambientales, orientados a evitar o mitigar los impactos negativos a niveles aceptables en el área de influencia del proyecto.

a. **Durante el proceso constructivo** es probable que se perturbe la tranquilidad de los pobladores que residan cerca a los lugares en donde se trabajará, por lo que será necesario adoptar las siguientes medidas

- Se exigirá al contratista de obra, el uso de silenciadores y el óptimo funcionamiento de los mismos, para aminorar la emisión de ruidos como consecuencia del empleo y movimiento de las maquinarias, vehículos y equipo. Es por ello, que dentro de los ítems de calificación de postores en el proceso de selección para designación del contratista de obra, se exigirá asumir el compromiso de cumplimiento de esta medida de mitigación.
- Se recomienda el humedecimiento diario en todas las áreas de trabajo, para evitar la emisión de material particulado (polvo). La disposición de materiales excedentes será efectuada cuidadosamente, de manera que el material particulado originado sea mínimo. El humedecimiento de las áreas de trabajo, se realizará en forma interdiaria, a partir del inicio de los trabajos de movimiento de tierras y explotación de canteras.
- Los materiales transportados deben ser humedecidos adecuadamente y cubiertos para evitar su dispersión.

b. **Para evitar la posible contaminación de los suelos**, se deben considerar las siguientes medidas:

- Se dispondrá de sistemas adecuados para la eliminación de residuos sólidos, se dotará al campamento de un sistema de limpieza, que incluya el recojo de basura y su traslado a un micro relleno sanitario.
- En los campamentos se instalarán sistemas para el manejo y disposición de grasas y aceites; para ello es necesario contar con recipientes herméticos para la disposición de residuos de aceites y lubricantes, los cuales se dispondrán en lugares adecuados para su posterior eliminación.
- Si existen derrames de concreto sobre la superficie del suelo, de inmediato se realizarán las acciones correspondientes para la limpieza del mismo y serán eliminados en las áreas seleccionadas para la disposición de material excedente.
- Además se sellarán los pozos sépticos, pozas de tratamiento de aguas negras y el desagüe, como parte del acondicionamiento del área ocupada por el campamento provisional de obra.

- Se considerará la posibilidad de donar las instalaciones del campamento a las comunidades que hubieran en la zona. De no ser así, se procederá a dismantelar el campamento.

c. **Para evitar la posible contaminación de los cursos de agua**, se deben considerar las siguientes medidas:

- En las zonas de extracción de material de préstamo ubicados a la orilla del río Sisa se tendrá en cuenta todas la medidas necesarias para no generar turbidez ni contaminación del mismo, para lo cual se deberá generar una barrera entre el cauce del río y la zona de extracción.
- En zonas dedicadas al cultivo donde se prevé la construcción de alcantarillas y badenes se deben desviar los cursos de agua, el mismo que evitará la generación de turbidez en las aguas, que podría afectar las áreas agrícolas.
- Se prohibirá el lavado de vehículos, maquinarias y equipos en los cursos de agua. Para este fin, se construirán áreas de lavado y mantenimiento de maquinarias, que contarán con suelos impermeables (concreto o asfalto), cunetas perimetrales, desarenadores y trampas de grasas, que impidan que cualquier tipo de residuo pueda afectar directamente, o por efectos de escorrentías, a los cursos de agua; estas medidas deberán implementarlas el contratista de obra bajo el control de la supervisión de obra.
- Las instalaciones sanitarias en los campamentos contarán con sistemas de tratamiento que incluyan trampas de grasas y pozos sépticos. Se prohibirá el vertimiento de aguas negras y/o arrojados de residuos sólidos a cualquier curso de agua, estas medidas deberán implementarlas el contratista de obra bajo el control de la supervisión de obra.
- El abastecimiento de combustible se efectuará de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes a canales de riego y quebradas. Similares medidas se tomarán para el mantenimiento de maquinarias y equipo.
- El sistema de extracción de agua elegido no debe producir turbiedad en el agua, encharcamiento ni otros daños al entorno.
- Se evitará la utilización de fuentes de agua que representen conflictos con terceras personas.

- Los lugares de disposición de material excedente estarán lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua, de manera que aun durante la creciente, no sean alcanzados por el agua.

d. **Para evitar alterar el paisaje en la zona**, se deben considerar las siguientes medidas:

- El Contratista efectuará el levantamiento y demolición total de los pisos de concreto, paredes y cualquier otra construcción temporal para trasladarlos al lugar de disposición de materiales excedentes. El área donde estuvo el campamento debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc.
- Una vez desmanteladas todas las áreas utilizadas temporalmente, se procederá a escarificar el suelo y readecuarlo a la morfología original, utilizando para ello la vegetación y materia orgánica reservada anteriormente.
- Los taludes obtenidos del corte y de las canteras deberán ser re vegetados a fin de incrementar su estabilidad. Esta medida minimizará las alteraciones paisajísticas que se producirán en el área.

e **Para no causar la interrupción del normal tránsito vehicular** durante los trabajos de movimiento de tierras, transporte de material, conformación de pavimentos, construcción de obras de arte y drenajes, se recomienda colocar señales tanto fijas como movibles y comunicar a los usuarios.

f **Durante el tiempo que dure la ejecución de la obra** se deben desarrollar actividades de capacitación ambiental, la misma que debe impartirse al personal de obras (técnicos y profesionales) con énfasis en los componentes ambientales, ya que la etapa constructiva constituye el período en que el ambiente estará expuesto a las modificaciones que supongan la construcción de las obras civiles propuestas con el proyecto. Se debe incidir en el cuidado que deben tener en el lavado de las maquinarias, equipos, ropas, vertimiento de combustible, lubricantes y grasas para no contaminar el suelo, y el agua de riego y quebradas. Por otro lado, para evitar accidentes de trabajo se impartirán recomendaciones de Seguridad Laboral entre los trabajadores.

En cuanto al depósito de material excedente (DME) existe un acta de compromiso por parte de las autoridades y pobladores para ubicar el material excedente en áreas que lo necesiten.

En cuanto a la mitigación ambiental se ha considerado en el Expediente Técnico su respectivo presupuesto tal como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 27

Presupuesto de Mitigación Ambiental

7	IMPACTO AMBIENTAL				38,833.31
7.01	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS				30,349.23
07.01.01	PREPARACION DE CAPA SUPERFICIAL DME	ha	2.1	494.79	1,039.06
07.01.02	ACONDICIONAMIENTO DE DESECHOS Y EXCEDENTES	m3	312.09	25.49	7,955.17
07.01.03	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS DE CERRO	m2	25,000.00	0.83	20,750.00
07.01.04	READECUACION AMBIENTAL DEL CAMPAMENTO	m2	500	1.21	605.00
7.02	SEÑALIZACION AMBIENTAL				8,484.08
07.02.01	SEÑAL INFORMATIVA AMBIENTAL	u	8	1060.51	8,484.08
	Costo Directo			S/	38,833.31

Fuente: Elaboración propia

3.3. Estudio de suelos

3.3.1. Objetivos

3.3.1.1 Objetivo General

El objetivo general del presente estudio es verificar la tipología y características geomecánicas del suelo existente en condiciones normales, dadas las características físicas y mecánicas, sus propiedades de resistencia, asentamiento particular del suelo y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad del suelo, así como la identificación de los suelos inadecuados para el “ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI- CC.PP. MACHUPICCHU L = 18.833 KM., DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO – SAN MARTÍN”.

3.3.1.2 Objetivos Específicos

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno.
- Distribución y ejecución de calicatas.
- Tomas de muestras inalteradas.

- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- Perfil estratigráfico.

3.3.2. Investigación realizada

El programa desarrollado en el campo, ha sido elaborado específicamente con la finalidad de obtener información de la conformación existente, así como la formación estratigráfica de los suelos subyacentes.

3.3.2.1. Trabajos de Campo

Correspondió a la etapa de prospección in-situ, donde se tomaron muestra de **treintiocho** (38) calicatas de diferentes profundidades teniendo como profundidad máxima **1.50 m.**, que permitieron caracterizar el suelo en el área delimitada para el Proyecto en mención, tomándose muestras de las capas de suelo encontrado.

3.3.2.2. Calicata o Pozo de Exploración

Se programó la ejecución de las **treintiocho** (38) calicatas o pozo de exploración “A Cielo Abierto”, las calicatas se ubicaron convenientemente y con profundidades suficientes para la elaboración del informe de suelos.

3.3.2.2.1. Muestreo y registros de Exploración

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas en el laboratorio, para determinar sus propiedades y características físico – mecánicas fundamentales, tales como, Análisis Granulométricos por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad, CBR, los ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

3.3.3. Investigación de Laboratorio

Las investigaciones se han realizados por medio de las pruebas de laboratorio y se han desarrollado siguiendo los procedimientos normalizados de ensayo, establecidos por la ASTM y recopilados por la Norma Técnica Peruana N.T.P.

3.3.3.1 Ensayos Estándar

Se realizaron los siguientes ensayos

Ensayo	Norma ASTM	NTP
Clasificación Unificada de Suelos	ASTM D 2487	339.129
Contenido de humedad	ASTM D 2216	339.128
Descripción visual manual	ASTM D 2488	339.150
Relación Humedad Densidad (pretor)	ASTM D 1556	339.141
Ensayo de Valor de Soporte C.B.R.	ASTM D 1883	339.145

3.3.3.2 Clasificación de Suelos SUCS.

La determinación de la cantidad en % de los diversos tamaños que constituyen la muestra de suelo, respecto del total de la muestra utilizada, (Análisis granulométrico).

C-1 M-1. Km. 0+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (18.80%), de alta plasticidad.

C-2. M-1. Km. 0+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (27.50%), de mediana plasticidad.

C-3. M-1. Km. 1+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color marrón rojizo, material húmedo (11.30%) de media a baja plasticidad.

C-4. M-1. Km. 1+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color marrón, material de bajo contenido de humedad (11.30%), de media a baja plasticidad.

C-5. M-1. Km. 2+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (19.80%), de mediana plasticidad.

C-6. M-1. Km. 2+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (19.80%), de mediana plasticidad.

C-7. M-1. Km. 3+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón claro, material húmedo (19.20%), de mediana plasticidad.

C-8. M-1. Km. 3+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color amarillo, material húmedo (13.60%), de mediana plasticidad.

C-9. M-1. Km. 4+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color amarillo, material húmedo (24.90%), de alta plasticidad. %.

C-10. M-1. Km. 4+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color marrón, material húmedo (19.20%), de baja plasticidad.

C-11. M-1. Km. 5+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (18.90%), de mediana plasticidad.

C-12 M-1. Km. 5+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (22.00%), de mediana plasticidad.

C-13. M-1. Km. 6+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color amarillo, material húmedo (21.60%), de mediana plasticidad.

C-14. M-1. Km. 6+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (20.10%), de mediana plasticidad.

C-15. M-1. Km. 7+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (19.70%), de mediana plasticidad.

C-16. M-1. Km. 7+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (21.10%), de mediana plasticidad.

C-17. M-1. Km. 8+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (24.60%), de alta plasticidad.

C-18. M-1. Km. 8+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (24.70%), de alta plasticidad.

C-19. M-1. Km. 9+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (29.20%), de alta plasticidad.

C-20. M-1. Km. 9+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (23.00%), de mediana plasticidad.

C-21. M-1. Km. 10+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color marrón, material húmedo (17.50%), de mediana plasticidad.

C-22. M-1. Km. 10+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (19.30%), de media a alta plasticidad.

C-23. M-1. Km. 11+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color marrón, material húmedo (22.20%), de mediana plasticidad.

C-24. M-1. Km. 11+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (22.40%), de mediana plasticidad.

C-25. M-1. Km. 12+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (21.90%), de mediana plasticidad.

C-26. M-1. Km. 12+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color marrón rojizo, material húmedo (19.80%), de mediana plasticidad.

C-27. M-1. Km. 13+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color amarillo, material húmedo (20.50%), de media a baja plasticidad.

C-28. M-1. Km. 13+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (24.80%), de alta plasticidad.

C-29. M-1. Km. 14+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (24.70%), de alta plasticidad.

C-30. M-1. Km. 14+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (23.40%), de mediana plasticidad.

C-31. M-1. Km. 15+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (23.40%), de mediana plasticidad.

C-32. M-1. Km. 15+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia media de color marrón, material húmedo (21.50%), de mediana plasticidad.

C-33. M-1. Km. 16+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón claro, material húmedo (23.10%), de mediana plasticidad.

C-34. M-1. Km. 16+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CL Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (22.00%), de mediana plasticidad.

C-35. M-1. Km. 17+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (23.10%), de alta plasticidad.

C-36. M-1. Km. 17+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón rojizo, material húmedo (23.70%), de alta plasticidad.

C-37. M-1. Km. 18+000 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (25.90%), de alta plasticidad.

C-38. M-1. Km. 18+500 (Prof. 0.00 – 1.50)

CH Arcilla inorgánica con poco contenido de arena, de consistencia firme de color marrón, material húmedo (26.10%), de alta plasticidad.

El cuadro resumen que se muestra, nos indica que todas las calicatas en la última muestra están conformadas por arcillas tipo **CL** y **CH** de media a alta plasticidad, y el cual nos indica que los suelos son expansivos que tiene expansividad de **MEDIA a ALTA con presión de hinchamiento de 0.5 Kg/cm²- a mayor de 1.2 Kg/cm².**

Cuadro 28

Resumen de resultados del estudio de suelos en el camino vecinal

CUADRO DE RESUMEN									
PROGRESIVA	KM	0+000	0+500	1+000	1+500	2+000	2+500	3+000	3+500
CALICATA		C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08
MUESTRA		M-01	M-02	M-01	M-01	M-01	M-05	M-01	M-01
PROFUNDIDAD	[m.]	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
HUMEDAD NATURAL	[gr./cc.]	18,80	27,50	11,30	8,80	19,80	12,70	19,20	13,60
LIMITE LIQUIDO	[%]	51,70	35,40	24,70	28,40	44,10	33,90	49,20	44,30
LIMITE PLASTICO	[%]	20,50	13,90	12,10	13,50	17,50	16,10	20,30	17,80
INDICE PLASTICO	[%]	31,20	21,50	12,60	14,90	26,60	17,80	28,90	26,50
PORCENTAJE MALLA N° 200	[%]	94,96	85,94	70,27	97,76	90,32	91,97	92,49	90,39
M.D.S.	[gr/cm ³]	1,65	1,810	1,850	1,80	1,70	1,820	1,69	1,66
O.C.H.	[%]	20,20	13,20	12,60	13,60	16,40	13,60	16,80	17,20
CBR AL 100%	[%]	8,60	11,90	14,90	11,10	9,60	13,20	9,30	9,00
CBR. AL 95%	[%]	4,30	8,50	10,00	8,00	6,80	9,10	5,80	5,10
CLASIFICACION S.U.C.S.		CH	CL						
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.		A-7-6(18)	A-6(12)	A-6(8)	A-6(10)	A-7-6(15)	A-6(11)	A-7-6(17)	A-7-6(15)
CUADRO DE RESUMEN									
PROGRESIVA		4+000	4+500	5+000	5+500	6+000	6+500	7+000	7+500
CALICATA		C-09	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16
MUESTRA		M-01							
PROFUNDIDAD	[m.]	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
HUMEDAD NATURAL	[gr./cc.]	24,90	19,20	18,90	22,00	21,60	20,10	19,70	21,10
LIMITE LIQUIDO	[%]	56,30	23,80	44,50	30,70	48,10	37,30	33,60	34,60
LIMITE PLASTICO	[%]	25,10	13,80	18,10	16,60	19,30	18,90	16,60	14,50
INDICE PLASTICO	[%]	31,20	10,00	26,40	14,10	28,80	18,40	17,00	20,10
PORCENTAJE MALLA N° 200	[%]	95,79	87,93	92,04	83,47	93,48	79,93	76,37	94,74
M.D.S.	[gr/cm ³]	1,60	1,890	1,70	1,822	1,680	1,860	1,865	1,820
O.C.H.	[%]	19,20	12,50	15,80	13,40	17,80	12,20	12,30	13,30
CBR AL 100%	[%]	3,20	13,60	9,10	12,70	8,80	12,00	12,50	11,60
CBR. AL 95%	[%]	1,50	9,10	6,20	8,00	5,20	8,50	8,60	7,20
CLASIFICACION S.U.C.S.		CH	CL						
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.		A-7-6(19)	A-4(8)	A-7-6(15)	A-6(9)	A-7-6(17)	A-6(12)	A-6(11)	A-6(12)

CUADRO DE RESUMEN									
PROGRESIVA		8+000	8+500	9+000	9+500	10+000	10+500	11+000	11+500
CALICATA		C-17	C-18	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23	C-24
MUESTRA		M-01							
PROFUNDIDAD	[m.]	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
HUMEDAD NATURAL	[gr./cc.]	24,60	24,70	29,20	23,00	17,50	19,30	22,20	22,40
LIMITE LIQUIDO	[%]	51,40	53,10	50,40	33,80	42,70	45,00	38,50	34,90
LIMITE PLASTICO	[%]	20,30	23,30	24,00	15,70	18,40	20,30	18,60	18,30
INDICE PLASTICO	[%]	31,10	29,80	26,40	18,10	24,30	24,70	19,90	16,60
PORCENTAJE MALLA N° 200	[%]	95,20	90,83	92,62	94,74	92,02	95,94	94,96	91,26
M.D.S.	[gr/cm3]	1,620	1,600	1,625	1,820	1,756	1,700	1,852	1,802
O.C.H.	[%]	18,60	19,00	18,40	13,30	15,10	15,90	13,50	14,40
CBR AL 100%	[%]	5,20	5,00	5,30	12,20	10,20	9,10	12,90	12,90
CBR. AL 95%	[%]	2,80	2,60	3,00	7,60	6,50	6,40	8,10	9,00
CLASIFICACION S.U.C.S.		CH	CH	CH	CL	CL	CL	CL	CL
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.		A-7-6(17)	A-7-6(18)	A-7-6(16)	A-6(11)	A-7-6(14)	A-7-6(15)	A-6(12)	A-6(10)

CUADRO DE RESUMEN									
PROGRESIVA		12+000	12+500	13+000	13+500	14+000	14+500	15+000	KM. 15+500
CALICATA		C-25	C-26	C-27	C-28	C-29	C-30	C-31	C-32
MUESTRA		M-01							
PROFUNDIDAD	[m.]	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
HUMEDAD NATURAL	[gr./cc.]	21,90	19,80	20,50	24,80	24,70	23,40	22,40	21,50
LIMITE LIQUIDO	[%]	38,80	35,40	32,70	52,60	53,10	40,70	40,70	40,60
LIMITE PLASTICO	[%]	17,20	16,10	18,60	22,10	23,30	21,60	21,30	20,40
INDICE PLASTICO	[%]	21,60	19,30	14,10	30,50	29,80	19,10	19,40	20,20
PORCENTAJE MALLA N° 200	[%]	91,42	90,50	87,14	94,68	90,83	88,46	94,11	95,29
M.D.S.	[gr/cm3]	1,790	1,793	1,835	1,600	1,605	1,770	1,760	1,770
O.C.H.	[%]	14,50	14,80	13,40	19,50	19,40	14,70	14,80	14,80
CBR AL 100%	[%]	13,00	13,10	13,80	5,20	5,00	7,70	9,00	9,20
CBR. AL 95%	[%]	8,70	8,80	9,50	2,80	2,60	3,30	6,10	6,20
CLASIFICACION S.U.C.S.		CL	CL	CL	CH	CH	CL	CL	CL
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.		A-6(3)	A-6(11)	A-6(9)	A-7-6(18)	A-7-6(18)	A-6(11)	A-6(11)	A-6(12)

CUADRO DE RESUMEN							
PROGRESIVA		16+000	16+500	17+000	17+500	18+000	18+500
CALICATA		C-33	C-34	C-35	C-36	C-37	C-38
MUESTRA		M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01
PROFUNDIDAD	[m.]	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
HUMEDAD NATURAL	[gr./cc.]	23.10	22.00	23.10	23.70	25.90	26.10
LIMITE LIQUIDO	[%]	39.60	37.70	51.40	51.60	50.70	56.30
LIMITE PLASTICO	[%]	18.30	17.70	21.70	22.40	21.90	23.40
INDICE PLASTICO	[%]	21.30	20.00	29.70	29.20	28.80	32.90
PORCENTAJE MALLA N° 200	[%]	94.02	94.68	94.68	95.52	94.61	94.29
M.D.S.	[gr/cm ³]	1.815	1.820	1.608	1.610	1.614	1.601
O.C.H.	[%]	13.90	13.50	18.50	18.60	18.60	18.50
CBR AL 100%	[%]	12.90	12.80	5.00	5.10	5.20	4.90
CBR. AL 95%	[%]	8.50	9.00	3.00	3.20	3.20	3.00
CLASIFICACION S.U.C.S.		CL	CL	CH	CH	CH	CH
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.		A-6(12)	A-6(10)	A-7-6(18)	A-7-6(17)	A-7-6(17)	A-7-6(19)

Nivel freático

No se presenta napa freática.

3.3.4. Resumen de las condiciones estudio

Para la elaboración de este informe se ha tomado en cuenta las Especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG-2013) dispuestas por la Dirección General DE Caminos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y revisadas por las Norma Técnica Peruana N.T.P.

3.3.4.1 De la Conformación de la Sub- Rasante

Se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- **Base**, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la cual deberá ser mejorada con el retiro de material inadecuado.

- **Cuerpo**, parte del terraplén comprendido entre la base y la corona.
- **Corona**, capa sub-rasante, formada por la parte superior del terraplén construido en un espesor de 30cm, salvo que el proyectista justifique un espesor diferente.

Requisitos de los Materiales

CONDICION	BASE	CUERPO	CORONA
TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO	150mm.	100mm.	75mm.
% MÁXIMO DE PIEDRA	30%	30%	-
INDICE DE PLASTICIDAD	<11%	<11%	<10%

Tipo de material: A-2-4, A-2-6, A-3. Estos grupos comprenden materiales de arenas gruesas arcillosas, con contenidos de materiales finos de índice plástico bajo a medio.

3.3.4.2. De la Conformación de la Capa de Afirmado

Requisitos de los Materiales

ENSAYO	LIMITE	REFERENCIA
DESGASTE DE LOS ANGELES	50% máx.	MTC E 207
LIMITE LIQUIDO	30% máx.	MTC E 110
INDICE DE PLASTICIDAD	4 - 9	MTC E 111
CBR*	40% mín.	MTC E 132
EQUIVALENTE DE ARENA	20% mín.	MTC E 114

* referido al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1” ó 2.5mm.

Tipo de material: A-1a, A-1b, A-2-4. Estos grupos comprenden materiales de gravas y arenas gruesas, con contenidos de materiales finos de índice plástico bajo a medio, salvo que el proyectista justifique elementos diferentes.

Afirmado

Afirmado Tipo 1

Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. El espesor de la capa será el definido en el presente Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con IMD proyectado menor a 50 vehículos día.

Tabla 4

Granulometría de material granular

% que pasa el tamiz	Trafico TO y T1 Tipo 1 IMD<50 Veh.
2" (50 mm.)	100
1 1/2" (50 mm.)	
1" (50 mm.)	50-80
1/2" (50 mm.)	
3/8" (50 mm.)	
Nº 4 (50 mm.)	20-50
Nº 8 (50 mm.)	
Nº 10 (50 mm.)	
Nº 40 (50 mm.)	
Nº 200 (50 mm.)	4-12
Índice de Plasticidad.	4-9

3.3.5. Análisis del Valor de Soporte Relativo C.B.R.

3.3.5.1. De la Sub-rasante

La capa superficial del terreno natural o capa de la plataforma en relleno, constituida por los últimos 0.60 m de espesor, debajo del nivel de la sub rasante proyectada, salvo q los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente, serán estudiados para la determinación del CBR de la sub-rasante, su capacidad de soporte en

condiciones de servicio junto con el tránsito y la calidad de materiales de su construcción, influirá mucho en su espesor.

La sub-rasante correspondiente al fondo de la excavación en terreno natural o de la última capa del terraplén será clasificada en función al CBR, representativo en una de las 5 categorías siguientes:

Los valores son aceptables dentro de los límites conocidos como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5

Tipo de Subrasante en función del CBR

CLASIFICACION	CBR DE DISEÑO
SUBRASANTE MUY POBRE	< de 3%
SUBRASANTE POBRE	DE 3% A 5%
SUBRASANTE REGULAR	De 6% a 10%
SUBRASANTE BUENA	De 11% a 19%
SUBRASANTE MUY BUENA	Mayores de 20%

En el análisis general de los suelos evaluados podemos apreciar la sub- rasante existente y clasificar en dos grupos:

Km. 0+000 al km. 16+000:

CBR^{prom.} al 100%= 10.0 %,

CBR^{prom.} al 95%= 6.70 %,

Clasificando como sub- rasante e **REGULAR**

Km. 16+000 al km. 18+833:

CBR^{prom.} al 100%= 5.70 %,

CBR^{prom.} al 95%= 3.60 %,

Clasificando como sub- rasante **POBRE**.

3.3.6. Cantera a Utilizarse.

Debido a que en la zona de estudio no se cuenta con una cantera que cumpla individualmente con los requisitos para mejoramiento, relleno y afirmado, se tomado como fuentes de material la cantera **Perhuate** ubicado en la localidad del mismo nombre, Se tomara la vía a la cantera por la localidad de Santa Rosa, siguiendo hasta la localidad de San Pablo – Consuelos (11,600 Km), tomando desde esta localidad por la via asfaltada tramo Consuelo – Bellavista, a 18 km. Se encuentra la localidad de Perhuate, la cantera tiene un acceso de 1,200 m. desde Perhuate.

Cantera: “PERHUATE”

GRAVA ARCILLOSA		
Ubicación	Localidad de Perhuate.	
Acceso	A 1,200.0 m. Lado Izquierdo.	
Potencia Bruta	80,000 m3	
Distancia	17+000 km. Desde la Cantera hasta la localidad de Machu Picchu.	
Explotación	En cualquier época de año, con cargador frontal y retro-excavadora.	
Material	Grava Arcillosa, de baja plasticidad.	
Origen	Coluvial	
Forma	Angulosas areniscas 100%.	
Color	Amarillo	
Textura	Ligeramente rugosa	
UTILIZACION	PROCESAMIENTO	RENDIMIENTO
Afirmado y Mejoramiento		95%

3.3.7. Conclusiones

Del Terreno Natural

Como puede verse en el cuadro de resumen y siguiendo los criterios establecidos podemos caracterizar de la siguiente manera:

Suelos de matriz fina, en la mayoría de los casos mezclas de arcillas, de plasticidad media a alta, tipo **CL**, y **CH** según S.U.C.S., algunas susceptibles a expansiones y contracciones que sufren en función de la variación de su contenido de humedad.

CBR promedio de dos sub- tramos:

Km. 0+000 al km. 16+000:

CBR ^{prom.} al 100%= 10.0 %,

CBR ^{prom.} al 95%= 6.70 %,

Clasificando como sub- rasante e **REGULAR**

Km. 16+000 al km. 18+833:

CBR ^{prom.} al 100%= 5.70 %,

CBR ^{prom.} al 95%= 3.60 %,

Clasificando como sub- rasante **POBRE**

Material para afirmado

El material de afirmado sera proveniente de la cantera de cerro Perhuate, el cual tiene las siguientes características:

- Clasificación SUSC : **GP-GC**
- Clasificación AASTHO : **A-2-4(0)**
- Desgaste Los Ángeles: **47.70%** cumple con las especificaciones (MTC E 207 - 50% máx.)
- Límite Líquido: **20.30%** cumple con las especificaciones (MTC E 110- 35% máx.)
- Índice de Plasticidad : **5.0 %** cumple con las especificaciones (MTC E 111 - 4-9%)
- Equivalente de Arena: **24.0%** cumple con las especificaciones (MTC E 114 - 20% min.)
- CBR (1) : **42.40%** cumple con las especificaciones (MTC E 132-40% mín.)

(1) **Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga.**

3.3.8. Recomendaciones

- Considerando las características de estos materiales a nivel de fondo de fundación y ante la imposibilidad de encontrar un material consistente en el caso de las arcillas, se vio la necesidad de considerar mejorar el suelo con una capa e 15 cm, utilizando material de la Cantera Perhuate con fin de neutralizar los asentamientos.
- La cantera Perhuate se deberá zarandear por una malla de 2” para poder utilizar como mejoramiento y para el afirmado se deberá zarandear por una malla de 1.1/2”.
- Considerando que cíclicamente se presentan fuertes precipitaciones pluviales, es necesario diseñar sistemas de drenaje, cunetas o sardineles que eviten la infiltración de aguas pluviales y puedan originar asentamientos futuros y dañar las estructuras de pavimento proyectadas.

Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos se detallan en el **Anexo 1**.

3.4. Estudio hidrológico y drenaje

3.4.1. Introducción

El drenaje superficial de la carretera tiene por finalidad manejar en forma adecuada el agua proveniente de las precipitaciones, así mismo evitar el deterioro de la carretera para lograr un adecuado mantenimiento a fin de brindar un buen servicio de transporte.

El manejo de agua se logra haciendo uso de un adecuado diseño y dimensionamiento de estructura hidráulica y estructura de la carretera. Si hablamos de estructura de la carretera nos referimos a bombeos y pendientes.

A lo largo del Camino Vecinal en estudio, se tiene progresivas que son proclives a inundaciones por la presencia de pequeñas quebradas, corrientes de agua y estanques que hacen que el suelo permanezca constantemente saturado, estos fenómenos se producen mayormente en épocas de lluvias.

El estudio hidrológico consistió en estimar las descargas máximas, a partir de un análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas en mm registradas en la estación: PLU CUÑUMBUQUE, ubicada en el área adyacente a la zona del proyecto.

Por tanto, el estudio hidrológico comprende, el cálculo de caudales máximos de diseño para obras de drenaje pluvial, las características de la cuenca en su aporte para el cálculo de estos caudales máximos.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- Clasificación de las estaciones pluviométricas.
- Recopilación de la información pluviométrica y datos hidrometeoro lógicos.
- Análisis estadístico de la información.
- Determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas en mm para diferentes períodos de retorno.
- Cálculo de las descargas máximas (Método Racional, Método de Us Soil Conservation Service y Método de Gumbel)

3.4.2. Objetivos

Objetivo Principal

El Objetivo principal del presente estudio es determinar el régimen pluvial en la zona del proyecto y el comportamiento de la cuenca ante eventos extremos de precipitación en la zona del proyecto **“Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado - San Martín”**, para conocer los caudales de diseño que se emplazarán en la construcción de las obras de arte del proyecto.

Objetivos Específicos

- Determinar las características hidrogeológicas de las microcuencas del área del proyecto.
- Determinar la Intensidad de diseño a ser usada en el diseño hidráulico de las obras de arte.

3.4.3. Importancia

La importancia de realizar un estudio Hidrológico es que podemos conocer, analizar y evaluar: características físicas y geomorfológicas, tratar la información hidrometeorológica

existente y la escorrentía de la cuenca, mediante registros históricos y obtener caudales sintéticos, encontrar el funcionamiento hidrológico y el balance hídrico de la microcuenca.

Estimar los caudales máximos de diseño , a partir de un análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas en mm registradas en estaciones pluviométricas, para así poder determinar las dimensiones apropiadas para el encauzamiento de las Quebradas que atraviesan la zona urbana y por las Adyacentes a las localidades de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Mileniun, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu, ya que de esta manera sean evacuados sin causar daño alguno a los habitantes de la misma y se evite a si inundaciones que generan daños y pérdidas económicas a los pobladores de dichas localidades.

A continuación, se mencionará de manera puntual algunas razones de importancia al presente estudio Hidrológico.

- Permite identificar y evaluar los cursos de agua en época de lluvia y estiaje, además permitirá la identificación de los impactos que generaría a las microcuencas de las diferentes obras de arte a ejecutarse en la carretera.
- Permite calcular los caudales de diseño para las estructuras Hidráulicas, Canales, alcantarillas, badenes, etc.
- Servirá de Justificación técnica para la solución planteada en el expediente del proyecto, garantizando así su funcionamiento.
- Disminuirá las probabilidades de riesgo de que las estructuras fallen a excepto claro está de algún desastre natural que no haya estado previsto estadísticamente en el tiempo.
- Establecer las acciones de mitigación, para la prevención y control de los impactos ambientales.

Definición de Términos Empleados

Cuenca Hidrográfica: Territorio drenado por un único sistema de drenaje natural. Drena sus aguas al río, quebrada o mar, a través de un único río o vierte sus aguas a un único lago endorreico.

Aguas Pluviales: Son los líquidos pluviales, comprenden las aguas pluviales producto de las precipitaciones constantes en la zona.

Aguas de Infiltración: Parte de las aguas del sub-suelo que ingresa en las estructuras y/o conductos subterráneos.

Área Mojada : Área mojada de la sección transversal de un canal.

Coefficiente de escorrentía: Es la relación que existe entre la escorrentía y la cantidad de agua de lluvia que cae en el área tributaria de un colector.

Escurrimiento: Son caudales de lluvias que luego de precipitar sobre la cuenca hidrológica tributaria descienden por los ríos o que se concentran en las alcantarillas pluviales.

Frecuencia de Lluvias: Es el número de veces que se repite una precipitación de intensidad dada, en un periodo determinado de tiempo, es decir el grado de ocurrencia de una lluvia.

3.4.4. Metodología Empleada

Con el fin de reunir los criterios adecuados para determinar el caudal máximo de diseño, hallar el balance hídrico en situación actual y futura para cada unidad hidrográfica de la cuenca y la realidad de la zona y del terreno in situ.

Para cumplir con las metas trazadas se plantea la metodología siguiendo los pasos siguientes:

Fase I

- Una de las primeras acciones para iniciar el Proyecto fue de efectuar coordinaciones entre las autoridades locales ubicadas dentro y fuera del ámbito de las microcuencas.
- Recopilación de información básica.
- Programación de actividades (Plan de Trabajo).

Fase II

- Reconocimiento de las Micro-Cuencas en campo.
- Evaluación Hidrológica de las microcuencas.
- Delimitación hidrológica.
- Evaluación y análisis de Estaciones Hidrometereológicas.

Trabajos de gabinete

- Procesamiento de la información.
- Cálculos y deducciones hidrológicas.
- Confección de mapas temáticos de las microcuencas.
- Informe final de resultados.

3.4.5. Métodos de recolección de datos

Las metodologías y/o técnicas de recolección de datos y manejo de información que han contribuido en el desarrollo del estudio son:

- **Herramientas:** Para el tratamiento de la información hidrometeorológica se tiene el soporte de herramientas como: Información meteorológica de la Estación “PLU CUÑUMBUQUE”, proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.
- **Métodos de recolección de información de campo:** En el estudio hidrológico lo primero que se hace, es el recorrido y reconocimiento físico de las micro-cuencas, donde se evalúa sus características geomorfológicas e hidrológicas; en las geomorfologías se observan in situ la forma de las micro-cuencas, variaciones altitudinales, se toman las características de río, manantial, entre otras, se anotan las huellas históricas de máximas y mínimas de los ríos.
- Durante la visita de campo, también se realizaron entrevistas a los pobladores de los lugares a quienes se les solicita información referente a aspectos hidrológicos y geomorfológicos, evaluando las características históricas de los ríos, manantiales, etc. (Caudales máximos y mínimos), evaluaciones de algunos acontecimientos extra naturales.

3.4.6. Actividades Preliminares

Es la actividad más importante en el proceso de inicio de un estudio hidrológico, por cuanto, generalmente se efectúan coordinaciones interinstitucionales en general, entre las actividades más resaltantes tenemos:

- Coordinación con diferentes entidades relacionadas con el uso del agua en la zona de estudio, para el diseño de estrategia, plan y cronograma de trabajo.

- Coordinación en las principales localidades del ámbito de las microcuencas con autoridades provinciales, distritales y comunales.
- Recopilación de información básica necesaria de estudios anteriormente realizados, como estudios hidrológicos de las micro-cuencas y/o micro-cuencas aledañas, otros estudios inherentes al uso del agua como obras hidráulicas entre otros y características de las micro-cuencas a través de vistas satelitales mediante el software Google Earth.
- Coordinación para la adquisición de información hidrometeorológica, ya sea digital o impresa de entidades como el SENAMHI y otras entidades.
- También en esta etapa se elabora el Plan de Trabajo, donde se proyecta el plan a ejecutarse el Estudio Hidrológico, considerando dentro de él aspectos como: Los Objetivos del Proyecto, Información Básica, Descripción General de las Micro-Cuencas, Recursos Hídricos de las Micro-Cuencas, Presupuesto de la Obra y el Plan de Elaboración del Estudio.

3.4.7. Trabajos de Campo

Después de efectuar el Plan de Trabajo, el siguiente paso viene a ser los trabajos de campo, donde el profesional responsable del Estudio Hidrológico entra en contacto con los elementos físicos y geomorfológicos de las micro-cuencas, observando in situ los elementos más importantes que se pueden obtener en campo, y para ello, indico los aspectos más importantes a tomar en la fase de campo:

- Se evaluarán las características geomorfológicas, geológicas, edafológicas, cobertura vegetal y de sus suelos, entre otros.
- Evaluación de todo el sistema hidrográfico de la microcuenca, densidad de drenaje, características más importantes de las fuentes hídricas superficiales, ríos, lagunas, manantiales y humedales.
- Evaluación de los aportes de microcuencas vecinas y/o trasvase de otro micro-cuenca.
- Evaluar la existencia de obras de represamiento y/o almacenamientos, infraestructuras de riego, centrales hidroeléctricas, obras de uso minero, obras de uso poblacional, recreación, entre otros.
- Visitar a las entidades que están vinculadas con la gestión, planificación y uso del agua en el ámbito de las microcuencas.

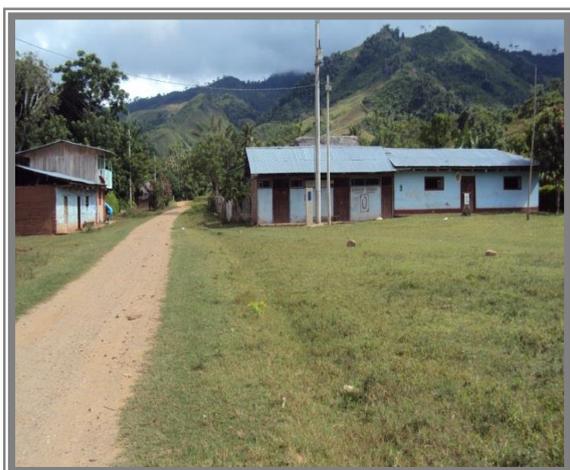
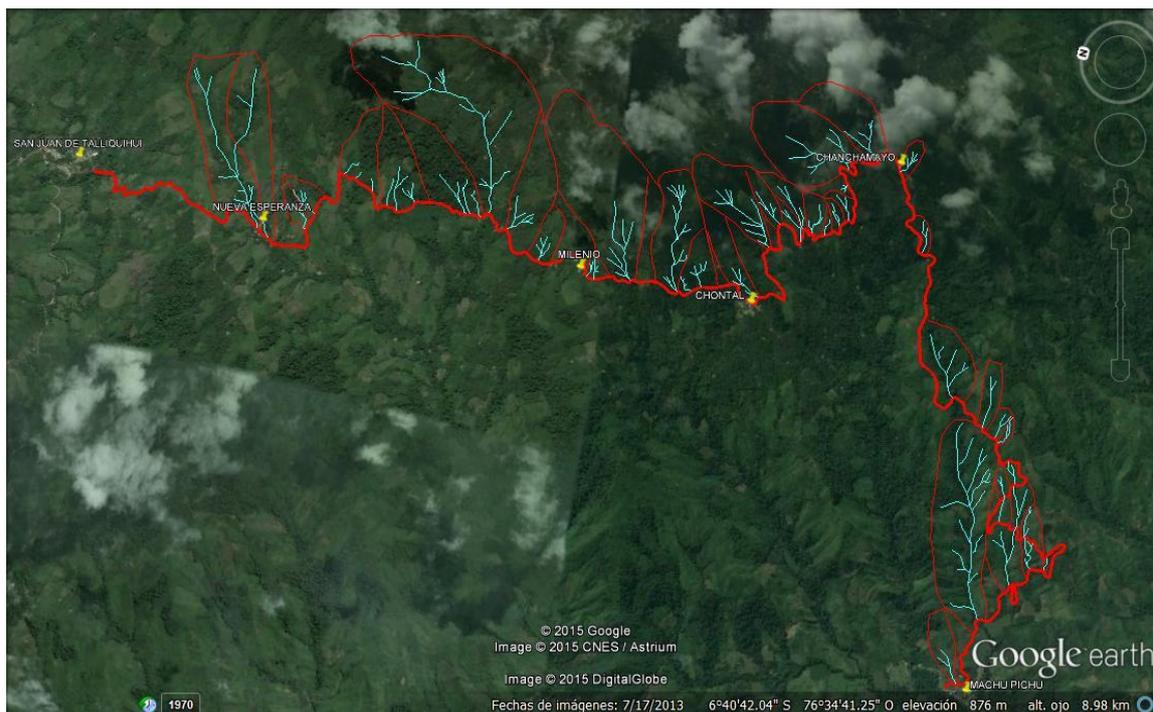
3.4.8. Trabajos de Gabinete

Después de efectuar los trabajos preliminares y de campo se inicia la labor de gabinete, en el cual se efectúan las actividades más importantes como son:

- Revisión de todos los estudios y expedientes recabados de entidades solicitadas, de los cuales se recopilará la información de mayor importancia.
- Se hará una caracterización y zonificación de las micro-cuencas mediante el uso del software Google Earth como herramienta de digitalización
- Se efectuará un estudio a detalle variables climáticas, como precipitación, temperatura, humedad atmosférica, en base a información adquirida de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro y fuera de las microcuencas.
- Se hará una descripción detallada del sistema hidrográfico de las microcuencas considerando a sus principales elementos naturales como son las lagunas, ríos, quebradas, manantiales y otros.
- Se describirán las microcuencas hidrográficas según niveles, considerando las características geomorfológicas, tipos de suelo, cobertura vegetal, poblados, vías de acceso, etc.
- Se obtendrá la clasificación ordinal de los ríos, longitud del cauce principal, altitud media de las micro-cuencas, pendiente media de las micro-cuencas, pendiente media del río, coeficiente de compacidad o índice de gravelius, factor de forma, extensión media del escurrimiento.
- Proponer la instalación de nuevas estaciones hidrometeorológicas en la micro-cuenca, identificando su ubicación y plasmándolo en el mapa respectivo.
- Para hallar la disponibilidad del recurso hídrico a varios niveles de persistencia, se obtendrá a partir de la información histórica y/o caso contrario se obtendrá a partir de otros modelos.
- Se tomará en consideración los usos y necesidades de agua por uso industrial, hidroenergético, poblacional, entre otros
- Se obtendrá la demanda de uso agrícola en base a los registros históricos de demanda proporcionados por la Autoridad Local de Aguas.

- Para la planificación futura se proyectará el uso del agua considerando el crecimiento poblacional, disminución o incorporación de áreas de cultivo, habilitación de infraestructura hidráulica.

A continuación, mostraremos un croquis de la ubicación de estas quebradas respecto a la zona del Proyecto.



La entrada al Centro Poblado de Machu Picchu, en moderado estado de conservación.



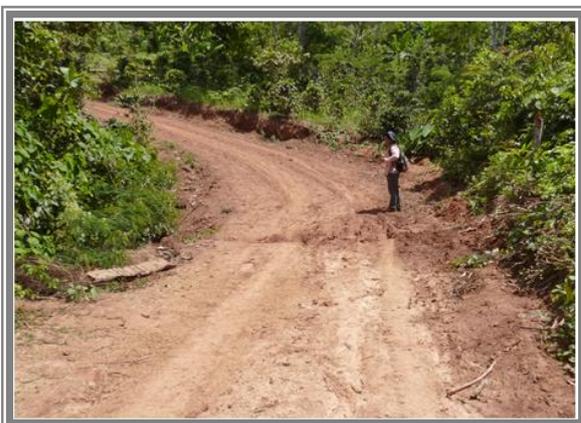
Tramo de la carretera en el cual se da continuidad mediante un pontón de madera.



Se aprecia el uso de maderas con fines de dar continuidad a los cauces existentes a lo largo de la carretera.



Se aprecia el tramo con ahuellamientos generados por los vehículos que se trasladan en épocas de lluvia.



Se observa la inexistencia de cunetas de drenaje en lo largo de la carretera.



Se aprecia el tramo que no cuenta con cunetas laterales.

Estas quebradas de estas cuencas, recibe a su vez varios ramales de afluentes de diversas mini cuencas, en su recorrido estas quebradas afectan al trazo de toda la carretera, también atraviesa Huertas de los propietarios de la zona aledaña a la Quebrada y se dispersa por los jirones aledañas del trazo. El flujo de estos cauces representa una gran amenaza para los moradores cercanos a los trazos, ya que por lo observado en campo y por la información recopilada brindada por los mismos moradores, en tiempos de máximas avenidas tiende a desbordar las aguas de esta, ocasionando inundaciones en las zonas aledañas al trazo.

Por tales razones se considera de suma importancia el encauzamiento de estas quebradas, en donde se proyectarán las obras de arte, a fin de proteger al trazo y a la comunidad, Estos

encauzamientos deberán de iniciarse en la parte alta y captara las aguas provenientes de los laterales, evitando de esta manera que ingrese al trazo y en la zona urbana.

En todo el trazo que conecta los centros poblados de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Mileniun, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu cuentan con obras de arte en mal estado, algunas alcantarillas están colmatadas y deterioradas en su totalidad, no existen cunetas apropiadas en toda la longitud del trazo, Badenes deteriorados debido a las constantes precipitaciones que se dan en la zona, y al mal encauzamiento de las quebradas. Para el presente proyecto en estudio se considera la renovación de todo el sistema de drenaje pluvial por las siguientes razones a continuación mencionadas:

- Una continuidad adecuada y coherente en el flujo de las aguas pluviales.
- Mejor calidad de acabados de las estructuras hidráulicas.
- Un mejor direccionamiento de los flujos.
- Proporcionar mayor durabilidad en conjunto de las obras de arte del camino vecinal.

3.4.8.1. Estructuras Existentes

A continuación, se muestra un inventario de las estructuras existentes.

ITEM	PROGRESIVA	TIPO DE ESTRUCTURA DE DRENAJE EXISTENTE	DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL	ALTERNATIVA DE SOLUCION
1	1+864.50	Alcantarilla TMC ϕ 72"	En estado aceptable	No necesita
2	2+050.00	Alcantarilla TMC	Alcantarilla colocado empíricamente por pobladores del lugar, con palos atravesados encima, a punto del colapso.	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 48"
3	2+090.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
4	2+240.00	Ponton	Quebrada Nueva Esperanza, con pontón de madera en regular estado, para cruce de vehículos livianos.	No necesita
5	2+563.40	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
6	2+763.40	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
7	3+334.52	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
8	3+394.40	Alcantarilla de madera	Al punto del colapso, semicolmatado.	Proyectar Alcantarilla tipo marco

ITEM	PROGRESIVA	TIPO DE ESTRUCTURA DE DRENAJE EXISTENTE	DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL	ALTERNATIVA DE SOLUCION
9	3+602.80	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
10	3+680.91	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
11	3+871.65	Zanja	Zanja seca, con cruce de agua cuando se dan las precipitaciones pluviales, además como aliviadero de las cunetas.	Proyectar Baden
12	3+932.00	Alcantarilla de madera	En malas condiciones, semicolmatado.	Proyectar Alcantarilla tipo marco
13	4+067.70	Zanja	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
14	4+125.90	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
15	4+502.37	Ninguna	Presenta desbordamiento de caudal en épocas de avenida	Proyectar Ponton
16	4+614.48	Alcantarilla de madera	En malas condiciones, con un ancho mínimo para el paso de camionetas	Proyectar Alcantarilla tipo marco
17	4+690.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
18	4+740.00	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
19	4+816.70	Ponton de madera	En regular estado, con socavación en el apoyo derecho, con cruce de agua permanente durante todo el año.	Proyectar Ponton
20	5+057.22	Alcantarilla de madera	Alcantarilla existente, con obstrucciones en malas condiciones	Proyectar Alcantarilla tipo marco
21	5+505.50	Alcantarilla de madera	Alcantarilla en regular estado para tránsito de vehículos livianos	Proyectar Alcantarilla tipo marco
22	5+817.85	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
23	6+054.15	Zanja seca	Zanja con cruce de aguas pluviales y evacuación de aguas de las cunetas, con alcantarilla obstruida	Proyectar Alcantarilla tipo marco
24	6+110.60	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
25	6+487.00	Alcantarilla madera	Alcantarilla improvisada de madera, que cruzan zanjas secas con cruce de aguas pluviales	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 36"
26	6+920.00	Ninguna	Presenta desbordamiento de caudal en épocas de avenida	Proyectar Ponton
27	7+105.65	Alcantarilla de madera	Colocado de maderas improvisado para el paso de vehículos en malas condiciones, al punto del colapso	Proyectar Alcantarilla tipo marco
28	7+163.15	Alcantarilla de madera	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
29	7+290.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
30	7+853.10	Alcantarilla de madera	En regular estado, con cruce de agua en pequeña cantidad	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 36"
31	8+548.80	Alcantarilla de madera	En malas condiciones, colapsada por socavación de las crecidas de aguas de la quebrada	Proyectar Alcantarilla tipo marco
32	8+911.35	Alcantarilla de madera	Restos de una alcantarilla, palos atravesados, esto por socavación en los apoyos, por la crecida de caudal de la quebrada	Proyectar Alcantarilla tipo marco

ITEM	PROGRESIVA	TIPO DE ESTRUCTURA DE DRENAJE EXISTENTE	DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL	ALTERNATIVA DE SOLUCION
33	9+200.00	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
34	9+343.85	Alcantarilla de madera	Presencia de alcantarilla en malas condiciones al punto del colapso, en la actualidad se encuentra intransitable	Proyectar Alcantarilla tipo marco
35	9+460.00	Alcantarilla de madera	Zanjas con restos de existencia de una alcantarilla de madera, solo transitan personas a pie y animales de carga	Proyectar Alcantarilla tipo marco
36	9+640.75	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
37	9+823.65	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
38	9+934.73	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 72"
39	10+360.00	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
40	10+569.94	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
41	10+783.94	Ninguna	Quebrada Nuevo Chanchamayo, con cruce de agua abundante durante todo el año, considera como fuente de agua	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 72"
42	11+150.00	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
43	11+285.72	Zanja seca	Cruce de aguas pluviales y aliviadero de cunetas,	Proyectar Baden
44	11+421.25	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
45	12+068.00	Zanja seca	Desfogue de aguas pluviales	Proyectar Alcantarilla tipo marco
46	13+692.28	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 48"
47	14+080.00	Zanja seca	Cruce de agua cuando hay precipitación pluvial	Proyectar Alcantarilla tipo marco
48	14+243.80	Zanja seca	Desfogue para las aguas pluviales de las cunetas	Proyectar Alcantarilla tipo marco
49	14+286.50	Zanja seca	Desfogue para las aguas pluviales de las cunetas	Proyectar Alcantarilla tipo marco
50	14+926.90	Zanja seca	Desfogue para las aguas pluviales de las cunetas	Proyectar Alcantarilla tipo marco
51	15+071.50	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 48"
52	15+557.00	Alcantarilla	Alcantarilla tipo marco sección de 1x1 metros y 6 metros de largo, en mal estado, cabezal de salida, socavado a punto del colapso	Proyectar Alcantarilla tipo marco
53	15+746.88	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
54	15+931.90	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco
55	16+968.80	Alcantarilla	Alcantarilla tipo marco de sección 1x1 por seis metros de largo, en regular estado	Proyectar Alcantarilla tipo marco
56	17+428.18	Ninguna	Por desborde de cruces de agua	Proyectar Baden
57	17+528.40	Alcantarilla tipo marco	En estado aceptable	No necesita
58	18+041.84	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla TMC ϕ 48"
59	18+702.62	Ninguna	Desbordamiento de caudal de agua	Proyectar Alcantarilla tipo marco

3.4.8.2. Ubicación de Fuentes de Agua

En todo el recorrido de la carretera, objeto del proyecto, se cuenta con 2 puntos de agua:

- Quebrada Talliquihui:
 - a) Por las características de ubicación del punto de agua, el acceso se realizará tanto por el punto inicial (Km 0+000), a través del Centro Poblado San Juan de Talliquihui.

Acceso:

- ✓ 0.00 km al punto inicial del tramo (Km. 0+000)

- Quebrada Quinayacu:
 - a) Por las características de ubicación del punto de agua, el acceso se realizará tanto por el punto final (Km 18+833), a través del Centro Poblado Machu Picchu.

Acceso:

- ✓ 0.240 km al punto final del tramo (Km. 18+833)

En el recorrido también existen otras fuentes pequeñas de agua que eventualmente pudieran usarse si es que la condición de caudal lo permite.

Para las obras de concreto se hará uso del agua potable de las localidades beneficiarias si es posible o por la distancia más cercana del Centro Poblado San Juan de Talliquihui.

3.4.8.3. Cuenca de Interés para el Diseño

Los centros poblados de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Mileniun, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu pertenecen a la cuenca del Rio Sisa que pertenece al distrito de Santa Rosa, de la Provincia de El Dorado, este a su vez se dividen en micro-cuencas a lo largo del trazo del proyecto, que son micro cuencas de interés para el presente diseño preliminar que es materia del estudio hidrológico.

Éste ítem tiene como objeto establecer las características hidrológicas de los regímenes de las avenidas máximas extraordinarias y los factores hidráulicos que conlleven a una real apreciación del comportamiento hidráulico de las Quebradas a lo largo del trazo del proyecto, que permitirá describir, evaluar, cuantificar y simular el funcionamiento de la micro-cuenca como un sistema hidrológico integral de los sucesos del ciclo hidrológico, analizando los principales componentes hidrometeorológicos como precipitación, escorrentía superficial como parámetro principal e importante, y su ubicación óptima en

función de los niveles de seguridad o riesgos permitidos o aceptables para las características particulares de las estructuras, esto con la finalidad de proyectar las secciones adecuadas en los encauzamientos de las quebradas de las micro cuencas de todo el trazo de la carretera desde el CC.PP San Juan de Talliquihui hasta el CC.PP. Machu Picchu que es el final del trazo del proyecto.

➤ Las microcuencas de interés comprenden: Las Microcuencas de todo el trazo del proyecto con cotas máximas y mínimas, áreas y longitudes del cauce principal que se presentan a continuación.

Cuadro 29

Características de las Micro-Cuencas

Micro-Cuenca	Area (km ²)	Cota Maxima (m.s.n.m)	Cota Mínima (m.s.n.m)	Longitud Cauce (km)
Micro-Cuenca 01	0.447	871	761	1.410
Micro-Cuenca 02	0.338	926	757	1.565
Micro-Cuenca 03	0.037	836	782	0.183
Micro-Cuenca 04	0.055	832	782	0.284
Micro-Cuenca 05	0.073	1,131	859	0.185
	0.044	1,131	859	0.070
	0.029	1,131	859	0.104
Micro-Cuenca 06	0.074	1,054	860	0.209
	0.064	1,054	860	0.351
	0.046	1,054	860	0.157
Micro-Cuenca 07	0.141	1,126	865	0.383
	0.059	1,126	865	0.216
	0.035	1,126	865	0.215
Micro-Cuenca 08	1.128	1,130	865	1.660
Micro-Cuenca 09	0.230	1,149	875	0.296
Micro-Cuenca 10	0.073	1,072	920	0.203
Micro-Cuenca 11	0.009	990	941	0.131
	0.014	990	941	0.120
Micro-Cuenca 12	0.536	1,142	918	0.696
Micro-Cuenca 13	0.240	1,098	909	0.910
Micro-Cuenca 14	0.026	1,071	918	0.171
	0.060	1,071	918	0.174
Micro-Cuenca 15	0.115	1,074	890	0.326
Micro-Cuenca 16	0.220	1,106	918	0.659
Micro-Cuenca 17	0.059	1,087	940	0.325
Micro-Cuenca 18	0.027	999	900	0.304
Micro-Cuenca 19	0.068	1,020	908	0.405
Micro-Cuenca 20	0.051	990	899	0.269
Micro-Cuenca 21	0.011	971	900	0.141
Micro-Cuenca 22	0.024	988	910	0.144
Micro-Cuenca 23	0.031	971	917	0.240
Micro-Cuenca 24	0.030	973	939	0.070
Micro-Cuenca 25	0.247	1,060	906	0.636
	0.165	1,060	906	0.610
Micro-Cuenca 26	0.200	1,048	916	0.392
Micro-Cuenca 27	0.034	1,020	922	0.210
Micro-Cuenca 28	0.030	918	815	0.292
Micro-Cuenca 29	0.194	776	688	0.553
Micro-Cuenca 30	0.064	787	635	0.413

Micro-Cuenca	Area (km ²)	Cota Máxima (m.s.n.m)	Cota Mínima (m.s.n.m)	Longitud Cauce (km)
Micro-Cuenca 31	0.026	726	644	0.205
Micro-Cuenca 32	0.012	722	666	0.257
Micro-Cuenca 33	0.017	660	594	0.196
Micro-Cuenca 34	0.039	638	576	0.164
Micro-Cuenca 35	0.034	638	512	0.363
Micro-Cuenca 36	0.048	649	512	0.546
Micro-Cuenca 37	0.039	559	474	0.240
Micro-Cuenca 38	0.005	461	413	0.113
Micro-Cuenca 39	0.074	554	383	0.519
Micro-Cuenca 40	0.196	659	372	1.021
Micro-Cuenca 41	0.630	684	349	1.619
Micro-Cuenca 42	0.076	420	323	0.297

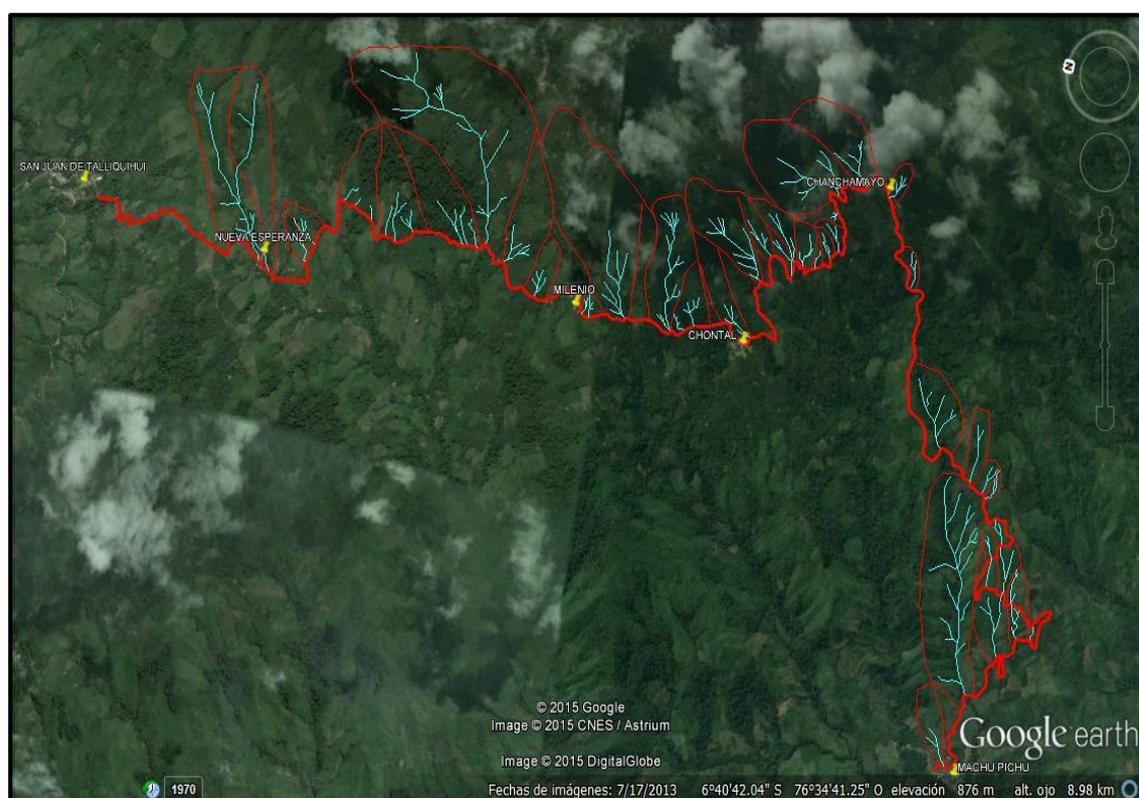


Imagen 1. Satelital de la Ubicación del trazo que conecta los CC.PP San Juan de Talliquihui y CC.PP Machu Picchu Respecto a las Micro-Cuencas de la Quebradas del trazo.

Estas áreas referenciales obtenidas del Google Earth, será las consideradas para el respectivo estudio hidrológico de los encauzamientos de las quebradas.

3.4.8.4. Cuencas de las Quebradas en estudio

El área de las Micro-cuencas. Conforme lo investigado y descrito anteriormente, Pero mediante imágenes Satelitales obtenidas a través del Software GOOGLE EARTH,

Cuadro 30

Áreas de las Micro-Cuencas

Micro-Cuenca	Area (km2)
Micro-Cuenca 01	0.447
Micro-Cuenca 02	0.338
Micro-Cuenca 03	0.037
Micro-Cuenca 04	0.055
Micro-Cuenca 05	0.073
	0.044
	0.029
Micro-Cuenca 06	0.074
	0.064
	0.046
Micro-Cuenca 07	0.141
	0.059
	0.035
Micro-Cuenca 08	1.128
Micro-Cuenca 09	0.230
Micro-Cuenca 10	0.073
Micro-Cuenca 11	0.009
	0.014
Micro-Cuenca 12	0.536
Micro-Cuenca 13	0.240
Micro-Cuenca 14	0.026
	0.060
Micro-Cuenca 15	0.115
Micro-Cuenca 16	0.220
Micro-Cuenca 17	0.059
Micro-Cuenca 18	0.027
Micro-Cuenca 19	0.068
Micro-Cuenca 20	0.051
Micro-Cuenca 21	0.011
Micro-Cuenca 22	0.024
Micro-Cuenca 23	0.031
Micro-Cuenca 24	0.030
Micro-Cuenca 25	0.247
	0.165
Micro-Cuenca 26	0.200
Micro-Cuenca 27	0.034
Micro-Cuenca 28	0.030
Micro-Cuenca 29	0.194
Micro-Cuenca 30	0.064

Micro-Cuenca	Area (km2)
Micro-Cuenca 31	0.026
Micro-Cuenca 32	0.012
Micro-Cuenca 33	0.017
Micro-Cuenca 34	0.039
Micro-Cuenca 35	0.034
Micro-Cuenca 36	0.048
Micro-Cuenca 37	0.039
Micro-Cuenca 38	0.005
Micro-Cuenca 39	0.074
Micro-Cuenca 40	0.196
Micro-Cuenca 41	0.630
Micro-Cuenca 42	0.076

3.4.8.5. Información Pluviométrica

Los registros de precipitación requeridos para la elaboración del estudio son las precipitaciones máximas en 24 horas en mm perteneciente a la estación **PLU CUÑUMBUQUE** operadas por el SENAMHI.

3.4.9. Características principales de la micro-cuenca

Las características principales de las Micro-Cuencas del trazo, están referidas a:

3.4.9.1. Topografía.

La topografía de las microcuencas, es representativa y condiciona el escurrimiento del agua durante la caída de precipitaciones especialmente en las partes alta y media.

El Área de influencia del proyecto se encuentra topográficamente ubicada en una zona en media ladera, adyacente a la margen derecha de la vía, y por consiguiente de la Cuenca Hidrográfica del Río Sisa, el trazo actualmente existente presenta una topografía accidentada con pendientes máximas del orden de 12.00% y mínimas de 0.10%, el relieve es ligeramente ondulado por algunos tramos y en otros moderadamente accidentados, presenta depresiones y deflexiones positivas y negativas en todo su trayecto, el terreno superior derecho, adyacente a la vía es ligeramente inclinado con pendientes positivas muy pronunciadas respecto al eje de la vía. Las curvas horizontales del trazo existente son muy sinuosas en casi todos los tramos, y en algunos casos extremadamente cerradas, por ello es necesario realizar variantes en algunos sectores de la carretera.

Los centros poblados de San Juan de Talliquihui, Nueva Esperanza, Milenium, Chontal, Nuevo Chanchamayo y Machu Picchu presentan un territorio con una topografía ligeramente accidentada en su zona central y en sus alrededores están conformados por montañas con pendientes positivas muy pronunciadas.

3.4.9.2. Área de la cuenca.

El área del ámbito de influencia de las microcuencas del trazo se da en el siguiente cuadro.

Cuadro 31*Áreas del ámbito de las Micro-Cuencas*

Micro-Cuenca	Área (km ²)	Micro-Cuenca	Área (km ²)
Micro-Cuenca 01	0.447	Micro-Cuenca 31	0.026
Micro-Cuenca 02	0.338	Micro-Cuenca 32	0.012
Micro-Cuenca 03	0.037	Micro-Cuenca 33	0.017
Micro-Cuenca 04	0.055	Micro-Cuenca 34	0.039
Micro-Cuenca 05	0.073	Micro-Cuenca 35	0.034
	0.044	Micro-Cuenca 36	0.048
	0.029	Micro-Cuenca 37	0.039
Micro-Cuenca 06	0.074	Micro-Cuenca 38	0.005
	0.064	Micro-Cuenca 39	0.074
	0.046	Micro-Cuenca 40	0.196
Micro-Cuenca 07	0.141	Micro-Cuenca 41	0.630
	0.059	Micro-Cuenca 42	0.076
	0.035		
Micro-Cuenca 08	1.128		
Micro-Cuenca 09	0.230		
Micro-Cuenca 10	0.073		
Micro-Cuenca 11	0.009		
	0.014		
Micro-Cuenca 12	0.536		
Micro-Cuenca 13	0.240		
Micro-Cuenca 14	0.026		
	0.060		
Micro-Cuenca 15	0.115		
Micro-Cuenca 16	0.220		
Micro-Cuenca 17	0.059		
Micro-Cuenca 18	0.027		
Micro-Cuenca 19	0.068		
Micro-Cuenca 20	0.051		
Micro-Cuenca 21	0.011		
Micro-Cuenca 22	0.024		
Micro-Cuenca 23	0.031		
Micro-Cuenca 24	0.030		
Micro-Cuenca 25	0.247		
	0.165		
Micro-Cuenca 26	0.200		
Micro-Cuenca 27	0.034		
Micro-Cuenca 28	0.030		
Micro-Cuenca 29	0.194		
Micro-Cuenca 30	0.064		

Las mismas que han sido determinadas en función al cálculo en el Software GOOGLE EARTH. En donde previamente se procedió a delimitar las microcuencas para posterior proceder a su cálculo respectivo.

3.4.9.3. Perímetro de la cuenca.

El perímetro fue calculado utilizando el plano en versión digital y mediante el software de dibujo AutoCAD se realizó la medición, después de la delimitación respectiva. Las Micro-Cuencas del trazo, presenta los siguientes perímetros:

Cuadro 32

Perímetro de las Micro-Cuencas

Micro-Cuenca	Perímetro (km)	Micro-Cuenca	Perímetro (km)
Micro-Cuenca 01	3.830	Micro-Cuenca 31	0.687
Micro-Cuenca 02	3.472	Micro-Cuenca 32	0.567
Micro-Cuenca 03	1.077	Micro-Cuenca 33	0.541
Micro-Cuenca 04	1.120	Micro-Cuenca 34	1.242
Micro-Cuenca 05	1.907	Micro-Cuenca 35	1.158
	1.907	Micro-Cuenca 36	1.006
	1.907	Micro-Cuenca 37	0.990
Micro-Cuenca 06	2.058	Micro-Cuenca 38	0.295
	2.058	Micro-Cuenca 39	1.872
	2.058	Micro-Cuenca 40	3.088
Micro-Cuenca 07	0.235	Micro-Cuenca 41	3.752
	0.235	Micro-Cuenca 42	1.282
	0.235		
Micro-Cuenca 08	4.852		
Micro-Cuenca 09	2.130		
Micro-Cuenca 10	1.142		
Micro-Cuenca 11	0.640		
	0.640		
Micro-Cuenca 12	3.356		
Micro-Cuenca 13	2.259		
Micro-Cuenca 14	1.304		
	1.304		
Micro-Cuenca 15	1.914		
Micro-Cuenca 16	2.107		
Micro-Cuenca 17	1.181		
Micro-Cuenca 18	0.938		
Micro-Cuenca 19	1.455		
Micro-Cuenca 20	0.975		
Micro-Cuenca 21	0.554		
Micro-Cuenca 22	0.735		
Micro-Cuenca 23	0.899		
Micro-Cuenca 24	1.018		
Micro-Cuenca 25	2.855		
	2.855		
Micro-Cuenca 26	2.027		
Micro-Cuenca 27	0.807		
Micro-Cuenca 28	0.834		
Micro-Cuenca 29	1.875		
Micro-Cuenca 30	1.245		

3.4.9.4. Factor de forma.

Este parámetro representa la relación entre el ancho medio de las micro-cuencas (**Am**) y longitud del curso de agua más largo (**L hasta el punto de interés**). El ancho medio de las micro-cuencas se obtiene dividiendo el área de la misma entre la longitud del curso de agua más largo hasta el punto de interés.

Lo descrito líneas arriba se puede presentar en la siguiente fórmula:

$$Ff = \frac{Am}{Lb}$$

Donde:

Ff = Factor de Forma.

Am = Área de la micro-cuenca.

Reemplazando valores:

Cuadro 33

Factor de Forma de la Micro-Cuenca

Micro-Cuenca	Area = At (km)	Factor de forma (At/Lb)	Longitud Cauce (Lb)
Micro-Cuenca 01	0.447	0.3170	1.410
Micro-Cuenca 02	0.338	0.2160	1.565
Micro-Cuenca 03	0.037	0.2022	0.183
Micro-Cuenca 04	0.055	0.1937	0.284
Micro-Cuenca 05	0.073	0.3919	0.185
	0.044	0.6214	0.070
	0.029	0.2788	0.104
Micro-Cuenca 06	0.074	0.3522	0.209
	0.064	0.1835	0.351
	0.046	0.2930	0.157
Micro-Cuenca 07	0.141	0.3681	0.383
	0.059	0.2720	0.216
	0.035	0.1640	0.215
Micro-Cuenca 08	1.128	0.6795	1.660
Micro-Cuenca 09	0.230	0.7770	0.296
Micro-Cuenca 10	0.073	0.3596	0.203
Micro-Cuenca 11	0.009	0.0702	0.131
	0.014	0.1150	0.120
Micro-Cuenca 12	0.536	0.7701	0.696
Micro-Cuenca 13	0.240	0.2637	0.910
Micro-Cuenca 14	0.026	0.1509	0.171
	0.060	0.3460	0.174
Micro-Cuenca 15	0.115	0.3528	0.326
Micro-Cuenca 16	0.220	0.3338	0.659
Micro-Cuenca 17	0.059	0.1815	0.325
Micro-Cuenca 18	0.027	0.0888	0.304
Micro-Cuenca 19	0.068	0.1679	0.405
Micro-Cuenca 20	0.051	0.1896	0.269

Micro-Cuenca	Area = At (km)	Factor de forma (At/Lb)	Longitud Cauce (Lb)
Micro-Cuenca 21	0.011	0.0780	0.141
Micro-Cuenca 22	0.024	0.1667	0.144
Micro-Cuenca 23	0.031	0.1292	0.240
Micro-Cuenca 24	0.030	0.4286	0.070
Micro-Cuenca 25	0.247	0.3887	0.636
	0.165	0.2702	0.610
Micro-Cuenca 26	0.200	0.5102	0.392
Micro-Cuenca 27	0.034	0.1619	0.210
Micro-Cuenca 28	0.030	0.1027	0.292
Micro-Cuenca 29	0.194	0.3508	0.553
Micro-Cuenca 30	0.064	0.1550	0.413
Micro-Cuenca 31	0.026	0.1268	0.205
Micro-Cuenca 32	0.012	0.0467	0.257
Micro-Cuenca 33	0.017	0.0867	0.196
Micro-Cuenca 34	0.039	0.2378	0.164
Micro-Cuenca 35	0.034	0.0937	0.363
Micro-Cuenca 36	0.048	0.0879	0.546
Micro-Cuenca 37	0.039	0.1625	0.240
Micro-Cuenca 38	0.005	0.0442	0.113
Micro-Cuenca 39	0.074	0.1426	0.519
Micro-Cuenca 40	0.196	0.1920	1.021
Micro-Cuenca 41	0.630	0.3891	1.619
Micro-Cuenca 42	0.076	0.2559	0.297

Es preciso indicar que, una cuenca con factor de forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño, pero con Factor de Forma mayor. Es adimensional, al igual que el índice de compacidad.

6.4.9.5 Índice de compacidad.

Representa la relación entre el perímetro de las micocuenclas y el área de la misma.

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

Cuadro 34

Índice de Compacidad

Micro-Cuenca	Area = At (km)	PERIMETRO (km)	I. de Compacidad =kc (0.28*P/At ^{1/2})	Micro-Cuenca	Area = At (km)	PERIMETRO (km)	I. de Compacidad =kc (0.28*P/At ^{1/2})
Micro-Cuenca 11	0.009	0.640	1.8683	Micro-Cuenca 01	0.447	3.830	1.6040
	0.014	0.640	1.5255	Micro-Cuenca 02	0.338	3.472	1.6722
Micro-Cuenca 12	0.536	3.356	1.2835	Micro-Cuenca 03	0.037	1.077	1.5677
Micro-Cuenca 13	0.240	2.259	1.2911	Micro-Cuenca 04	0.055	1.120	1.3372
Micro-Cuenca 14	0.026	1.304	2.2731	Micro-Cuenca 05	0.073	1.907	1.9831
	0.060	1.304	1.4881		0.044	1.907	2.5601
Micro-Cuenca 15	0.115	1.914	1.5803		0.029	1.907	3.1355
Micro-Cuenca 16	0.220	2.107	1.2578	Micro-Cuenca 06	0.074	2.058	2.1240
Micro-Cuenca 17	0.059	1.181	1.3614		0.064	2.058	2.2707
Micro-Cuenca 18	0.027	0.938	1.5984		0.046	2.058	2.6867
Micro-Cuenca 19	0.068	1.455	1.5623	Micro-Cuenca 07	0.141	0.235	0.1752
Micro-Cuenca 20	0.051	0.975	1.2089		0.059	0.235	0.2715
Micro-Cuenca 21	0.011	0.554	1.4790		0.035	0.235	0.3505
Micro-Cuenca 22	0.024	0.735	1.3284	Micro-Cuenca 08	1.128	4.852	1.2792
Micro-Cuenca 23	0.031	0.899	1.4297	Micro-Cuenca 09	0.230	2.130	1.2436
Micro-Cuenca 24	0.030	1.018	1.6457	Micro-Cuenca 10	0.073	1.142	1.1835
Micro-Cuenca 25	0.247	2.855	1.6078				
	0.165	2.855	1.9692				
Micro-Cuenca 26	0.200	2.027	1.2691				
Micro-Cuenca 27	0.034	0.807	1.2254				
Micro-Cuenca 28	0.030	0.834	1.3482				
Micro-Cuenca 29	0.194	1.875	1.1920				
Micro-Cuenca 30	0.064	1.245	1.3780				
Micro-Cuenca 31	0.026	0.687	1.1930				
Micro-Cuenca 32	0.012	0.567	1.4493				
Micro-Cuenca 33	0.017	0.541	1.1618				
Micro-Cuenca 34	0.039	1.242	1.7610				
Micro-Cuenca 35	0.034	1.158	1.7584				
Micro-Cuenca 36	0.048	1.006	1.2857				
Micro-Cuenca 37	0.039	0.990	1.4037				
Micro-Cuenca 38	0.005	0.295	1.1681				
Micro-Cuenca 39	0.074	1.872	1.9269				
Micro-Cuenca 40	0.196	3.088	1.9530				
Micro-Cuenca 41	0.630	3.752	1.3236				
Micro-Cuenca 42	0.076	1.282	1.3021				

De acuerdo a los resultados de índice de compacidad de las Micro-cuencas del trazo demuestra que su forma es irregular y no muy alargada. Este parámetro, nos evidencia que la respuesta de transformación de la precipitación en escorrentía es lenta.

3.4.9.6. Longitud del cauce principal.

El curso principal de las quebradas del trazo de las Micro-cuencas donde se emplazará el proyecto son:

Cuadro 35

Longitud del Cauce Principal

Micro-Cuenca	Longitud Cauce (Lb)	Micro-Cuenca	Longitud Cauce (Lb)
Micro-Cuenca 01	1.410	Micro-Cuenca 31	0.205
Micro-Cuenca 02	1.565	Micro-Cuenca 32	0.257
Micro-Cuenca 03	0.183	Micro-Cuenca 33	0.196
Micro-Cuenca 04	0.284	Micro-Cuenca 34	0.164
Micro-Cuenca 05	0.185	Micro-Cuenca 35	0.363
	0.070	Micro-Cuenca 36	0.546
	0.104	Micro-Cuenca 37	0.240
Micro-Cuenca 06	0.209	Micro-Cuenca 38	0.113
	0.351	Micro-Cuenca 39	0.519
	0.157	Micro-Cuenca 40	1.021
Micro-Cuenca 07	0.383	Micro-Cuenca 41	1.619
	0.216	Micro-Cuenca 42	0.297
	0.215		
Micro-Cuenca 08	1.660		
Micro-Cuenca 09	0.296		
Micro-Cuenca 10	0.203		
Micro-Cuenca 11	0.131		
	0.120		
Micro-Cuenca 12	0.696		
Micro-Cuenca 13	0.910		
Micro-Cuenca 14	0.171		
	0.174		
Micro-Cuenca 15	0.326		
Micro-Cuenca 16	0.659		
Micro-Cuenca 17	0.325		
Micro-Cuenca 18	0.304		
Micro-Cuenca 19	0.405		
Micro-Cuenca 20	0.269		
Micro-Cuenca 21	0.141		
Micro-Cuenca 22	0.144		
Micro-Cuenca 23	0.240		
Micro-Cuenca 24	0.070		
Micro-Cuenca 25	0.636		
	0.610		
Micro-Cuenca 26	0.392		
Micro-Cuenca 27	0.210		
Micro-Cuenca 28	0.292		
Micro-Cuenca 29	0.553		
Micro-Cuenca 30	0.413		

3.4.9.7. Pendiente media del cauce principal.

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una microcuenca es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidráulico.

El agua superficial concentrada en los lechos fluviales, escurre con una velocidad que depende directamente del declive de éstos, así a mayor declividad habrá mayor velocidad de escurrimiento.

La pendiente media del río, es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos, que generalmente lo constituye la naciente y su desembocadura en otro río.

La fórmula es la siguiente:

$$S = (HM - Hm) / (L)$$

Donde:

S = pendiente media de la quebrada.

L = Longitud del cauce principal en m

HM = Altura máxima msnm.

Hm = Altura mínima msnm.

Reemplazando valores, se tiene:

Cuadro 36

Pendiente Media del Cauce Principal

Micro-Cuenca	Cota Maxima (m.s.n.m)	Cota Minima (m.s.n.m)	Longitud Cauce (Lb)	Pendiente Cauce (S)
Micro-Cuenca 01	853	760	1.410	0.0660
Micro-Cuenca 02	891	758	1.565	0.0850
Micro-Cuenca 03	802	781	0.183	0.1148
Micro-Cuenca 04	815	781	0.284	0.1197
Micro-Cuenca 05	914	844	0.185	0.3784
	889	845	0.070	0.6286
	895	853	0.104	0.4038
Micro-Cuenca 06	950	868	0.209	0.3923
	1,054	860	0.351	0.5527
	927	857	0.157	0.4459
Micro-Cuenca 07	951	840	0.383	0.2898
	951	863	0.216	0.4074
	900	846	0.215	0.2512
Micro-Cuenca 08	1,103	864	1.660	0.1440
Micro-Cuenca 09	956	844	0.296	0.3784
Micro-Cuenca 10	979	892	0.203	0.4286
Micro-Cuenca 11	968	944	0.131	0.1832
	958	931	0.120	0.2250
Micro-Cuenca 12	1,020	918	0.696	0.1466
Micro-Cuenca 13	1,089	910	0.910	0.1967
Micro-Cuenca 14	920	895	0.171	0.1462
	959	889	0.174	0.4023
Micro-Cuenca 15	991	892	0.326	0.3037
Micro-Cuenca 16	1,062	922	0.659	0.2124
Micro-Cuenca 17	1,027	905	0.325	0.3754
Micro-Cuenca 18	958	881	0.304	0.2533
Micro-Cuenca 19	1,020	906	0.405	0.2815
Micro-Cuenca 20	990	899	0.269	0.3383

Micro-Cuenca	Cota Maxima (m.s.n.m)	Cota Minima (m.s.n.m)	Longitud Cauce (Lb)	Pendiente Cauce (S)
Micro-Cuenca 21	953	900	0.141	0.3759
Micro-Cuenca 22	949	891	0.144	0.4028
Micro-Cuenca 23	971	917	0.240	0.2250
Micro-Cuenca 24	969	940	0.070	0.4143
Micro-Cuenca 25	987	927	0.636	0.0943
	993	906	0.610	0.1426
Micro-Cuenca 26	963	909	0.392	0.1378
Micro-Cuenca 27	959	901	0.210	0.2762
Micro-Cuenca 28	918	815	0.292	0.3527
Micro-Cuenca 29	776	688	0.553	0.1591
Micro-Cuenca 30	787	635	0.413	0.3680
Micro-Cuenca 31	726	644	0.205	0.4000
Micro-Cuenca 32	722	666	0.257	0.2179
Micro-Cuenca 33	660	594	0.196	0.3367
Micro-Cuenca 34	638	577	0.164	0.3720
Micro-Cuenca 35	638	512	0.363	0.3471
Micro-Cuenca 36	649	512	0.546	0.2509
Micro-Cuenca 37	559	474	0.240	0.3542
Micro-Cuenca 38	461	413	0.113	0.4248
Micro-Cuenca 39	554	383	0.519	0.3295
Micro-Cuenca 40	659	372	1.021	0.2811
Micro-Cuenca 41	684	349	1.619	0.2069
Micro-Cuenca 42	340	318	0.297	0.0741

Las Pendientes de la Microcuenca del Proyecto presentan un alto declive, el cual influye en el comportamiento del escurrimiento del agua a lo largo del río.

3.4.10. Consideraciones hidrológicas

6.4.10.1. Análisis de información pluviométrica

Para el cálculo de caudales se ha realizado el análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos y mínimos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. Al no contar con registros de aforo en el lugar de estudio, se consideró el siguiente procedimiento:

- Uso de valores de precipitaciones total máxima en 24 horas en mm.
- Procesamiento de las distribuciones de frecuencias más usuales y obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.
- Análisis estadístico de precipitaciones máximas para periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200,400 y 500 años.

3.4.10.2 Análisis de Frecuencia

Se basa en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos. Las distribuciones de frecuencia más usuales, en el caso de eventos máximos son:

- Distribución Norma (N)
- Distribución Gumbel (EVI)
- Distribución Log – Norma de 2 Parámetros (LN)
- Distribución Log – Norma de 3 Parámetros (LN)
- Distribución Log – Pearson II (LP3)

Los parámetros de las distribuciones se calcularon por los métodos de Momentos y de Máxima Verisimilitud:

a) Distribución Normal

La distribución normal, es simétrica con respecto a la media y no ha sido muy usada en análisis de frecuencias de avenidas, puesto que la mayoría de las series de avenidas tiene un sesgo positivo.

Sin embargo se ha encontrado apropiada para ciertas series de eventos de descargas y niveles de agua.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Donde:

μ : medida de la muestra.

σ : desviación estándar de la muestra.

Considerando la variable estandarizada:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$F(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

b) Valor Extremo Tipo 1 (EV1)

La distribución de valores Tipo 1 conocida como distribución Gumbel, es aplicada tanto para precipitaciones máximas como avenidas máximas. La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \int e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} dx$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

c) Distribución Log Normal (LN)

Es muy usada por su consistencia y facilidad de aplicación e interpretación.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi x\sigma}} \int e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

La variable estandarizada está dada por:

$$z = \frac{\ln x - \mu}{\sigma}$$

Dónde: μ y σ , son la media y desviación estándar de los logaritmos de las precipitaciones o caudales.

d) Distribución Log Normal de 3 Parámetros (3LN)

Esta variante de la distribución Log Normal, podrá ser usada cuando la transformada presenta un sesgo significativo.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int \frac{1}{(x-a)\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x-a)-\mu}{\sigma}\right]^2} dx$$

La variable estandarizada está dada por:

$$z = \frac{\text{Ln}(x - a) - \mu}{\sigma}$$

e) Distribución Log Pearson III (LP3)

Es una distribución muy usada en el análisis de avenidas con buenos resultados sobre todo en Canadá y Estados Unidos de Norteamérica.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \int e^{-\left(\frac{\text{Ln}x - \delta}{\alpha}\right)} \left(\frac{\text{Ln}x - \delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} dx$$

Es en este caso se tienen las relaciones adicionales:

$$\begin{aligned} \mu &= \alpha\beta + \delta \\ \sigma^2 &= \alpha^2 \beta \\ \gamma &= \frac{2}{\sqrt{\beta}} \end{aligned}$$

Siendo γ el sesgo.

3.4.10.3. Periodos de retorno

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial, está relacionada con la probabilidad de riesgo que dicho caudal sea excedido durante el cual se diseña la obra de arte o drenaje. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores, y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el período de retorno.

En el Cuadro siguiente, se muestran los valores del riesgo de excedencia del caudal de diseño, durante la vida útil del elemento de drenaje para diversos períodos de retorno.

Cuadro 37

Riesgo de Excedencia (%) durante la vida útil para diversos Períodos de Retorno

Período de Retorno (años)	Años de Vida Útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	57.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.84%	74.84%	82.12%	96.82%	99.41%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	98.31%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	86.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.30%	18.14%
1000	1.00	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

Fuente: Cuadro 4.1.1 a del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Se recomienda adoptar períodos de retorno no inferiores a 10 años para las cunetas y para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso el retorno aconsejable es de 50 años. Para los pontones y puentes el período de retorno no será menos de 100 años. Cuando sea previsible que se produzcan daños catastróficos en caso que se excedan los caudales de diseño, el período de retorno podrá ser hasta de 500 años a más. En el Cuadro siguiente, se indican períodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.

Cuadro 38

Períodos de Retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito

TIPO DE OBRA	PERÍODO DE RETORNO EN AÑOS
Puentes y Pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de Paso	50
Alcantarillas de Alivio	10 – 20
Drenaje de Plataforma	10

Fuente: Cuadro 4.1.1 b del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

3.4.11. Diseño de obras de drenaje superficial**Criterios Generales de Diseño**

A lo largo de la vía se han encontrado pequeños cauces con flujos permanentes y estacionales; de las cuales se tienen indicios que, en época de lluvia con períodos de retorno considerables, las estacionales a lo largo del trazo se activan. Por lo tanto, tanto en las Obras de Cruce (alcantarillas), como en Obras de Alivio (Cunetas), su elección dependerá de las

características del flujo, de la topografía y de la economía en el dimensionamiento de las Obras de Arte.

Por otro lado, las escorrentías superficiales a lo largo de la vía que provienen de las precipitaciones en el trayecto de la vía, condicionan el planteamiento de cunetas de base para evacuar las aguas a través de las alcantarillas de alivio y éstas a su vez a los cursos de agua que existen a lo largo de la vía.

Por lo tanto, el sistema conformado por cunetas de base que desfogan sus aguas en las alcantarillas de alivio y estas a su vez a los cursos de agua permanentes, constituyen el Sistema de Drenaje Superficial que se planteará para el mejoramiento de la carretera.

El diseño estructural de las estructuras de drenaje se rige a lo especificado en la Norma Técnica 060. Concreto Armado, así como a lo expresado en la Norma E-030 Diseño Sismorresistente en lo que fuere aplicable.

A continuación, se detallan los criterios específicos para el Diseño de las estructuras de drenaje superficial, planteadas con motivo del mejoramiento de la vía.

3.4.11.1. Cunetas de Base:

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de taludes de corte. Según, el Manual las dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el Cuadro siguiente:

Cuadro 39

Dimensiones de cunetas pata tipo de clima en carreteras de bajo volumen de transito

REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy Lluviosa	0.50	1.00

Fuente: Cuadro 4.1.3.a del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Estos elementos de Drenaje Superficial se proyectan con la finalidad de evacuar las aguas de precipitaciones pluviales que discurren por la calzada, a través del bombeo, se ha

considerado cunetas de sección transversal de 0.50x1.00 m con talud 1:1.5 y variable según el talud de reposo de la ladera, sin revestir en tramos de corte con pendiente menores a 4% y revestidas para pendientes mayores o iguales a 4%.

3.4.11.2. Alcantarillas de Paso y Alcantarillas de Alivio:

- **Tipo y Ubicación**

El tipo de alcantarilla deberá ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza, la pendiente del cauce y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales.

La cantidad y la ubicación serán fijadas para garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas. Además, en los puntos bajos del perfil debe proyectarse una alcantarilla de alivio, salvo solución alternativa.

Para el caso del Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu se proyectarán tanto alcantarillas de paso como de alivio, las que permitirán evacuar las aguas de los pequeños cursos existentes y las provenientes de las cunetas de base; para de esta manera conservar la operatividad de la carretera.

Por otro lado, atendiendo las recomendaciones del Manual acerca de las dimensiones mínimas de las Alcantarillas de Alivio, de tal forma que permitan su limpieza y conservación es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea 24” (0.60m) en el caso de tubos; es por ello que se contará con alcantarillas de 36”, 42”, 48” y 60” de (HDPE).

3.4.11.3. Cálculo de caudales máximos

Para diseñar las dimensiones de un cauce y el sistema de drenaje del trazo, se debe calcular o estimar el caudal de diseño, que viene a ser los caudales máximos. La magnitud del caudal máximo, es función directa del periodo de retorno que se le asigne, el que a su vez depende de la importancia de la obra y de la vida útil de ésta.

Para el análisis y determinación de los caudales máximos de diseño se han empleado los métodos: el Método RACIONAL, Método de GUMBEL y el Método del US. SOIL

CONSERVATION SERVICE, del Cuerpo de Ingenieros de los EEUU. La información pluviométrica utilizada, se ha tomado de la Estación: PLU CUÑUMBUQUE, que está a cargo del SENAMHI, que está ubicada en las cercanías del área del Proyecto que registran la lámina de precipitación máxima en 24 horas en mm, (Estación PLU CUÑUMBUQUE) que ocurre en el ámbito de influencia de las micro-cuencas, donde se emplazará el sistema de drenaje pluvial del trazo del proyecto.

➤ **Utilizando el método racional**

Este método, que la literatura inglesa atribuye a Lloyd-George en 1906, si bien los principios del mismo fueron establecidos por Mulvaney en 1850, permite determinar el caudal máximo que escurrirá por una determinada sección, bajo el supuesto que éste acontecerá para una lluvia de intensidad máxima constante y uniforme en la micro-cuenca correspondiente a una duración D igual al tiempo de concentración de la sección.

$$Q_{\text{máx}} = CiA \text{ (Ec. 2.1)}$$

En donde:

$Q_{\text{máx}}$: Caudal máximo en la sección de cálculo,

C : Coeficiente de escorrentía medio ponderado de las microcuencas,

A : Área total de la micro-cuenca vertiente en la sección de cálculo,

I : Intensidad media máxima para una duración igual al tiempo de concentración, de la sección de cálculo.

A continuación, se detallan los fundamentos teóricos para determinar cada una de las variables mencionadas anteriormente.

a) Determinación del Coeficiente de Esgurrimiento C

El coeficiente de esgurrimiento C representa la fracción de la lluvia que esgurre en forma directa y toma valores entre cero y uno, y varía apreciablemente entre una cuenca y otra, y de una tormenta a otra, debido a las condiciones de humedad iniciales. Sin embargo, es común tomar valores de C representativos de acuerdo con ciertas características de las cuencas como la vegetación, pendientes del terreno y uso de suelos.

b) Determinación de Tiempos de Concentración t_c .

El tiempo de concentración no es más que el tiempo que tardaría una gota de agua en recorrer la longitud desde el punto más distante de la corriente de agua de una cuenca hasta el lugar de medición. Los tiempos de concentración son calculados a partir de las características físicas de la cuenca, las cuales son: las pendientes, longitudes, elevaciones medias y el área de la cuenca. Es de notar que todas las fórmulas tienen factores de corrección que aplican según la cobertura de la micro-cuenca.

Tiempo de concentración a partir de la fórmula empírica de Kirpich

Desarrollada a partir de la información del SCS en siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (de 3% a 10%)

$$T_c = 0.0003245 L^{0.775} S^{-0.385} \text{ (En horas)}$$

L: Longitud máxima del canal o río desde aguas arriba hasta la salida, (en metros).

S: Pendiente del cauce o H/L (m/m) donde H es la diferencia de elevación entre el punto más elevado y el punto de interés.

d) Validación de fórmulas empíricas para la estimación de Tiempos de Concentración.

Cuando la lluvia cae sobre una cuenca y los niveles de infiltración y de evaporación son iguales o inferiores a la intensidad del aguacero, comienza el fenómeno de escorrentía sobre toda la superficie de la microcuenca afectada por dicho aguacero.

El agua resbala, antes de alcanzar un río principal o secundario, bajo la forma de capas de agua, de una cierta altura (según la intensidad de las precipitaciones y la pendiente de la superficie de flujo) y una cierta velocidad, la cual se denomina velocidad de la escorrentía.

La velocidad de la escorrentía se utiliza para validar las fórmulas con que se obtienen los tiempos de concentración, convirtiendo, estos últimos, a velocidades y comparándolas con las velocidades de escorrentía. Ella depende en primer lugar, de la pendiente de la superficie de flujo y después, de las características del suelo.

Coefficiente de asimetría

La distribución de los valores de una distribución alrededor de la media se mide por la asimetría. Se obtiene a partir del tercer momento alrededor de la media, dividiéndolo por el cubo de la desviación estándar para que sea adimensional.

Un estimativo del coeficiente de asimetría está dado por:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

Período de Retorno

Cada espacio muestral tiene su propia función de distribución o de densidad de probabilidad, que normalmente no se conoce a priori. Cuando de ese espacio se extrae un grupo de datos (muestra) al azar, es razonable esperar que su función de distribución de probabilidad sea similar a la del espacio completo, en particular si la muestra es grande.

Además, lo más razonable que se puede suponer en cuanto a la frecuencia de cada dato del grupo es que ésta sea, dentro del espacio muestral, igual a la observada.

El período de retorno o intervalo de recurrencia, T, se define como el tiempo promedio en el cual un evento de cierta magnitud va a ser igualado o superado por lo menos en una ocasión. Por ejemplo, si se tiene un evento de diseño con una probabilidad de ocurrencia $P = 0.25$ y tomando un proyecto con una vida útil de 100 años se tendría entonces que de los 100 años que dure el proyecto, en 25 se excedería el evento de diseño. Por lo tanto, el tiempo promedio de recurrencia del evento es de $100/25 = 4$ años. Si P es la probabilidad, entonces:

$$T = 1/P$$

La probabilidad de que el evento no ocurra sería entonces:

$$F(x) = (1-P) = 1-1/T$$

La probabilidad de que no ocurra en n años de la vida útil del proyecto sería:

$$F(x) = (1 - 1/T)^n$$

y la probabilidad de que ocurra el evento en n años o el riesgo de que se presente es:

$$F(x) = [1-(1-1/T)]^n$$

Cuando se tiene una lista de datos ordenados en forma decreciente con respecto al evento, el período de retorno se puede calcular como:

$$T = (n+1)/m$$

Donde:

n = número de datos.

m = número consecutivo de la lista para dicho evento.

Una vez que se asigna un período de retorno al gasto de diseño de la obra que se está analizando, es necesario hacer extrapolaciones a partir de los gastos máximos anuales que se hayan registrado para conocer el gasto de diseño que correspondería al período de retorno seleccionado. Esas extrapolaciones se logran mediante el uso de funciones de distribución de probabilidad, aquellas que más se ajusten a los registros con los que se cuenta.

De las funciones de distribución de probabilidad más usadas en hidrología, estas son algunas de ellas para la determinación de caudales máximos

1. Normal
2. Log-normal
3. Pearson III
4. log-Pearson III
5. Gumbel

Para la estimación de caudales máximos en este documento se seleccionaron la función Log-Normal porque es apropiada para variables aleatorias que cubren todo el rango de valores de los resultados posibles del experimento bajo análisis (volúmenes de escurrimiento mensual, por ejemplo); la función Gumbel debido que se desarrolló para el análisis de los valores extremos de dichos resultados, como los gastos máximos o mínimos anuales; y la función Log-Pearson III ya que ocupa un lugar intermedio.

➤ **Utilizando el método de US SOIL CONSERVATION SERVICE**

Este método tiene la metodología siguiente:

a).- Se han calculado previamente, las siguientes características hidrofisiográficas:

A = área de la micro-cuenca colectora en Km^2 .

T_c = Tiempo de concentración en horas.

N = Número de curva de escurrimiento, para la condición media de humedad en la cuenca, es adimensional. Se ha calculado teniendo en consideración los aspectos de condición

hidrológica (buena, regular y pobre), grupo hidrológico de suelo (A: bajo potencial de escorrentía, B: moderado bajo potencial de escorrentía, C: moderado alto potencial de escorrentía y D: alto potencial de escorrentía), uso de la tierra y tratamiento de la tierra (cultivada, cubierta de pastos y cubierta de bosques y arboledas).

b).- Se calculan los valores de precipitación (P) de duración 6 horas y períodos de retorno de acuerdo a las avenidas del proyecto. Lo anterior en base a la precipitación máxima en 24 horas

Se ha realizado el procesamiento de la información y aplicando el Método de Gumbell, se ha calculado la precipitación máxima caída en 24 horas para diferentes períodos de retorno (T).

Luego, se ha realizado la distribución porcentual de la precipitación en 6, 12 y 24 horas respectivamente.

c).- Con el valor de N, se calcula la escorrentía (Ei) para cada una de las precipitaciones, con duración de 6 horas, y diferentes períodos de retorno determinadas en el paso anterior, aplicando la siguiente fórmula:

$$E_i = \frac{(N(P+50.80) - 5,080)^2}{N(N(P - 203.20) + 20,320)}, \text{ en mm.}$$

En el siguiente Cuadro, se presentan los valores de Ei, para diferentes períodos de retorno.

d).- Con el valor de tiempo de concentración (Tc), calculado anteriormente, se determina el caudal unitario (q), según los valores de la Tabla N° 2 del Anexo, hay que Interpolar para calcular qi para un Tc

e).- Como paso final, se calculan los caudales máximos para diferentes valores de (T), aplicando la siguiente relación:

$$Q_{\max} = E_i \times q \times A$$

Luego se presentan los valores obtenidos de caudal máximo y caudal máximo instantáneo.

➤ **Utilizando el método de GUMBEL**

El “valor máximo” que se quiere determinar para un determinado período de retorno se determina por medio de la expresión:

$$x = x_m + D x = x_m + k \cdot s \cdot n^{-1}$$

x : valor máximo (caudal o precipitación) para un período de retorno T .

x_m : media de la serie dada de valores máximos

$D x$: desviación respecto a la media, que se estima mediante el producto de $k \cdot s \cdot n^{-1}$

Dónde:

k : factor de frecuencia, que indica el número de veces de desviación típica en que el valor extremo considerado excede a la media de la serie.

$s \cdot n^{-1}$: desviación estándar, desviación típica de los valores extremos

El valor de la variable “ k ” se estima a partir del conocimiento del período de retorno en años y del número de años disponibles en la serie.

$$\text{Así: } k = (y_T - y_n) / S_n$$

y_T : variable de Gumbel para el período de retorno T . Se determina a partir del valor del período de retorno. El valor se puede obtener de la tabla adjunta. $y_T = -\ln(-\ln(T/T-1))$.

y_n : valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, mediante tablas.

S_n : valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, mediante tablas

Luego se calcula la intensidad aplicando la distribución normal de la precipitación en porcentaje para 6, 12 y 24 horas, entonces con este valor de la Intensidad máxima se procede a determinar el Caudal de diseño.

3.4.12. Presentación de resultados

3.4.12.1. Parámetros calculados en el punto de interés o eje de ubicación del sistema de drenaje pluvial del trazo del proyecto.

Cuadro 40

Parámetros de las Micro-Cuencas del trazo

Micro-Cuenca	Area = At (km)	Perímetro (km)	Factor de forma (Am/Lb)	I. de Compacidad =kc (0.28*P/At ^{1/2})	Longitud Cauce (Lb)	Pendiente Cauce (S)
Micro-Cuenca 01	0.447	3.830	0.3170	1.6040	1.410	0.0660
Micro-Cuenca 02	0.338	3.472	0.2160	1.6722	1.565	0.0850
Micro-Cuenca 03	0.037	1.077	0.2022	1.5677	0.183	0.1148
Micro-Cuenca 04	0.055	1.120	0.1937	1.3372	0.284	0.1197
Micro-Cuenca 05	0.073	1.907	0.3919	1.9831	0.185	0.3784
	0.044	1.907	0.6214	2.5601	0.070	0.6286
	0.029	1.907	0.2788	3.1355	0.104	0.4038
Micro-Cuenca 06	0.074	2.058	0.3522	2.1240	0.209	0.3923
	0.064	2.058	0.1835	2.2707	0.351	0.5527
	0.046	2.058	0.2930	2.6867	0.157	0.4459
Micro-Cuenca 07	0.141	0.235	0.3681	0.1752	0.383	0.2898
	0.059	0.235	0.2720	0.2715	0.216	0.4074
	0.035	0.235	0.1640	0.3505	0.215	0.2512
Micro-Cuenca 08	1.128	4.852	0.6795	1.2792	1.660	0.1440
Micro-Cuenca 09	0.230	2.130	0.7770	1.2436	0.296	0.3784
Micro-Cuenca 10	0.073	1.142	0.3596	1.1835	0.203	0.4286
Micro-Cuenca 11	0.009	0.640	0.0702	1.8683	0.131	0.1832
	0.014	0.640	0.1150	1.5255	0.120	0.2250
Micro-Cuenca 12	0.536	3.356	0.7701	1.2835	0.696	0.1466
Micro-Cuenca 13	0.240	2.259	0.2637	1.2911	0.910	0.1967
Micro-Cuenca 14	0.026	1.304	0.1509	2.2731	0.171	0.1462
	0.060	1.304	0.3460	1.4881	0.174	0.4023
Micro-Cuenca 15	0.115	1.914	0.3528	1.5803	0.326	0.3037
Micro-Cuenca 16	0.220	2.107	0.3338	1.2578	0.659	0.2124
Micro-Cuenca 17	0.059	1.181	0.1815	1.3614	0.325	0.3754
Micro-Cuenca 18	0.027	0.938	0.0888	1.5984	0.304	0.2533
Micro-Cuenca 19	0.068	1.455	0.1679	1.5623	0.405	0.2815
Micro-Cuenca 20	0.051	0.975	0.1896	1.2089	0.269	0.3383
Micro-Cuenca 21	0.011	0.554	0.0780	1.4790	0.141	0.3759
Micro-Cuenca 22	0.024	0.735	0.1667	1.3284	0.144	0.4028
Micro-Cuenca 23	0.031	0.899	0.1292	1.4297	0.240	0.2250
Micro-Cuenca 24	0.030	1.018	0.4286	1.6457	0.070	0.4143
Micro-Cuenca 25	0.247	2.855	0.3887	1.6078	0.636	0.0943
	0.165	2.855	0.2702	1.9692	0.610	0.1426
Micro-Cuenca 26	0.200	2.027	0.5102	1.2691	0.392	0.1378
Micro-Cuenca 27	0.034	0.807	0.1619	1.2254	0.210	0.2762
Micro-Cuenca 28	0.030	0.834	0.1027	1.3482	0.292	0.3527
Micro-Cuenca 29	0.194	1.875	0.3508	1.1920	0.553	0.1591
Micro-Cuenca 30	0.064	1.245	0.1550	1.3780	0.413	0.3680

Micro-Cuenca	Area = At (km)	Perímetro (km)	Factor de forma (Am/Lb)	I. de Compacidad =kc (0.28*P/At ^{1/2})	Longitud Cauce (Lb)	Pendiente Cauce (S)
Micro-Cuenca 31	0.026	0.687	0.1268	1.1930	0.205	0.4000
Micro-Cuenca 32	0.012	0.567	0.0467	1.4493	0.257	0.2179
Micro-Cuenca 33	0.017	0.541	0.0867	1.1618	0.196	0.3367
Micro-Cuenca 34	0.039	1.242	0.2378	1.7610	0.164	0.3720
Micro-Cuenca 35	0.034	1.158	0.0937	1.7584	0.363	0.3471
Micro-Cuenca 36	0.048	1.006	0.0879	1.2857	0.546	0.2509
Micro-Cuenca 37	0.039	0.990	0.1625	1.4037	0.240	0.3542
Micro-Cuenca 38	0.005	0.295	0.0442	1.1681	0.113	0.4248
Micro-Cuenca 39	0.074	1.872	0.1426	1.9269	0.519	0.3295
Micro-Cuenca 40	0.196	3.088	0.1920	1.9530	1.021	0.2811
Micro-Cuenca 41	0.630	3.752	0.3891	1.3236	1.619	0.2069
Micro-Cuenca 42	0.076	1.282	0.2559	1.3021	0.297	0.0741

3.4.12.2. Caudales máximos aplicando métodos hidrometeorológicos.

3.4.12.2.1. Método Racional.

El valor de los caudales o avenidas máximas, se presentan a continuación en base a los resultados obtenidos mediante la aplicación del método Racional:

Cuadro 41

Caudales Máximos (Método Racional)

Micro - Cuenca	AREA (Km2)	Q (m3/s) METODO RACIONAL
Micro-Cuenca 01	0.447	10.57
Micro-Cuenca 02	0.338	7.82
Micro-Cuenca 03	0.037	4.30
Micro-Cuenca 04	0.055	4.48
Micro-Cuenca 05	0.073	11.08
	0.044	14.18
	0.029	6.84
Micro-Cuenca 06	0.074	9.67
	0.064	5.56
	0.046	7.49
Micro-Cuenca 07	0.141	12.18
	0.059	7.83
	0.035	4.65
Micro-Cuenca 08	1.128	31.82
Micro-Cuenca 09	0.230	24.96
Micro-Cuenca 10	0.073	9.43
Micro-Cuenca 11	0.009	1.32
	0.014	2.16
Micro-Cuenca 12	0.536	29.04
Micro-Cuenca 13	0.240	9.94
Micro-Cuenca 14	0.026	3.72
	0.060	8.76
Micro-Cuenca 15	0.115	10.62
Micro-Cuenca 16	0.220	11.79
Micro-Cuenca 17	0.059	5.16
Micro-Cuenca 18	0.027	2.28
Micro-Cuenca 19	0.068	4.79
Micro-Cuenca 20	0.051	4.78

Micro - Cuenca	AREA (Km2)	Q (m3/s) METODO RACIONAL
Micro-Cuenca 21	0.011	1.59
Micro-Cuenca 22	0.024	3.55
Micro-Cuenca 23	0.031	2.88
Micro-Cuenca 24	0.030	6.93
Micro-Cuenca 25	0.247	13.23
	0.165	9.01
Micro-Cuenca 26	0.200	15.32
Micro-Cuenca 27	0.034	3.89
Micro-Cuenca 28	0.030	2.65
Micro-Cuenca 29	0.194	10.52
Micro-Cuenca 30	0.064	4.65
Micro-Cuenca 31	0.026	2.93
Micro-Cuenca 32	0.012	1.03
Micro-Cuenca 33	0.017	1.89
Micro-Cuenca 34	0.039	5.07
Micro-Cuenca 35	0.034	2.61
Micro-Cuenca 36	0.048	2.71
Micro-Cuenca 37	0.039	3.93
Micro-Cuenca 38	0.005	0.79
Micro-Cuenca 39	0.074	4.58
Micro-Cuenca 40	0.196	7.87
Micro-Cuenca 41	0.630	18.51
Micro-Cuenca 42	0.076	6.73

3.4.12.2.2. Método del US Soil Conservation Service.

El valor de los caudales o avenidas máximos, se presentan a continuación en base a los resultados obtenidos mediante la aplicación del método US Soil Conservation Service:

Cuadro 42

Caudales Mínimos (Método SCS)

Micro - Cuenca	AREA (Km2)	Q (m3/s) METODO SCS
Micro-Cuenca 01	0.447	7.15
Micro-Cuenca 02	0.338	5.46
Micro-Cuenca 03	0.037	0.74
Micro-Cuenca 04	0.055	1.08
Micro-Cuenca 05	0.073	1.47
	0.044	0.87
	0.029	0.59
Micro-Cuenca 06	0.074	1.48
	0.064	1.28
	0.046	0.93
Micro-Cuenca 07	0.141	2.79
	0.059	1.19
	0.035	0.71
Micro-Cuenca 08	1.128	18.63
Micro-Cuenca 09	0.230	4.60
Micro-Cuenca 10	0.073	1.47

Micro - Cuenca	AREA (Km2)	Q (m3/s) METODO SCS
Micro-Cuenca 11	0.009	0.19
	0.014	0.28
Micro-Cuenca 12	0.536	10.17
Micro-Cuenca 13	0.240	5.23
Micro-Cuenca 14	0.026	0.52
	0.060	1.22
Micro-Cuenca 15	0.115	2.28
Micro-Cuenca 16	0.220	4.17
Micro-Cuenca 17	0.059	1.21
Micro-Cuenca 18	0.027	0.53
Micro-Cuenca 19	0.068	1.32
Micro-Cuenca 20	0.051	1.01
Micro-Cuenca 21	0.011	0.22
Micro-Cuenca 22	0.024	0.47
Micro-Cuenca 23	0.031	0.59
Micro-Cuenca 24	0.030	0.61
Micro-Cuenca 25	0.247	4.68
	0.165	3.13
Micro-Cuenca 26	0.200	3.91
Micro-Cuenca 27	0.034	0.68
Micro-Cuenca 28	0.030	0.59
Micro-Cuenca 29	0.194	3.65
Micro-Cuenca 30	0.064	1.25
Micro-Cuenca 31	0.026	0.52
Micro-Cuenca 32	0.012	0.24
Micro-Cuenca 33	0.017	0.41
Micro-Cuenca 34	0.039	0.78
Micro-Cuenca 35	0.034	0.67
Micro-Cuenca 36	0.048	0.92
Micro-Cuenca 37	0.039	0.78
Micro-Cuenca 38	0.005	0.10
Micro-Cuenca 39	0.074	1.43
Micro-Cuenca 40	0.196	3.59
Micro-Cuenca 41	0.630	10.69
Micro-Cuenca 42	0.076	1.50

3.4.12.2.3. Método de Gumbel.

El valor de los caudales o avenidas máximos, se presentan a continuación en base a los resultados obtenidos mediante la aplicación del método de Gumbel:

Cuadro 43

Caudales Mínimos (Método Gumbel)

Micro - Cuenca	AREA (Km2)	Q (m3/s) METODO GUMBEL
Micro-Cuenca 01	0.447	10.34
Micro-Cuenca 02	0.338	7.82
Micro-Cuenca 03	0.037	0.98
Micro-Cuenca 04	0.055	1.45

Micro - Cuenca	AREA (Km2)	Q (m3/s) METODO GUMBEL
Micro-Cuenca 05	0.073	1.92
	0.044	1.15
	0.029	0.77
Micro-Cuenca 06	0.074	1.95
	0.064	1.70
	0.046	1.22
Micro-Cuenca 07	0.141	3.73
	0.059	1.55
	0.035	0.93
Micro-Cuenca 08	1.128	29.82
Micro-Cuenca 09	0.230	6.08
Micro-Cuenca 10	0.073	1.93
Micro-Cuenca 11	0.009	0.24
	0.014	0.36
Micro-Cuenca 12	0.536	14.17
Micro-Cuenca 13	0.240	6.35
Micro-Cuenca 14	0.026	0.68
	0.060	1.59
Micro-Cuenca 15	0.115	3.04
Micro-Cuenca 16	0.220	5.82
Micro-Cuenca 17	0.059	1.56
Micro-Cuenca 18	0.027	0.71
Micro-Cuenca 19	0.068	1.80
Micro-Cuenca 20	0.051	1.35
Micro-Cuenca 21	0.011	0.29
Micro-Cuenca 22	0.024	0.63
Micro-Cuenca 23	0.031	0.82
Micro-Cuenca 24	0.030	0.79
Micro-Cuenca 25	0.247	6.54
	0.165	4.36
Micro-Cuenca 26	0.200	5.29
Micro-Cuenca 27	0.034	0.90
Micro-Cuenca 28	0.030	0.79
Micro-Cuenca 29	0.194	5.13
Micro-Cuenca 30	0.064	1.69
Micro-Cuenca 31	0.026	0.69
Micro-Cuenca 32	0.012	0.32
Micro-Cuenca 33	0.017	0.45
Micro-Cuenca 34	0.039	1.03
Micro-Cuenca 35	0.034	0.90
Micro-Cuenca 36	0.048	1.27
Micro-Cuenca 37	0.039	1.03
Micro-Cuenca 38	0.005	0.13
Micro-Cuenca 39	0.074	1.96
Micro-Cuenca 40	0.196	5.18
Micro-Cuenca 41	0.630	16.66
Micro-Cuenca 42	0.076	2.01

HOJA SUSTENTO DE DISEÑO

PARAMETROS PARA MUESTRAS MENORES DE 100 AÑOS

METODO DE GUMBELL

Parametros para muestras menores a 100 datos

n	my	sy
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.56	1.2065

Interpolando para n = 10

	n	my	sy
1	10	0.4952	0.9496
2	15	0.5128	1.0206
x	10	0.4952	0.9496

HOJA SUSTENTO DE DISEÑO

CALCULO DE LA INTENSIDAD MAXIMA

METODO DE GUMBELL

1. DATOS PLUVIOMETRICOS - ESTACION CUÑUMBUQUE

CUADRO 112: PRECIPITACION MAXIMA POR MES EN 24 HORAS (mm).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2005	12	19	32.1	26	22.2	17.7	13	30.7	30.8	16.2	29.4	12.2
2006	23	32.2	55.3	22	26	20	44.2	14.4	25.1	23.3	81.3	11.5
2007	16.5	6.9	29.1	19	23.6	3.3	23.4	18.4	40.2	24.1	64	8.1
2008	18.5	93.2	33.7	54.4	11.6	28.3	37.2	26	30	29.9	18.3	25.8
2009	24.1	33	24.9	52.5	15.5	51.3	8.9	32.1	50.3	14.3	10.8	7.6
2010	35.1	31.7	11.1	50.3	38.7	39.8	16.9	47	11.3	14.4	35.2	15.7
2011	17.2	6.8	41.6	43.7	24.6	38.9	17.6	11.1	28.2	32.4	53.4	29.2
2012	105.4	23.5	31.3	44.4	36	12.8	34.8	15.4	29	31.2	20.4	32.3
2013	55.2	18.3	28.2	19.3	39.4	20.8	33.8	29.9	22.4	12.4	53.1	30.1
2014	15.2	12.6	40.5	49.4	17.3	16.8	43.6	6	17.2	102.4	42.3	45.3

2. CLASIFICACION DE INFORMACION

Para aplicar el **Metodo De GUMBELL** se deberá seleccionar la precipitación máxima anual

CUADRO 113: PRECIPITACION MÁXIMA ANUAL (mm).

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PREC. MAX. EN 24h	32.1	81.3	64	93.2	52.5	50.30	53.4	105.4	55.2	102.4

3. CALCULOS ESTATICOS

CUADRO 114: ORDEN DECRECIENTE DE LAS PRECIPITACIONES

N° DE ORDEN (Precip Mín Y _i en 24	Periodo de retorno(n+1)/	(Y _i - \bar{y}) ²
1	105.40	11.00	1326.42
2	102.40	5.50	1116.90
3	93.20	3.67	586.61
4	81.30	2.75	151.78
5	64.00	2.20	24.80
6	55.20	1.83	189.89
7	53.40	1.57	242.74
8	52.50	1.38	271.59
9	50.30	1.22	348.94
10	32.10	1.10	1360.13
ã	689.80		5,619.80

*).- Cálculo de la media aritmetica:

$$\bar{y} = \frac{689.8}{10} = 68.98$$

*).- Cálculo de la de la Desviacion Estandar:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = 24.99$$

*).- Distribucion de Valores Extremos para Maximias Anuales:

$$\psi = \bar{y} - \frac{S_y}{G_n} \left\{ y_n + \ln \left(\frac{T_m}{T_m - 1} \right) \right\}$$

Donde:

y = Precipitacion mínima anual en 24 horas.

Sy = Desviación Estándar de los valores de precipitación máxima en 24 horas (Registrados por año)

Yn = Media (Gumbel I), en función del N° de años de registro (dato de tabla)

Gn = Desviacion Estandar (Gumbel I), en función del N° de años de registro (dato de tabla)

Tm = Tiempo de retorno de un máximo anual esperado

Como N° de años de registro es igual a : **10 entonces:**

$$Y_n = 0.4952$$

$$G_n = 0.9496$$

Luego reemplazando valores para un TEMPO DE RETORNO de: **50 años**

$$y = 158.63 \text{ mm}$$

4. CALCULO DE LA INTENSIDAD

CUADRO 115: APLICANDO DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LA PRECIPITACIÓN EN PORCENTAJE PARA 6, 12 Y 24 HORAS

Duración en horas	% Precipitación	Precipitación (mm)
6	75	118.97
12	85	134.83
24	100	158.63

CUADRO 116 : PRECIPITACIÓN NORMAL EN PORCENTAJE PARA 1,2,3,4,5y 6 HORAS

Duración en horas	% Precipitación	Precipitación (mm)
6	100	118.97
5	92	109.45
4	84	99.94
3	75	89.23
2	64	76.14
1	49	58.30

Entonces el I max de diseño es: **I max.diseño : 118.97 mm / h**

Con este valor se procedera a determinar el Q de diseño, utilizando el Metodo RACIONAL en cada tramo , con la formula:

HOJA DE CALCULO CALCULO DE CAUDALES MÁXIMOS (METODO GUMBEL)				
MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICHU, DISTRITO DE SANTA ROSA PROVINCIA DE EL DORADO – SAN MARTIN				
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	
SAN JUAN DE TALLIQUIHUI, NUEVA ESPERANZA, MILENIUM, CHONTAL, NUEVO CHANCHAMAYO, MACHU PICHU.	SANTA ROSA	EL DORADO	SAN MARTIN	
3. Cálculo de caudales Máximos				
Donde:				
C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)				
I = Intensidad en mm/hr				
A = Area de drenaje (Km ²)				
$Q = CIA$ 1				
Tr = 50 años				
Micro-Cuenca	Area de Micro-Cuenca	C	I (mm/hr)	Q (m ³ /s)
MICRO-CUENCA 01	0.447	0.70	118.97	10.34
MICRO-CUENCA 02	0.338	0.70	118.97	7.82
MICRO-CUENCA 03	0.037	0.80	118.97	0.98
MICRO-CUENCA 04	0.055	0.80	118.97	1.45
MICRO-CUENCA 05	0.073	0.80	118.97	1.92
	0.044	0.80	118.97	1.15
	0.029	0.80	118.97	0.77
MICRO-CUENCA 06	0.074	0.80	118.97	1.95
	0.064	0.80	118.97	1.70
	0.046	0.80	118.97	1.22
MICRO-CUENCA 07	0.141	0.80	118.97	3.73
	0.059	0.80	118.97	1.55
	0.035	0.80	118.97	0.93
MICRO-CUENCA 08	1.128	0.80	118.97	29.82
MICRO-CUENCA 09	0.230	0.80	118.97	6.08
MICRO-CUENCA 10	0.073	0.80	118.97	1.93
MICRO-CUENCA 11	0.009	0.80	118.97	0.24
	0.014	0.80	118.97	0.36
MICRO-CUENCA 12	0.536	0.80	118.97	14.17
MICRO-CUENCA 13	0.240	0.80	118.97	6.35
MICRO-CUENCA 14	0.026	0.80	118.97	0.68
	0.060	0.80	118.97	1.59
MICRO-CUENCA 15	0.115	0.80	118.97	3.04
MICRO-CUENCA 16	0.220	0.80	118.97	5.82
MICRO-CUENCA 17	0.059	0.80	118.97	1.56
MICRO-CUENCA 18	0.027	0.80	118.97	0.71
MICRO-CUENCA 19	0.068	0.80	118.97	1.80
MICRO-CUENCA 20	0.051	0.80	118.97	1.35
MICRO-CUENCA 21	0.011	0.80	118.97	0.29
MICRO-CUENCA 22	0.024	0.80	118.97	0.63
MICRO-CUENCA 23	0.031	0.80	118.97	0.82
MICRO-CUENCA 24	0.030	0.80	118.97	0.79
MICRO-CUENCA 25	0.247	0.80	118.97	6.54
	0.165	0.80	118.97	4.36
MICRO-CUENCA 26	0.200	0.80	118.97	5.29
MICRO-CUENCA 27	0.034	0.80	118.97	0.90
MICRO-CUENCA 28	0.030	0.80	118.97	0.79
MICRO-CUENCA 29	0.194	0.80	118.97	5.13
MICRO-CUENCA 30	0.064	0.80	118.97	1.69
MICRO-CUENCA 31	0.026	0.80	118.97	0.69
MICRO-CUENCA 32	0.012	0.80	118.97	0.32
MICRO-CUENCA 33	0.017	0.80	118.97	0.45
MICRO-CUENCA 34	0.039	0.80	118.97	1.03
MICRO-CUENCA 35	0.034	0.80	118.97	0.90
MICRO-CUENCA 36	0.048	0.80	118.97	1.27
MICRO-CUENCA 37	0.039	0.80	118.97	1.03
MICRO-CUENCA 38	0.005	0.80	118.97	0.13
MICRO-CUENCA 39	0.074	0.80	118.97	1.96
MICRO-CUENCA 40	0.196	0.80	118.97	5.18
MICRO-CUENCA 41	0.630	0.80	118.97	16.66
MICRO-CUENCA 42	0.076	0.80	118.97	2.01

3.5. Estudio de tráfico

3.5.1. Generalidades

El Estudio de Tráfico consistió en el conteo vehicular y la aplicación de encuestas origen-destino durante los 7 días de la semana, las 24 horas del día, en cada una de las casetas de conteo que se instaló, dichos periodos de conteo se realizó entre el lunes 13 de Mayo y el domingo 19 de Mayo del año 2019, en las estaciones E-01 CC.PP. Nueva Esperanza (Km 1+950), punto de inicio de la vía, la Estación E-02, ubicada en el Km 5+980 hacia la localidad de Milenium, y la Estación E-03, ubicada en el Km 11+120 de la localidad de CC.PP. Nuevo Chanchamayo.

Dicho conteo se procesó y se afectó con un factor de corrección correspondiente a la zona, según los datos recomendados del MTC (Ver cuadro de Factores de corrección cuya fuente es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones), obteniendo un IMD en cada estación las cuales se especifica y detalla en el estudio de tráfico respectivo.

3.5.2. Volumen vehicular

El volumen de tráfico promedio diario se ha obtenido de la suma del conteo de los vehículos en ambas direcciones (entrada y salida), lo cual nos ha permitido tener una idea más general del tipo y cantidad de vehículos que se observan diariamente.

Según el conteo realizado en las Estaciones ubicados a lo largo del tramo, las cuales están indicadas y sustentadas con las fichas de campo y el estudio de tráfico de ellas se obtuvo lo siguiente:

3.5.3. Estación de conteo E-01 (Nueva Esperanza Km 1+950)

Se obtuvo los siguientes resultados de acuerdo al conteo efectuado en la Estación de conteo Ubicada en el Km 1+950 del tramo en estudio, que viene ser uno de los CC.PP. Beneficiarios:

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Km 0+000-Km 18+833 (CC.PP San Juan de Talliquihui- CC.PP Machupicchu)
CODIGO	SM-1
ESTACION	Nueva Esperanza -Milenium

UBICACIÓN	CC.PP. Nueva Esperanza (Km 1+960)
SENTIDO	Ambas

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %	
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
DIAGRA. VEH																				
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25.00
08-09	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
18-19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	100.00
%	25.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

El IMDa (Índice Medio Diario Anual) se determina haciendo uso de un Factor de Corrección Mensual, el cual permitió expandir la muestra semanal a un promedio de volumen vehicular anual.

Una vez procesado el IMDs se trabajó el IMDa en función al FC correspondiente.

Según la siguiente fórmula:

$$\text{IMDa} = \text{IMDs} \times \text{Fc}$$

Dónde:

IMDs = Índice Medio diario semanal de muestra vehicular.

IMDa = Índice Medio Diario Anual

Se procedió a ajustar los resultados del conteo mediante la aplicación de factores de corrección, estos son coeficientes de ajuste que permiten expandir una muestra vehicular a un mayor periodo de tiempo. Según lo recomendado, se ha considerado los factores de corrección mensuales correspondientes al tramo más cercano al área de estudio, en este caso el Peaje, ubicado cerca de Moyobamba y corresponde al tramo entre Moyobamba y la División Lamas, que se encuentra en la Carretera Fernando Belaúnde Terry, en la Ruta 05 N, en consideración a que la variación de los flujos de alguna manera refleja la contribución de vehículos provenientes de la zona en estudio y que transportan productos como café, cacao y otros hacia los mercados regionales y la costa para su entender se obtuvo el registro del tráfico vehicular según mes correspondiente a todo a los años 2006 - 2012; el mismo que se muestra en el siguiente cuadro:

Afectados con dichos valores correspondiente al mes de Noviembre se obtuvo el IMDa, la cual se muestra en el siguiente cuadro:

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL							
(RESUMEN)							
TRAFICO ACTUAL - TRAMO: Km 00+000-Km 18+833 (CC.PP. San Juan de Talliquihui- CC.PP. Machupicchu)							
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL	CAMIONETA	BUS MED.	BUS GRAN	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	TOTAL
IMDa	4	8	0	0	4	0	16
DISTRIBUCION	25%	50%	0%	0%	25%	0%	100%

ELABORACIÓN: Elaboración propia

De los resultados del índice medio diario anual, se ha obtenido un promedio aproximado de 16 vehículos, clasificados en 4 Automóviles, 8 camionetas y 4 Camiones de 2E.

3.5.4. Estación de conteo E-02 (ubicada en el Km 5+980, CC.PP. Milenium)

Se obtuvo los siguientes resultados de acuerdo al conteo efectuado en la Estación de conteo Ubicada en el Km. 5+980 en la localidad de Milenium, que viene ser el punto central aproximado del camino vecinal:

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Km 0+000-Km 16+655 (CC.PP. San Juan de Talliquibui, CC.PP. Machunicchu)
CODIGO	SM-2
ESTACION	Milenium-Nuevo Chanchamayo

UBICACION	CC.PP. Milenium (Km 5+980)
SENTIDO	Ambas

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %	
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
DIAGRA. VEH																				
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25.00
08-09	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
18-19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	100.00
%	25.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Afectados con dicho valores correspondiente al mes de Mayo se obtuvo el IMDa, la cual se muestra en el siguiente cuadro:

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (RESUMEN)							
TRAFICO ACTUAL - TRAMO: Km 00+000-Km 18+833 (CC.PP. San Juan de Talliquihui- CC.PP. Machupicchu)							
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL	CAMIONETA	BUS MED.	BUS GRAN	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	TOTAL
IMDa	4	8	0	0	4	0	16
DISTRIBUCION	25%	50%	0%	0%	25%	0%	100%

ELABORACIÓN: Elaboración propia

De los resultados del índice medio diario anual, se ha obtenido un promedio aproximado de 16 vehículos, clasificados en 4 Automóviles, 8 camionetas y 4 Camiones de 2E.

3.5.5. Estación de conteo E-03 (Km 11+120 en el CC.PP. Nueva Chanchamayo)

Se obtuvo los siguientes resultados de acuerdo al conteo efectuado en la Estación de conteo Ubicada al ingreso de la localidad de Nueva Chanchamayo, que viene ser el punto central final del camino vecinal:

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Km 0+000-Km 10+960 (CC.PP. San Juan de Talliguibui, CC.PP. Machucobui)
CODIGO	SM-1
ESTACION	Nueva Esperanza -Milenium

UBICACIÓN	CC.PP. Nueva Esperanza (Km 1+960)
SENTIDO	Ambas

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %	
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
DIAGRA. VEH																				
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12.50
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25.00
08-09	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12.50
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12.50
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12.50
18-19	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12.50
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12.50
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	100.00
%	25.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Afectados con dichos valores correspondiente al mes de Mayo se obtuvo el IMDa, la cual se muestra en el siguiente cuadro:

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (RESUMEN)							
TRAFICO ACTUAL - TRAMO: Km 00+000-Km 18+833 (CC.PP. San Juan de Talliquihui- CC.PP. Machupicchu)							
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL	CAMIONETA	BUS MED.	BUS GRAN	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	TOTAL
IMDa	4	8	0	0	4	0	16
DISTRIBUCION	25%	50%	0%	0%	25%	0%	100%

ELABORACIÓN: Elaboración propia

De los resultados del índice medio diario anual, se ha obtenido un promedio aproximado de 16 vehículos, clasificados en 4 Camionetas, 8 automóviles y 4 camiones de 2E.

Obtenidos ambos resultados se pudo analizar que el IMDa obtenido en cada estación muestra valores cercanos, por lo que no es necesario realizar un análisis por tramos, siendo conveniente homogenizar los tramos y analizar a la vía en toda su longitud como un solo tramo, por lo que es conveniente trabajar para la evaluación económica con el IMDa menor.

3.5.6. Proyección del tráfico

- Las tasas de crecimiento del tráfico liviano normal será similar a la del crecimiento del departamento de San Martín que de acuerdo a la información del INEI es: 2.7% anual hasta el primer año.
- La tasa de crecimiento del tráfico pesado normal serán similares a la del crecimiento del producto bruto interno (PBI) del departamento de San Martín que de acuerdo a la información del MEF que es lo siguiente:

Trafico Actual

TIPO DE VEHICULO	IMD	DISTRIBUCION %
AUTOMOVIL	2	25
CAMIONETA	4	50
COMBIS	0	0
CAMION 2E	2	25
CAMION 3E	0	0
TOTAL	08	100

Fuente: Elaboración propia

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL PARA LA PROYECCIÓN DEL TRAFICO VEHICULAR

TRAMO DEL CAMINO VECINAL	Tasa Anual de Crecimiento del flujo vehicular	
☐ CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu	Transporte de Mercancías	Veh. Ligeros y de Transporte de Pasajeros
	3.50%	2.70%

Fuente: Elaboración Propia

Para la proyección del tráfico vehicular en la situación normal se ha utilizado la siguiente fórmula:

Formula: $D_{vf} = D_{vi} (1 + T_c)^n$

Dónde:

- D_{vf} = Demanda vehicular final.
- D_{vi} = Demanda vehicular inicial.
- T_c = Tasa de crecimiento.
- n = Número de años.

3.5.7. Los Servicios Demandados

Los servicios demandados serán demostrados con el tráfico generado por el mismo proyecto que es el 15% respecto al tráfico normal, el cual representa a los usuarios que debido al menor costo de transporte demandaran el uso de la infraestructura.

Cabe indicar por otro lado que el horizonte de tiempo sobre el cual se piensa evaluar la viabilidad del proyecto es de 10 años. La razón básicamente se debe a que la mayoría de este tipo de proyectos ya sea asfaltado o reparación de rutas se evalúa en base a ese horizonte, debido a que se piensa que es el periodo en el cual la pista o ruta no presenta daños estructurales o irremediables dado un mantenimiento adecuado y continuo.

Para efectos de la estimación de la demanda vehicular en la evaluación del proyecto, se considera lo siguiente:

Las tasas de crecimiento del tráfico liviano normal serán similares a la del crecimiento del departamento de San Martín que de acuerdo a la información del INEI es: 2.7% anual hasta el primer año.

3.5.8. Estudio de Tráfico de Vía.

El tipo de servicio que va a generar el presente proyecto que es de acceso al transporte de pasajeros y turistas locales, así como de la producción hacia el mercado local más cercano como Tarapoto y San José de Sisa, desde la zona de producción dentro del área de influencia del proyecto.

Este tema tiene como objetivo determinar los volúmenes de tránsito en este camino vecinal; en tal sentido es importante conocer los principales parámetros que determinen los índices del tráfico real, para poder tomar criterios técnicos en la jurisdicción del proyecto.

3.5.9. Análisis de Trafico.

Para diseñar una carretera es necesario predecir el número de vehículos para un periodo de diseño; la información sobre el tráfico inicial puede obtenerse mediante medidas directas en el campo, datos estadísticos o medidas directas en alguna carretera con características de tránsito parecidas a las del proyecto. Para el caso de este perfil se tomó medidas directas del tramo.

Los cálculos para pronosticar el transito futuro, dan la pauta sobre la cual se pueden elaborar proyectos económicamente seguros, así como proporcionar la base para proyectos que satisfagan las demandas del tránsito.

En los cuadros antes descritos se puede notar que la demanda de población se incrementa y por lo tanto también se incrementaría las expectativas de la actividad agrícola con relación a los servicios demandados sin proyecto, para lo cual se proyecta la producción agrícola con proyecto, para lo que será necesario contar con un Camino Vecinal en óptimas condiciones.

PROYECCION DE TRAFICO

TIPO DE VEHICULO	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
TRAFICO NORMAL	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11
AUTOMOVIL	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
CAMIONETA	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
COMBIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAFICO GENERADO	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AUTOMOVIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETA	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COMBIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMD SUB-TOTAL	8	9	9	9	9	9	10	10	11	11	12
IMD TOTAL	8	9	9	9	9	9	10	10	11	11	12

Tasa de crecimiento: Vehículos de pasajeros 2.7% y carga 3.5%

3.6 Diseño de pavimento a nivel de afirmado

3.6.1. Introducción

El pavimento es la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre la superficie de la subrasante (capa superior de las explanaciones) y la superficie de rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme, de forma y textura apropiados, resistentes a la acción del tránsito, a la del intemperismo y de otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente al terreno de fundación, los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito fluido de los vehículos, con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto.

La estructuración de un pavimento, o disposición de las diversas partes que los constituyen, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrecen una gran variedad de posibilidades, de tal suerte que puede estar formado por una

sola capa o de varias, y a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, procesados o sometidos a algún tipo de tratamiento o estabilización.

La superficie de rodadura propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica, un tratamiento superficial o la superficie de una capa de material granular con resistencia al desgaste.

La actual tecnología de pavimentos contempla una gama muy diversa de secciones estructurales, las cuales están en función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía: tránsito, tipo de suelo, importancia de la vía, condiciones de drenaje, recursos disponibles, etc. Debe elegirse la solución más apropiada, de acuerdo a las facilidades y experiencias locales y a las condiciones específicas de cada caso, lo cual es una tarea que requiere de un balance técnico-económico de todas las alternativas.

Debido a su amplia difusión, a la experiencia acumulada y a las connotaciones económicas que implica su uso, los pavimentos flexibles de capas granulares comprenden casi la generalidad de vías que forman la red vial nacional. Para la estructuración de este tipo de pavimentos juegan papel importante, en la mayoría de métodos de diseño, dos parámetros: La capacidad de soporte del suelo de sub-rasante y el volumen de tráfico al que estará sujeto la vía.

De acuerdo a lo expresado por los términos de referencia del estudio, la alternativa a considerarse para la estructura del pavimento es a nivel de una base granular de rodadura, también denominada “pavimento afirmado” o lastrado con un tratamiento superficial.

3.6.2 Método para el diseño del pavimento

En este estudio se tomará en cuenta, en la decisión del tipo de estructuración a usarse, un factor igualmente fundamental, sobre todo por su incidencia en el aspecto económico: El nivel de importancia de la vía.

Por tratarse de una carretera de cuarto orden, con características de un camino vecinal de bajo volumen de tránsito, el diseño de la estructura del pavimento tendrá en consideración criterios más que todo de serviciabilidad mínima (transitabilidad).

El método que será empleado para el diseño del espesor del pavimento es el establecido por el cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano (U.S. Army Corps Of.

Ingenieers), para el dimensionamiento de caminos afirmados (Ref1). En ese método se contempla la utilización de una capa de material granular de cierta plasticidad que a la vez cumple la función de capa de rodadura, permitiendo mantener un nivel de servicio adecuado cuando el volumen de tráfico proyectado es bajo, considerándose periodos de diseño entre 7 a 10 años.

La capa granular puede estar constituida por materiales que pueden calidad de sub-base o de base dependiendo de su capacidad de soporte o CBR.

La Figura N° 1 contiene las curvas de diseño elaboradas por el USACE, en donde se observa que los factores tomados en cuenta para determinar el espesor de la capa granular de rodadura son:

1. El valor de Soporte de California (CBR) del suelo de sub-rasante
2. La intensidad del tráfico, en número de ejes simples equivalentes al eje estándar de 18,000 libras de carga, en el periodo de diseño (N18) Un factor adicional considerado en el método propuesto es el concerniente a la calidad de los materiales a emplearse. Para ello se verificará el CBR que debe tener la capa de pavimento en función del tráfico, CBR de la subrasante y espesor requerido.

3.6.3. Análisis del tráfico

Conteo de tráfico Vehicular

El trabajo se desarrolló del 13 de Mayo al 19 de Mayo del 2019,

El promedio del IMDA nos dio un resultado de **IDMA de 3**, lo cual se considera un tránsito de bajo volumen de tránsito.

3.6.3.1. Metodología.

Existen dos procedimientos, que por lo general son utilizados para proyectar el tráfico normal:

- ✓ Con información del Índice Medio Diario Anual (IMDA) del tráfico existente, y
- ✓ Con indicadores macroeconómicos, expresados en Tasa de crecimiento, en primer término, el poblacional y en segundo término el producto bruto Interno (PBI) de la región.

3.6.3.2. Trafico Normal

La proyección del tráfico normal se realizó proyectando los resultados obtenidos en el IDMA y se desarrolla por cada tipo de vehículo.

3.6.3.3. Proyecciones del tráfico Normal

Las proyecciones se han realizado con variables económicas, la tasa de crecimiento poblacional de los centros poblados afectados por el proyecto es de 0.3 % anual, el PBI de la Región San Martín es de 0.6 %, los resultados obtenidos son los que se muestran a continuación:

Tráfico normal

Tipo de vehículo	IMD A	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Camioneta Rural	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Tráfico Normal	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5

3.6.3.4. Tráfico Generado y desviado

El tráfico generado se obtiene de incrementar en 10 % el volumen diario de circulación para todo tipo de vehículo y los resultados que se obtienen son los siguientes.

Tráfico normal

Tipo de vehículo	IMDA	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Camioneta Rural	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Trafico Normal	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Tráfico Generado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMDA TOTAL	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5

3.6.3.5 Tráfico Total.

El Trafico total, tal como se presenta en el cuadro anterior es de 4 vehículos para lo próximo 6 años y de 5 vehículos para los 4 años restantes.

El promedio del IMDA nos un resultado de IDMA de 4, lo cual se considera un tránsito de bajo volumen de tránsito.

El camino vecinal une principalmente al ámbito provincial tanto en transporte de pasajeros como de carga la ruta San Juan de Talliquihui – El Dorado y Viceversa.

La Camioneta Rural es el único tipo de vehículo que circula en el camino vecinal, los camiones de pequeña capacidad en periodo de campaña agrícola.

3.6.4. El suelo de rasante

El suelo de rasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre el que construye la estructura el pavimento,

El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de la resistencia mecánica de este suelo. Las curvas de diseño mostradas en el Gráfico N° 01 se basan en el indicador de la resistencia del suelo más difundido y que es el Valor de Soporte de California o C.B.R. (California Bearing Ratio).

En el estudio de suelo realizado se ha encontrado que la capacidad de soporte del “suelo de subrasante” para el tramo se ha podido determinar que el pavimento se encuentra conformada por el mismo Terreno Natural. Considerando la clasificación de los materiales, el estado de la dosificación y humedad, puede calificarse como Regular, en todo el tramo, ello debido a que las secciones correspondientes se encuentran sobre suelos Arenosos gravosos de buena compacidad; tomando en consideración los criterios procedentes, observaciones de campo, para el análisis del CBR de la subrasante se ha encontrado en el Estudio en promedio un CBR del **6.55 %**, al **95 %**, el cual se tomará como base para el diseño de todo el tramo.

N° CBR	PROGRESIVA	CBR al 95 %
C-01	Km 00+00	4.30
C-03	Km 01+000	10.00
C-05	Km 02+000	6.80
C-07	Km 03+000	5.80
C-09	Km 04+000	1.50

C-11	Km 05+000	6.20
C-13	Km 06+000	5.20
C-15	Km 07+000	8.60
C-17	Km 08+000	8.50
C-19	Km 09+000	8.60
C-21	Km 10+000	8.70
C-23	Km 11+000	8.55
C-25	Km 12+000	8.70
C-27	Km 13+000	9.50
C-29	Km 14+000	2.60
C-31	Km 15+000	6.10
C-33	Km 16+000	8.50
C-35	Km 17+000	3.00
C-37	Km 18+000	3.20
PROMEDIO.....		6.55 %

3.6.5. Diseño estructural

Con los valores establecidos para el tráfico (N18) y la capacidad de soporte de la subrasante (CBR), se determina el espesor de la capa de pavimento afirmado (escala de lado derecho), empleando la curva “A” del gráfico de diseño (Gráfico N° 1), obteniéndose lo siguiente.

Datos de Insumo:

CBR = **6.55 %**

N12 = 10,000 ejes equivalentes

El espesor obtenido con su coeficiente de seguridad es:

HD = 8.20” = 0.20 m.

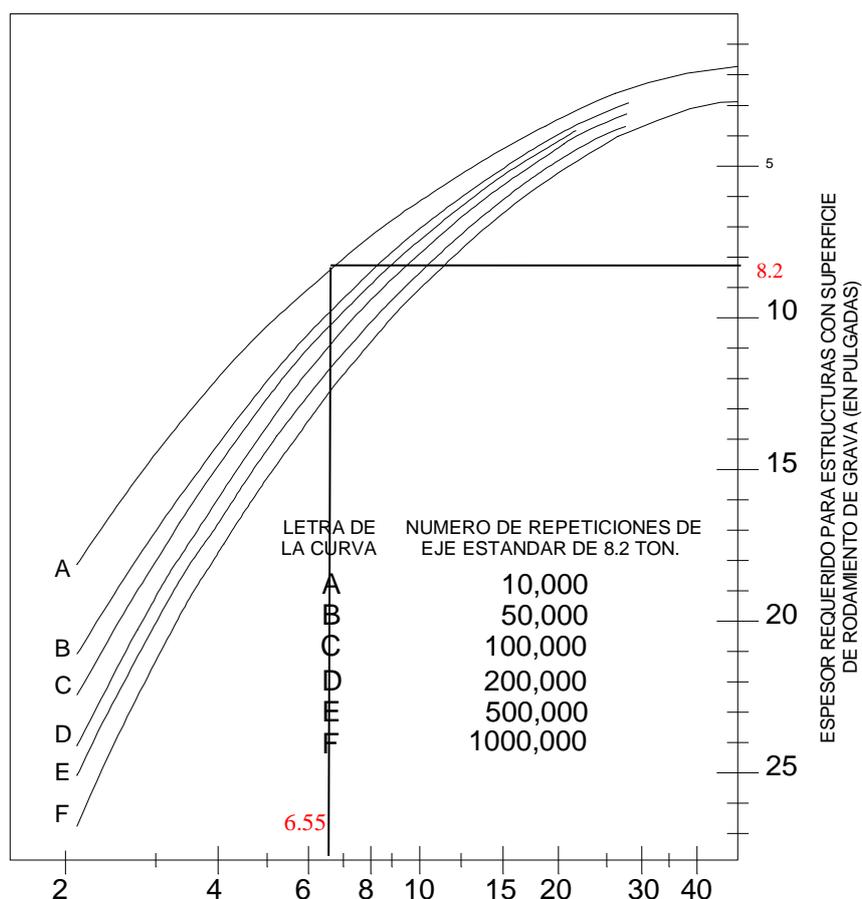


Figura 6. Curvas de Diseño Elaborados por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano (U.S. Army Corps of Engineers)

3.6.6. Solución propuesta.

El Método para Diseño de pavimentos afirmados de USACE, establece la verificación de la calidad que deberá tener el material a utilizarse en la construcción de la estructura, ya que de dicho factor dependerá su performance respecto a las deformaciones permanentes (ahuellamiento) a través del periodo de diseño considerado. El cuadro N° 2 según el tráfico, y el CBR de la subrasante nos dará el espesor total del pavimento.

Se procederá a verificar entonces la calidad del material de afirmado requerida para los espesores de pavimentos calculados.

Comprobando se tiene Respecto al diseño del pavimento por tener un IMD de 4 vehículos según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas, Catalogo de Capas de

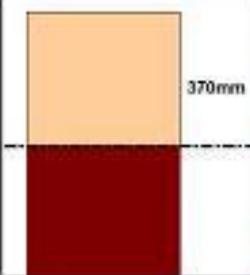
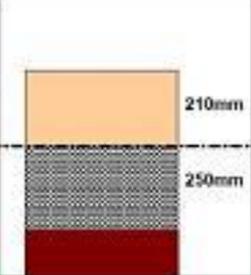
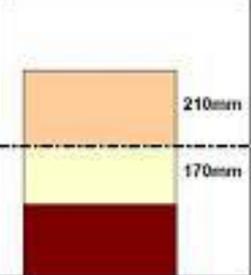
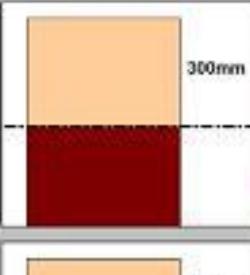
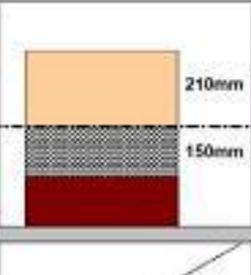
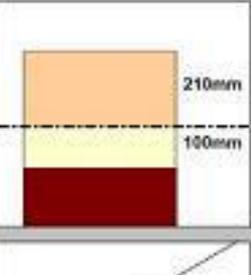
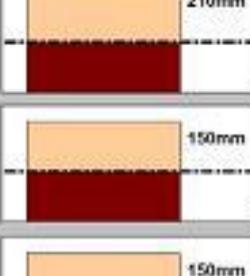
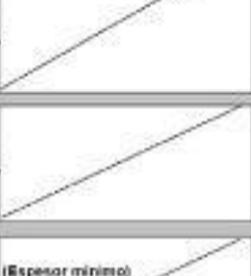
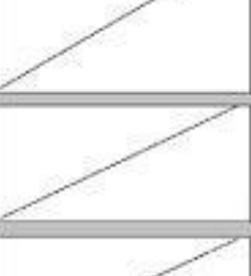
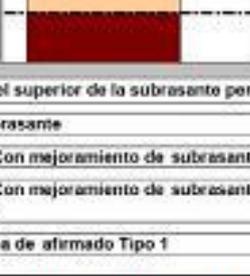
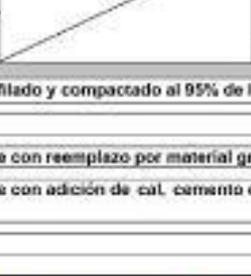
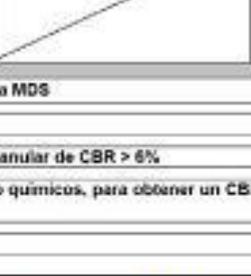
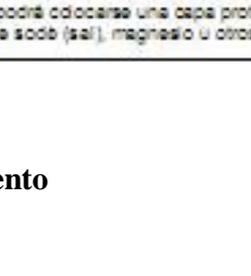
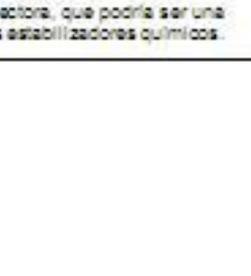
Revestimiento Granular Trafico T0, es una subrasante regular por tener CBR entre 6 % y 10 %, el espesor asumido es de 200 mm, 0.20 m., por lo tanto, asumimos un espesor de afirmado de **0.20 m.**

Cuadro 44

Clase de tráfico que circula por el tramo en estudio

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 - 50	51 - 100	101 – 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	< 6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
N° Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5×10^4	2.6×10^4 - 7.8×10^4	7.9×10^4 - 1.5×10^5	1.6×10^5 - 3.1×10^5

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T0 IMDa: <= 15 vehiculos Vehiculos pesados (Buses+Camiones) carril de diseño: < 6 vehiculos pesados Número de repeticiones de EE 8.2m (carril de diseño): < 2.5E+04		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos para obtener un CBR > 6%
S0 SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%			
S1 SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%			
S2 SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%			
S3 SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%			
S4 CBR > 20%			

-----	Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS
	Subrasante
	B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%
	C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%
	Capa de afirmado Tipo 1

Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.
--

3.6.7. Requisitos para el material del pavimento

La solución propuesta para la estructura del pavimento de la carretera, consiste en una base granular de rodadura (lastrado) sin ningún tipo de acabado superficial bituminosos, por tal motivo los materiales utilizados en su construcción deberán satisfacer ciertos

requerimientos físicos - mecánicos que garanticen la bondad de su servicio durante el mayor período posible, es decir, buscando que la “vida útil” sea igual que el “período de diseño”

En general, los materiales de granulares que conformarán las capas del pavimento lastrado deberán tener las siguientes características:

1. El tamaño máximo de agregado debe estar entre 1” y ½” con el objeto de facilitar el mantenimiento, aumentar la resistencia y la durabilidad de la capa, así como para mejorar el rodamiento de los vehículos, teniendo un máximo del 6% que retenga la malla de 2”, así mismo deberá pasar 40% como máximo la malla N° 4.
2. El porcentaje pasante del tamiz N° 200 debe estar entre 10 y 25% según sea el tamaño máximo del agregado, con la finalidad de reducir la permeabilidad de la capa y disminuir la infiltración de agua de las capas inferiores.
3. Los finos en una capa granular de rodadura sin revestimiento deben poseer un Índice de Plasticidad entre 4 y 9%, así como un límite líquido entre 20 y 35%. Los finos plásticos sirven como material cementante y ligante de la matriz granular, aumentando la durabilidad de la capa y reduciendo la pérdida del material de rodadura.

La capa del pavimento afirmado estará constituida por gravas limosas sin triturar, mezcladas con la cantidad necesaria de finos locales para satisfacer la granulometría y plasticidad requeridas. Estas mezclas deberán experimentar valores de CBR mayores de 40% para ensayos de laboratorio en muestras moldeadas al 100% de la máxima densidad Proctor (AASHTO T-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% y tendrá un C.B.R. mayor o igual al 40% de la máxima densidad. Así mismo, las pérdidas observadas en los ensayos de abrasión en la máquina de los Ángeles no se tomarán en cuenta. ya que el material tiene como tamaño máximo ¾”.

En cuanto a las consideraciones constructivas de compactación, la capa del pavimento deberá tener una densidad mayor del 100.00 % de la densidad máxima obtenida según el ensayo proctor modificado (Norma AASHTO T-180-D).

Tabla 6*(a) Factor de composición de tráfico **

Distribución de Carga N18 por Camión	Porcentaje de Camiones		
	Bajo <15%	Medio 15-25%	Alto > 25%
Ligero (menos de 0.75)	9	18	27
Medio (0.75-1.50)	23	46	69
Pesado (más de 1.5)	37	73	110

(Fuente: Ref.1)

* Los valores presentados corresponden para el caso de caminos con 2 carriles y deben ser duplicados por vías de un carril. En aquellos de 2 carriles que por razones locales el tráfico se concentrará en el centro de la vía, excepto para rebase también se duplicará los valores tabulados.

Cuadro 45*CBR Requerido para el material de afirmado**(Según el U.S.Army Corps of Engineers, Ref. 1)*

Número de Ejes Equivalentes a 18,000 lbs (N18)	CBR (%) de la Subrasantes	Espesor del Afirmado (Pulgadas)								
		6	9	12	15	18	21	24	27	30
10,000	2	96	62	48	40	34	31	28	26	24
	4	78	50	38	32	28	25	23	21	20
	6	69	44	34	28	25	22	20	19	17
	8	63	41	31	26	23	20	18	17	16
	10	59	38	29	24	21	19	17	16	15
	15	52	33	26	21	19	17	15	14	13
	20	48	31	24	20	17	15	14	13	12
50,000	2	147	95	73	61	53	47	43	40	37
	4	119	77	59	49	43	38	35	32	30
	6	105	68	52	43	38	34	31	28	27
	8	96	62	48	40	35	31	28	26	24
	10	90	58	45	37	32	29	26	24	23
	15	79	51	39	33	28	25	23	21	20
	20	73	47	36	30	26	23	21	20	18
100,000	2	178	114	87	73	63	57	52	48	45
	4	143	92	71	59	51	46	42	39	36
	6	126	82	63	52	45	41	37	34	32
	8	116	75	57	48	41	37	34	31	29
	10	108	70	54	46	39	35	32	29	27
	15	95	62	47	39	34	31	28	26	24
	20	87	56	43	36	31	28	23	24	22
500,000	2	270	175	134	111	97	87	79	73	68
	4	219	141	108	90	78	70	64	59	55
	6	194	125	96	80	69	62	57	52	49
	8	177	115	88	73	64	57	52	48	45
	10	166	107	82	68	59	53	48	45	42
	15	146	94	72	60	52	47	43	40	37
	20	134	86	66	55	48	43	39	36	34
1000,000	2	325	210	161	134	116	104	95	88	82
	4	263	170	130	108	94	84	77	71	67
	6	233	150	115	96	83	75	68	63	59
	8	213	138	106	88	76	68	62	58	54
	10	199	129	99	82	71	64	58	54	50
	15	176	114	87	72	63	56	51	48	44
	20	161	104	80	66	58	52	47	44	41

3.6.8. Diseño del pavimento

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado, se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities (hoy AUSTROADS) que relaciona el valor soporte del

suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120) \dots (\delta)$$

Dónde:

e = Espesor de la capa de afirmado en mm

CBR = Valor del CBR de la subrasante

Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño

Datos:

IMDA = 20 Veh/día

C.B.R. al 95 % del Terreno de fundación, tomando los resultados más críticos:

Calicata N° 02 = 7.26 %

Calicata N° 16 = 7.06 %

Nrep = ???

El Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn. y el N° de Vehículos Pesados, se obtienen de la Tabla adjunta, en función del IMDA; así:

Tabla 7

Cálculo de N° de vehículos pesados y N° de repeticiones

IMDA (total ambos sentidos)	Veh. Pesados (Carril de Diseño)	10 Años (Carril de Diseño) Nrep. E.E. 8.2 Tn.
20	06	31,451

Fuente: elaboración propia

Del cuadro, obtenemos:

N° Vehículos Pesados = 06

N° Repeticiones EE 8.2 Tn. = 31,451

Por lo tanto:

CBR representativo = 7.06 %

Nº Vehículos Pesados = 06

Nº Repeticiones EE 8.2 Tn. = 31,451

Reemplazando datos en ... (δ)

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10}(7.06)) + 58 \times (\log_{10}(7.06))^2] \times \log_{10} \times (31,451/120)$$

$$e = 197.56 \text{ mm.} = 19.75 \text{ cm.} \approx 20.00 \text{ cm.}$$

Resultado:

Espesor de Carpeta de Afirmado..... e = 20.00 cm

3.7. Estudio económico

3.7.1 Metrados

Los metrados del expediente técnico corresponden a los obtenidos según la memoria de cálculo definitiva; se adjunta la justificación de metrados del proyecto, los cuales están desarrollados en función de los planos de diseño.

RESUMEN DE METRADOS

CODIGO PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
01.00.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>		
01.01.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00
01.02.00	INSTALACION DE CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB	1.00
01.03.00	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	KM	18.83
01.04.00	ROCE Y LIMPIEZA	M2	19830.42
01.05.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	6851.73
02.00.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		
02.01.00	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	73752.27
02.02.00	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE	M2	54718.78
02.03.00	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	8676.71
02.04.00	RELLENO C/MAT. PROPIO EXCEDENTE DE CORTE	M3	20634.63
02.05.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE	M3	46502.02
03.00.00	<u>PAVIMENTOS</u>		
03.01.00	AFIRMADO GRANULAR	M3	51033.61
04.00.00	<u>OBRAS DE ARTE</u>		
04.01.00	<u>ALCANTARILLAS TMC</u>		
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	974.25
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	947.25
04.01.03	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS A MANO	M2	63.19
04.01.04	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS C/EQUIPO	M3	1306.19
04.01.05	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN TDF.	M3	947.25
04.01.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	500.36
04.01.07	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	586.01
04.01.08	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA EMBOQUILLADA E=0.20M	M2	302.88
04.01.09	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2	KG	165.92
04.01.10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M3	512.24
04.01.11	ACERO DE REFUERZO FY = 4,200.0KG/CM2	M3	528.14
04.01.12	ALCANTARILLA TMC Ø 36"	M	33.50
04.01.13	ALCANTARILLA TMC Ø 48"	M	47.30
04.01.14	ALCANTARILLA TMC Ø 72"	M	37.50
04.01.15	BASE GRANULAR E=0.20M	M2	22.50
04.02.00	<u>BADEN</u>		
04.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	260.99
04.02.02	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE	M2	260.99
04.02.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M3	139.08
04.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	181.01
04.02.05	LOSA DE BADEN DE MANPOSTERIA DE PIEDRA E=0.30M	M3	87.17
04.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.30M	M3	26.08
04.02.07	JUNTA DE CONTRACCION CON VREA Y ARENA	M	86.11
CODIGO PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO

04.03.00	BADEN (KM=0.630.75)		
04.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	260.99
04.03.02	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE	M2	260.99
04.03.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	M3	139.08
04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	181.01
04.03.05	LOSA DE BADEN DE MANPOSTERIA DE PIEDRA E=0.30M	M3	87.17
04.03.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.30M	M3	26.08
04.03.07	JUNTA DE CONTRACCION CON VREA Y ARENA	M	86.11
05.00.00	SEÑALIZACION		
05.01.00	HITOS KILOMETRICOS	UND	20.00
05.02.00	SEÑAL PREVENTIVA	UND	319.00
05.03.00	SEÑAL INFORMATIVA	UND	12.00
05.04.00	SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	34.00
06.00.00	TRANSPORTE		
06.01.00	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR 1KM	M3K	19048.99
06.02.00	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DESPUES DE 1KM	M3K	803099.45
06.03.00	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1KM	M3K	43503.18
06.04.00	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE DESPUES DE 1KM	M3K	5335.76
07.00.00	IMPACTO AMBIENTAL		
07.01.00	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS		
07.01.01	PREPARACION CAPA SUPERFICIAL DME	HA	2.10
07.01.02	ACONDICIONAMIENTO DE DESECHOS Y EXCEDENTE	M3	312.09
07.01.03	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS DE CERRO	M2	25000.00
07.01.04	READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTO	M2	500.00
07.02.00	SEÑALIZACION AMBIENTAL		
07.02.01	SEÑALIZACION INFORMATIVA AMBIENTAL	M2	8.00

El detalle de los Metrados se encuentra en el **Anexo 2**

3.7.2 Análisis de Costos Unitarios

Los análisis de precios unitarios están elaborados en función del requerimiento real de la obra, conforme a lo estipulado para la ejecución de obras viales, como corresponde al cálculo real del costo directo. En general, los requerimientos de materiales, mano de obra, equipos y herramientas, están basados de acuerdo a los rendimientos según la actividad y zona de ubicación.

Partida	02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO					
Rendimiento	m3/DIA	570.0000	EQ.	570.0000	Costo unitario directo por : m3	4.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.2000	0.0028	22.78	0.06	
0147010003	OFICIAL	hh	0.2000	0.0028	18.25	0.05	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0281	16.46	0.46	
						0.58	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.58	0.02	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0140	280.00	3.92	
						3.94	
Partida	02.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE					
Rendimiento	m2/DIA	1,600.0000	EQ.	1,600.0000	Costo unitario directo por : m2	2.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.0025	22.78	0.06	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	18.25	0.09	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0200	16.46	0.33	
						0.48	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-10C	hm	1.0000	0.0050	220.00	1.10	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0050	250.00	1.25	
						2.36	
	Subpartidas						
900304090105	AGUA	m3		0.0180	6.00	0.11	
						0.11	
Partida	02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	980.0000	EQ.	980.0000	Costo unitario directo por : m3	7.24	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0082	22.78	0.19	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0490	16.46	0.81	
						0.99	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.99	0.03	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-10C	hm	1.0000	0.0082	220.00	1.80	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0082	200.00	1.64	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0082	250.00	2.05	
						5.52	
	Subpartidas						
900304090105	AGUA	m3		0.1200	6.00	0.72	
						0.72	

El detalle de los Análisis de Costos Unitarios se encuentra en el **Anexo 2**

3.7.2.1. Mano de obra

Los costos de la mano de obra que intervendrá en la ejecución de cada una de las partidas es la vigente en la zona de trabajo al mes de mayo 2019.

Los costos unitarios por concepto de mano de obra han sido referidos a la siguiente categorización:

- . Topógrafo
- .. Operario
- . Oficial
- . Peón

3.7.2.2. Materiales

Los costos de los materiales que serán utilizados en cada una de las partidas han sido determinados teniendo en cuenta los gastos que requieren hacerse para estar en obra, por ello; el costo ex-fábrica sin incluir el impuesto General de las Ventas (IGV-18%).

El costo de transporte (flete) de los materiales desde su lugar de fabricación o expendio hasta los almacenes de Obra. Para ello se ha considerado como ubicación de los almacenes el centro de gravedad de la obra. Para los materiales derivados del petróleo se le ha considerado flete muerto.

3.7.2.3. Equipo mecánico

Los costos utilizados corresponden a las tarifas de alquiler horario cotizados en la zona del proyecto. Las tarifas empleadas corresponden a máquinas operadas.

Los equipos para extracción y selección de materiales agregados serán de tipo malla y se complementarán con equipo pesado tales como cargador y tractor sobre orugas. En la tarifa que corresponde a camiones cisternas, en los análisis de costos unitarios, se incluye solamente el combustible del uso de la motobomba, pues se asume que las cisternas a usar ya deben tener una incluida como parte de su operación. Asimismo, se considera a un operador de la misma adicionalmente.

3.7.3. Desagregado de Gastos Generales

Los Gastos Generales se han considerado teniendo en cuenta todos los insumos que no han sido incluidos en los análisis de costos unitarios pero que son necesarios para la ejecución del proyecto

"MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN"					
					PORCENTAJE CD
MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE:		S/	8,228,142.77		100%
Resumen de Análisis de Gastos Generales					
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario S/	Valor Total S/
I	Gastos Generales Fijos				
1	Análisis de Gastos Generales Fijos	Glb.	1.00	33,534.64	33,534.64
II	Gastos Generales Variables				
1	Análisis de Gastos Generales Variables	Glb.	1.00	525,781.12	525,781.12
Total de Gastos Generales S/.					559,315.76
Relación de Costo Directo y Costo Indirecto					6.80%
	* Costo Directo	S/	8,228,142.77		
	* Costo Indirecto	S/	559,315.76		
	Relación de Costo Directo/Costo Indirecto	%	6.80%		
Utilidad					10.00%
	* Costo Utilidad	S/	822,814.28		
	Relación de Utilidad/Costo Indirecto	%	10.00		

**"MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA,
PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN"**

**Análisis de Gastos Generales
Gastos Generales Fijos**

Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Unidad	Precio Unitario S/	Valor Total S/
I Pago Derecho de Cantera						
1	Pago Derecho de Cantera	m3	1.00	0.00	40.00	0.00
3	Instalación de Equipo de Zarandeo	Glb	1.00		750.00	750.00
4	CARTEL DE OBRA - PROVIAS	UND	1.00	1.00	1000.00	1,000.00
II Liquidación de Obra						
1	Copias Varias	est.	1.00	5.00	300.00	1,500.00
2	Copias de Planos	est.	1.00	5.00	300.00	1,500.00
3	Comunicaciones	est.	1.00	5.00	150.00	750.00
4	Servicios para Oficina	est.	1.00	5.00	150.00	750.00
III Impuestos						
1	Impuesto a las Transacciones Financieras I.T.F.	Glb.	1.00	0.005%	8,228,142.77	411.41
2	Sencico (del Total sin I.G.V.)	Glb.	1.00	0.200%	9,604,977.34	19,209.95
IV Gastos Diversos						
1	Gastos de Licitacion	Glb.	1.00	100.00%	250.00	250.00
2	Gastos Legales	Glb.	1.00	100.00%	250.00	250.00
3	Gastos Firma de Contrato	Glb.	1.00	100.00%	500.00	500.00
4	Gastos Supervisión, Vigilancia y Educación Ambiental	Glb.	1.00	50.00%	1,200.00	600.00
5	Gastos de Programa de Contingencias	Glb.	1.00	50.00%	1,200.00	600.00
6	Gastos de Seguridad en la Construcción y capacitación	Glb.	1.00	50.00%	1,000.00	500.00
7	Gastos de Plan de Seguridad en el trabajo	Glb.	1.00	50.00%	1,000.00	500.00
8	Gastos de Implementos de seguridad	Glb.	1.00	50.00%	1,200.00	600.00
V Programa de Monitoreo						
1	Monitoreo de agua	est.	1.00	6.00	282.66	1,695.96
2	Monitoreo de aire	est.	1.00	4.00	312.66	1,250.64
3	Monitoreo de ruido	est.	1.00	4.00	229.17	916.68
Total de Gastos Generales Fijos S/						33,534.64

**"MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA,
PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN"**

Análisis de Gastos Generales

Gastos Generales Variables

Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Undidad	Precio Unitario S/	Valor Total S/
I	Mano de Obra Indirecta					
A	Área de Producción					
1	Ing. Residente de Obra incluye liquidacion de obra	Mes	1.00	5.50	7500.00	41,250.00
2	Ing. Asistente de Obra	Mes	1.00	5.00	5000.00	25,000.00
3	Ing. Ambientalista	Mes	1.00	5.00	6000.00	30,000.00
4	Ing. De Suelos y Pavimentos	Mes	1.00	5.00	6000.00	30,000.00
B	Área Administrativa					
1	Administrador de proyecto	Mes	1.00	5.00	5000.00	25,000.00
2	Almacenero	Mes	1.00	5.00	1500.00	7,500.00
3	Guardian (1 persona)	Mes	1.00	5.00	1200.00	6,000.00
	Asistencia Técnica					
1	Técnico laboratorista	Mes	1.00	5.00	1500.00	7,500.00
2	Topografo	Mes	1.00	5.00	3000.00	15,000.00
C	Pago de Beneficios					
1	Asignación Familiar (10% de RMV)	Glb.	1.00	1.00	1,035.00	1,035.00
2	ESSALUD (9% P. Unit. - Aporta el Empleador)	Glb.	1.00	1.00	15,840.00	15,840.00
3	S.C.T.R. (1.3% P. Unit.+IGV - Aporta el Empleador)	Glb.	1.00	1.00	2,699.84	2,699.84
4	C.T.S. (8.3333% P. Unit.)	Glb.	1.00	1.00	17,211.67	17,211.67
5	Vacaciones (1/12 de (P. Unit.+ Asig. Fam.))	Glb.	1.00	1.00	14,752.92	14,752.92
6	Gratificación (1/6 PUnit. x 2)	Glb.	1.00	1.00	29,505.83	29,505.83
II	Movilización de Personal					
1	Personal Profesional	GLB	1.00	5.00	2,240.00	11,200.00
III	Alimentación					
1	Empleados	GLB	1.00	1.00	18,750.00	18,750.00
IV	Vehículos					
1	Camioneta 4x2/producción	Mes	2.00	5.00	4,000.00	40,000.00
V	Equipos y Servicios de Ingeniería					
1	Equipos Menores (Mecánica de Suelos, Concreto)	Mes	1.00	1.00	9,500.00	9,500.00
VI	Materiales de Limpieza					
1	Materiales de Limpieza	Mes	1.00	5.00	300.00	1,500.00
VII	Asistencia Médica					
1	Medicinas en Campamento	Mes	1.00	5.00	300.00	1,500.00
VIII	Comunicaciones					
1	Teléfono	Mes	1.00	5.00	100.00	500.00
2	Fax	Mes	1.00	5.00	20.00	100.00
3	Equipos de Comunicación / Radio motorola	Mes	1.00	5.00	50.00	250.00
4	Servicio de internet	Mes	1.00	5.00	80.00	400.00
IX	Materiales, Servicios y Equipos de Oficinas					
1	Computadoras e Impresoras	Glb.	1.00	5.00	600.00	3,000.00
2	Materiales de Oficina	Mes	1.00	5.00	300.00	1,500.00
3	Copias en General	Mes	1.00	5.00	330.00	1,650.00
4	Seguridad en la Construcción	Est.	1.00	5.00	500.00	2,500.00
X	Oficina Central					
1	Aporte a la Oficina Central/Lima (0.5.% MB)	Glb.	0.5%	1.00	8,228,142.77	41,140.71
XI	Gastos Financieros					
1	Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato (Carta Fianza MC)	Glb.	1.00		10,285.18	10,285.18
2	Garantía del Adelanto en Efectivo (Carta Fianza MC)	Glb.	1.00		24,684.43	24,684.43
3	Garantía del Adelanto por Materiales (Carta Fianza MC)	Glb.	1.00		49,368.86	49,368.86
XII	Seguros					
1	Accidentes Personales	Glb.	1.00		6,908.60	6,908.60
2	Riesgo de Ingeniería	Glb.	1.00		7,323.12	7,323.12
3	Responsabilidad contra Terceros	Glb.	1.00		25,424.96	25,424.96
XIII	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO					
1	Gastos Variables del Plan de Monitoreo Arqueológico	Glb.	1.00		0.00	0.00
Total de Gastos Generales Variables S/						525,781.12

3.7.4 Presupuesto de Obra

El presupuesto de Obra para el **Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, L= 18.833 Km., distrito de Santa Rosa, provincia de el Dorado - San Martín**, asciende a Once Millones Trescientos Treintiun mil Ochocientos Treintiséis con 24/100 Soles (S/. **11'331,836.24**), precios referidos al mes de Julio del 2019. Este precio incluye el costo calculado para los Gastos Generales (6.73% del C.D), la utilidad del Contratista (10% del CD), además del I.G.V. (18%),

"MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN"			
LUGAR : SANTA ROSA-EL DORADO-SAN MARTIN			
MODALIDAD :CONTRATA			
		Monto Presupuestado	
MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE:		S/	8,228,142.77
Resúmen de Análisis de Costos			
DESCRIPCIÓN			MONTO
CD	REHABILITACION DE LA CARRETERA	S/	8,228,142.77
GG	GASTOS GENERALES	6.80% S/	559,315.76
UTI	UTILIDAD	10.00%	822,814.28
S_T	SUB TOTAL		9,610,272.81
IGV	I.G.V.	18.00%	1,729,849.11
CO	COSTO TOTAL DE OBRA	S/	11,340,121.92
Total Presupuestado		S/	11,340,121.92

S10				Página :	1
Presupuesto					
				Costo al	01/07/2019
Presupuesto	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU,				
	DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN				
Subpresupuesto	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU,				
	DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN				
Lugar	SAN MARTÍN - EL DORADO - SANTA ROSA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	TRABAJOS PRELIMINARES				124,046.66
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1	10,000.00	10,000.00
1.02	INSTALACION DE CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	glb	1	10,700.00	10,700.00
1.03	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	km	18.83	1639.02	30,862.75
1.04	ROCE Y LIMPIEZA	m2	19,830.42	2.09	41,445.58
1.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE	m3	6,851.73	4.53	31,038.34
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,590,306.64
2.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	73,752.27	4.51	332,622.74
2.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	54,718.78	2.95	161,420.40
2.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	8,676.71	7.24	62,819.38
2.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE	m3	20,634.64	33.54	692,085.83
2.05	RELLENO C/MAT. PROPIO EXCEDENTE DE CORTE	m3	46,129.50	7.4	341,358.30
3	PAVIMENTOS				3,608,076.23
3.01	AFIRMADO e=0.20 m.	m3	51,033.61	70.7	3,608,076.23
4	OBRAS DE ARTE				592,496.42
4.01	ALCANTARILLAS				512,503.61
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	947.25	3.93	3,722.69
04.01.02	TRAZO Y NIVELACIÓN DE OBRAS DE ARTE	m2	947.25	18.59	17,609.38
04.01.03	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL CON RE	m3	1,979.38	19.91	39,409.46
04.01.04	CONFORMACION BASE CON MATERIAL GRANULAR	m3	91.86	182.52	16,766.29
04.01.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	698.08	41.88	29,235.59
04.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL Dprom=30 m.	m3	1,665.05	30.88	51,416.74
04.01.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	974.17	56.87	55,401.05
04.01.08	CONCRETO f _c =100 kg/cm ²	m3	22.83	317.99	7,259.71
04.01.09	CONCRETO f'c=210 kg/cm ²	m3	79.66	472.08	37,605.89
04.01.10	ACERO DE REFUERZO FY=4200 kg/cm ²	kg	5,694.23	13.38	76,188.80
04.01.11	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO f _c =140 Kg/cm ² (ENTRADA	m3	204.42	278.03	56,834.89
04.01.12	TUBERIA CORRUGADA TMC 36"	m	33.5	776.37	26,008.40
04.01.13	TUBERIA CORRUGADA TMC 48"	m	47.3	992.74	46,956.60
04.01.14	TUBERIA CORRUGADA TMC 72"	m	37.5	1168.05	43,801.88
04.01.15	BASE GRANULAR e=0.20 m	m3	22.5	190.5	4,286.25
4.02	BADEN				39,996.41
04.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	260.99	3.93	1,025.69
04.02.02	TRAZO Y NIVELACIÓN DE OBRAS DE ARTE	m2	260.99	18.59	4,851.80
04.02.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	139.08	44.97	6,254.43
04.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	181.01	56.87	10,294.04
04.02.05	LOSA DE BADEN DE MANPOSTERIA DE PIEDRA e=0.30 m.	m3	87.17	147.94	12,895.93
04.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.30 m.	m3	26.08	112.74	2,940.26
04.02.07	JUNTA DE CONTRACCION CON BREA Y ARENA	m	86.11	20.14	1,734.26
4.03	BADEN (KM= 0+630.75)				39,996.41
04.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	260.99	3.93	1,025.69
04.03.02	TRAZO Y NIVELACIÓN DE OBRAS DE ARTE	m2	260.99	18.59	4,851.80
04.03.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	139.08	44.97	6,254.43
04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	181.01	56.87	10,294.04
04.03.05	LOSA DE BADEN DE MANPOSTERIA DE PIEDRA e=0.30 m.	m3	87.17	147.94	12,895.93
04.03.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.30 m.	m3	26.08	112.74	2,940.26
04.03.07	JUNTA DE CONTRACCION CON BREA Y ARENA	m	86.11	20.14	1,734.26

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
5	SEÑALIZACIÓN				192,509.39
5.01	HITOS KILOMETRICOS	u	20	313.08	6,261.60
5.02	SEÑAL PREVENTIVA	u	319	497.19	158,603.61
5.03	SEÑAL INFORMATIVA	u	12.00	1188	14,256.00
5.04	SEÑAL REGLAMENTARIA	u	34	393.77	13,388.18
6	TRANSPORTE				2,081,874.11
6.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM	m3k	19,048.99	7.52	143,248.40
6.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DESPUES DE 1 KM	m3k	803,099.45	2	1,606,198.90
6.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1 KM	m3k	43,503.18	7.39	321,488.50
6.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE DESPUES DE 1 KM	m3k	5,335.76	2.05	10,938.31
7	IMPACTO AMBIENTAL				38,833.31
7.01	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS				30,349.23
07.01.01	PREPARACION DE CAPA SUPERFICIAL DME	ha	2.1	494.79	1,039.06
07.01.02	ACONDICIONAMIENTO DE DESECHOS Y EXCEDENTES	m3	312.09	25.49	7,955.17
07.01.03	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS DE CERRO	m2	25,000.00	0.83	20,750.00
07.01.04	READECUACION AMBIENTAL DEL CAMPAMENTO	m2	500	1.21	605.00
7.02	SEÑALIZACION AMBIENTAL				8,484.08
07.02.01	SEÑAL INFORMATIVA AMBIENTAL	u	8	1060.51	8,484.08
	Costo Directo			S/	8,228,142.77
	GASTOS GENERALES (6.80% CD)			S/	559,315.76
	UTILIDAD (10% CD)			S/	822,814.28

	SUB TOTAL			S/	9,610,272.81
	IGV (18% ST)			S/	1,729,849.11

	TOTAL DEL PRESUPUESTO			S/	11,340,121.91

Plazo de ejecución de la obra

La construcción del Proyecto: “Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu, Distrito de Santa Rosa, Provincia de El Dorado - San Martín”, motivo del presente estudio se ha programado ejecutar en **un período de 150 días calendario**, recomendándose el inicio de los trabajos entre los meses de mayo a diciembre del año, es decir, sin la presencia de lluvias intensas. Asimismo, se ha establecido el equipo mínimo para el cumplimiento de los rendimientos calculados en las diferentes partidas del presupuesto de obra.

3.7.5 Relación de Insumos

Los insumos de las diferentes actividades se han definido haciendo uso del sistema de Análisis de Precios Unitarios, los cuales describen la actividad desde el interior de la misma, considerando dentro de su estructura los materiales a ser usados, la mano de obra y el equipo que interviene en su desarrollo.

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo					
Obra	1401001	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA EL DORADO, SAN MARTÍN			
Subpresupuesto	001	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA EL DORADO, SAN MARTÍN			
Fecha	01/07/2019				
Lugar	220304	SAN MARTÍN, EL DORADO, SANTA ROSA.			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
MANO DE OBRA					
147000032	TOPOGRAFO	hh	301.28	22.78	6,863.16
147010002	OPERARIO	hh	9,825.2809	22.78	223,819.90
147010003	OFICIAL	hh	7,830.3342	18.25	142,903.60
147010004	PEON	hh	36,491.6490	16.46	600,652.54
					974,239.20
MATERIALES					
202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	361.5858	6.5	2,350.31
202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	279.7369	6.5	1,818.29
202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	559.474	5	2,797.37
202510100	PERNOS 5/8" X 14" + 2A + T	u	80	15	1,200.00
202510101	PERNOS 3/8" X 7"	u	706	7	4,942.00
202940064	TUBO DE ACERO 3"	m	1,179.0000	25	29,475.00
203020004	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6,327.7515	4.5	28,474.88
203310003	TUBERIA CORRUGADA TMC DE 36" (UNION INTEGRADA	m	33.5	540	18,090.00
203310004	TUBERIA CORRUGADA TMC DE 48" (UNION INTEGRADA	m	47.3	690	32,637.00
203310005	TUBERIA CORRUGADA TMC DE 72" (UNION INTEGRADA	m	37.5	850	31,875.00
204000000	ARENA FINA	m3	2.5832	80	206.66
205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	128.0478	100	12,804.78
205000032	PIEDRA MEDIANA	m3	76.6575	80	6,132.60
205000043	MATERIAL GRANULAR PARA AFIRMADO	m3	48990.00000	40	1,959,600.00
205010004	ARENA GRUESA	m3	202.6173	80	16,209.38
205010013	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE	m3	25.875	30	776.25
205010016	MATERIAL DE RELLENO CLASIFICADO	m3	145.7374	35	5,100.81
221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	2,628.1414	24	63,075.39
229060003	YESO EN BOLSAS DE 18 kg	bls	14.6927	15	220.39
229120065	WATER STOP GASKET DE 36"	m	6.0267	900	5,424.03
229120066	WATER STOP GASKET DE 48"	m	16.8328	1,150.00	19,357.72
229200012	THINER	gal	0.7007	17.5	12.26
230320005	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2	203.4076	45	9,153.34
230670002	LAMINA REFLECTORIZANTE	p2	2,424.2400	12.5	30,303.00
230750110	TINTA SERIGRAFICA TIPO 3M	gal	5.1292	1,000.00	5,129.20
232970003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1	10,000.00	10,000.00
238000003	HORMIGON	m3	21.444	80	1,715.52
239020102	CAMPAMENTO DE OBRA	glb	1	10,700.00	10,700.00
243040000	MADERA TORNILLO	p2	5,594.7440	4.0	22,378.98
244010004	ESTACAS	p2	3,352.2300	3.2	10,727.14
251040132	PLATINA DE ACERO 1/8" x 1"	m	35.18	2.5	87.95
251040133	PLATINA DE ACERO 1/8" x 2"	m	44.2	3.5	154.70
253000002	PETROLEO DIESEL # 2	gal	1.7222	16	27.56
253040002	BREA	kg	68.888	15	1,033.32
254190003	PINTURA ESMALTE	gal	395.1013	50	19,755.07
275010001	CORDEL	u	7.3463	10	73.46
					2,363,819.35
EQUIPOS					
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			26,609.73
337020037	WINCHA DE 30 m	u	0.4708	35	16.48
348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	193.3836	15	2,900.75
348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1,420.0614	200	284,012.28
348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	0.8	200	160.00
348040036	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	9983.00	200	1,996,600.00
348210004	EQUIPO DE SOLDAR	hm	176.5	25	4,412.50
349030013	RODILLO LISO VIBRAT AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	2,203.7912	220	484,834.06
349030074	VIBROAPISONADOR 4 HP	hm	1,000.6004	15	15,009.01
349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 y d3	hm	3105.000	200	621,000.00
349040021	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 y d3	hm	120.9401	300	36,282.03
349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	2,163.3016	280	605,724.45
349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	69.8259	15	1,047.39
349080098	ZARANDA METALICA	hm	622.673	20	12,453.46
349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	4106.39060	200	821,278.12

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo					
Obra	1401001	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA EL DORADO, SAN MARTÍN			
Subpresupuesto	001	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA EL DORADO, SAN MARTÍN			
Fecha	01/07/2019				
Lugar	220304	SAN MARTÍN, EL DORADO, SANTA ROSA.			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
349110022	NIVEL TOPOGRAFICO	he	75.32	10	753.20
349880021	ESTACION TOTAL	he	180.025	20	3,600.50
					4,890,084.23
			Total	S/	8,228,142.78

3.7.6 Fórmula Polinómica

S10					Página : 1
Fórmula Polinómica - Agrupamiento Preliminar					
Presupuesto	1401001	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN			
Subpresupuesto		MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP. MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTÍN .			
Fecha Presupuesto	01/07/2019				
Moneda	SOLES				
Ubicación Geográfica	220304	SAN MARTIN - EL DORADO - SANTA ROSA			
Indice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento	
2	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.398	0		
3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.225	0		
4	AGREGADO FINO	0.002	0		
5	AGREGADO GRUESO	16.403	16.982	+21+04	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.577	0		
29	DOLAR	1006	2.876	+54+53+51+44+43+38+37+32+30+03+02	
30	DOLAR MAS INFLACION DEL MERCASO USA	0.417	0		
32	FLETE TERRESTRE	0.093	0		
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.249	0		
38	HORMIGON	0.008	0		
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	26.02	26.02		
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERIA	0.183	0		
44	MADERA TERCIA DA PARA CARPINTERIA	0.1	0		
47	MANO DE OBRA	7.608	7.608		
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	23.167	0		
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	23.347	46.514	+48	
51	PERFIL DE ACERO	0.002	0		
53	PETROLEO DIESEL	0.01	0		
54	PINTURA LATEX	0.185	0		
		Total	100.000	100	

S10					Página : 1
Fórmula Polinómica					
Presupuesto	1401001	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP.			
		MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTIN			
Subpresupuesto		MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL CC.PP. SAN JUAN DE TALLIQUIHUI - CC.PP.			
		MACHU PICCHU, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL DORADO, SAN MARTÍN .			
Fecha Presupuesto	01/07/2019				
Moneda	SOLES				
Ubicación Geográfica	220304	SAN MARTIN - EL DORADO - SANTA ROSA			
$K = 0.029*(Dr / Do) + 0.076*(Mr / Mo) + 0.170*(Ar / Ao) + 0.260*(Ir / Io) + 0.465*(Mr / Mo)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.029	100.000	D	29	DOLAR
2	0.076	100.000	M	47	MANO DE OBRA
3	0.17	100.000	A	5	AGREGADO GRUESO
4	0.26	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
5	0.465	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO

3.7.7 Calendario Valorizado de Avance de Obra

Según la programación de Obra en un plazo de 150 días calendarios, se ha elaborado el Calendario Valorizado de Avance de Obra de acuerdo a las partidas que se encuentran en el Presupuesto de Obra.

El detalle del Calendario Valorizado de Avance de Obra, se encuentra en el **Anexo 2**.

3.8. Análisis y discusión de los resultados

3.8.1. Estudio Topográfico

El Estudio Topográfico fue realizado en tres etapas elementales, primero la etapa preliminar donde se empleó el método Informativo y fue donde se estudió la zona del proyecto, la segunda la etapa de campo donde se empleó el método empírico, fue donde se hizo reconocimiento de terreno y el levantamiento topográfico propiamente dicho, la tercera etapa fue en gabinete donde se empleó la metodología Descriptiva, Narrativa.

El Estudio Topográfico consta de los siguientes trabajos: Levantamiento de la vía existente, incluido bordes, un trazo aproximado de la carretera y obras de arte existentes,

Levantamiento del catastro en toda el ancho de vía (50.0 m a la izquierda y 50.0 m derecha), identificación y levantamiento de los posibles botaderos DME's, trazo y replanteo en campo de una tentativa de eje para el proyecto, Todos estos levantamientos fueron realizados a detalle para que pueda reflejarse la realidad geomorfológica y topográfica del terreno y se pueda así realizar los respectivos diseños geométricos de la vía a proyectar, todo esto como parte del desarrollo del estudio a nivel de Inversión (Expediente Técnico),

La progresiva inicial del Trazo se inicia en el Km. 00+000 (CC.PP. San Juan de Talliquihui) y concluye en el Km. 18 + 833 (CC.PP. Machupicchu), obteniendo una longitud de 18.833 Km.

3.8.2 Estudio de Impacto Ambiental

La metodología utilizada para la identificación y evaluación de impactos del proyecto se ha basado en el uso de la matriz Leopold que es un método de suma utilidad para la valoración de diversas alternativas de un mismo proyecto y es básicamente una matriz de causa – efecto.

Los impactos ambientales potenciales han sido evaluados considerando su condición de positivos y negativos, así como su significancia y probabilidad de ocurrencia.

Como el proyecto se refiere a una obra existente que requiere mejoramiento, se estima que la ocurrencia de impactos ambientales estará asociada básicamente al manejo de las áreas de uso temporal (campamentos, patios de máquinas, canteras). En menor medida se presentan en los frentes de trabajo de la obra propiamente dicha, como en el movimiento de tierras (corte y relleno) a lo largo de la vía, conformación de pavimentos y construcción de obras de arte y drenaje.

En la Etapa de Construcción, se presentan los siguientes Impactos negativos

- Perturbación de la tranquilidad en la población
- Incremento de gases de combustión
- Contaminación de los suelos

- Erosión
- Compactación de suelos
- Incremento de los niveles de ruido
- Incremento de partículas suspendidas
- Sedimentación en los cursos de agua
- Contaminación de los cursos de agua
- Alteración del paisaje
- Interrupción parcial del tránsito vehicular local
- Reducción de la cobertura vegetal
- Perturbación de la fauna local
- Afectación a la salud pública
- Afectación de la salud del personal de obra

En la Etapa de Mantenimiento, se presentan los siguientes Impactos positivos

- Afianzamiento vial
- Oportunidad de Trabajo
- Dinamización del comercio local

3.8.3. Estudio de Suelos

El programa desarrollado en el campo, ha sido elaborado específicamente con la finalidad de obtener información de la conformación existente, así como la formación estratigráfica de los suelos subyacentes.

Se tomaron muestra de **treintiocho** (38) calicatas a cielo abierto de diferentes profundidades teniendo como profundidad máxima **1.50 m.**, que permitieron caracterizar el suelo en el área delimitada para el Proyecto en mención, tomándose muestras de las capas de suelo encontrado.

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas en el laboratorio de la FICA-UNSM-T, para determinar sus propiedades y características físico

– mecánicas fundamentales, tales como, Análisis Granulométricos por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad, CBR, los ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

Las investigaciones se han realizado por medio de las pruebas de laboratorio y se han desarrollado siguiendo los procedimientos normalizados de ensayo, establecidos por la ASTM y recopilados por la Norma Técnica Peruana N.T.P.

El estudio de suelos, nos indica que todas las calicatas están conformadas por arcillas tipo **CL** y **CH** de media a alta plasticidad, y el cual nos indica que los suelos son expansivos que tiene expansividad de **MEDIA a ALTA con presión de hinchamiento de 0.5 Kg/cm²- a mayor de 1.2 Kg/cm².**

3.8.4. Estudio Hidrológico y Drenaje

A lo largo del Camino Vecinal en estudio, se tiene progresivas que son proclives a inundaciones por la presencia de pequeñas quebradas, corrientes de agua y estanques que hacen que el suelo permanezca constantemente saturado, estos fenómenos se producen mayormente en épocas de lluvias.

El estudio hidrológico consistió en estimar las descargas máximas, a partir de un análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas en mm registradas en la estación: PLU CUÑUMBUQUE, ubicada en el área adyacente a la zona del proyecto.

Por tanto, el estudio hidrológico comprendió, el cálculo de caudales máximos de diseño para obras de drenaje pluvial, las características de la cuenca en su aporte para el cálculo de estos caudales máximos.

El sistema conformado por cunetas de base que desfogon sus aguas en las alcantarillas de alivio y estas a su vez a los cursos de agua permanentes, constituyen el Sistema de Drenaje Superficial que se planteó para el mejoramiento de la carretera.

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de taludes de corte. Según, el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, las dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas.

Las cunetas son elementos de Drenaje Superficial que se han proyectado con la finalidad de evacuar las aguas de precipitaciones pluviales que discurren por la calzada, a través del bombeo, se ha considerado cunetas de sección transversal de 0.50x1.00 m con talud 1:1.5 y variable según el talud de reposo de la ladera, sin revestir en tramos de corte con pendiente menores a 4% y revestidas para pendientes mayores o iguales a 4%.

Para el caso del Mejoramiento del Camino Vecinal CC.PP. San Juan de Talliquihui – CC.PP. Machu Picchu se proyectaron tanto alcantarillas de paso como de alivio, las que permitirán evacuar las aguas de los pequeños cursos existentes y las provenientes de las cunetas de base; para de esta manera conservar la operatividad de la carretera.

Por otro lado, atendiendo las recomendaciones del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volúmen de Tránsito, acerca de las dimensiones mínimas de las Alcantarillas de Alivio, de tal forma que permitan su limpieza y conservación es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea 24” (0.60m) en el caso de tubos; es por ello que se contará con alcantarillas de 36”, 42”, 48” y 60” de (HDPE).

3.8.5. Estudio de Tráfico

El camino vecinal une principalmente al ámbito provincial tanto en transporte de pasajeros como de carga la ruta San Juan de Talliquihui – El Dorado y Viceversa.

La Camioneta Rural es el único tipo de vehículo que circula en el camino vecinal, los camiones de pequeña capacidad en periodo de campaña agrícola.

El Tráfico total, tal como se presenta en el cuadro anterior es de 4 vehículos para lo próximo 6 años y de 5 vehículos para los 4 años restantes.

El promedio del IMDA nos un resultado de IMDA de 4, lo cual se considera un tránsito de bajo volumen de tránsito.

El tráfico del estudio tiene un índice Medio Diario de 16 Veh/día

3.8.6. Diseño de Pavimento

En el presente proyecto se ha considerado un IMDa de 16 vehículos (Vehículos en ambos sentidos) y número de repeticiones EE (8.2 Tn.) igual a 31,451 (En carril de diseño), para la subrasante consideraremos el valor crítico de C.B.R. al 95 % del terreno de fundación de 6.55%, con la cual reemplazamos en la fórmula de Numero de Repeticiones de Ejes equivalentes y determinamos un **espesor para la capa de afirmado de 20 cms**

3.8.7. Estudio Económico

El presupuesto se realizó con programa de cómputo del S10 WIN, que es un programa de cálculo de presupuestos de obras civiles, el cual ahorra el tiempo para calcular, presupuesto general, costos unitarios, presupuesto desagregado, cuadro de insumos, y duración de actividades de cada partida o sub partida.

Para el procesamiento de los costos unitarios, se trabajó con jornales actualizados de mano de obra según CAPECO, vigentes desde el 01 de junio del 2018 hasta el 31 de Mayo del 2019.

El presupuesto se ha formulado a partir de la información que nos proporciona el software S10, sobre el análisis de Costos Unitarios y los metrados lo que constituye el Costo Directo, al cual se le agrega el porcentaje de Gastos Generales debidamente desagregado, así como un porcentaje de Utilidad e Impuesto General a las Ventas que corresponden al 18% del sub total, obteniéndose un valor presupuestal de S/ 11,331,836.24 Soles.

El costo indirecto asciende a 16.73% del costo directo, distribuido en 6.73% en Gastos Generales y 10.00% en Utilidad, este porcentaje se debe a la magnitud del costo directo, o sea a menor costo directo el porcentaje se eleva y a mayor costo directo el porcentaje disminuye, lo que no afecta en el personal y mobiliario necesario a utilizar para una buena administración de la obra, ya que estos costos se calculan en forma desagregada.

El resultado del Calendario Valorizado de Avance de Obra será utilizado por la entidad, propietaria de la obra, como una guía de verificación que los trabajos a ejecutarse se asemejen al calendario valorizado de obra.

CONCLUSIONES

➤ El factor ambiental que tiene mayor impacto ambiental negativo es el suelo (-41), seguido del aire (-36), población (-34), agua (-25), fauna (-15), flora (-15) y respectivamente. El mayor impacto positivo es en el factor socioeconómico en economía con un valor de 131 (impacto ambiental positivo significativo).

➤ La valoración relativa de todo el proyecto es de - 35, que le ubica en el rango de 21 - 40 (medianamente significativo) y que pueden ser revertidos con las respectivas medidas de mitigación (atenuando los impactos negativos a mayor de 60 %)

➤ La incidencia total sobre los factores ambientales es 240, lo cual resulta medio.

➤ En conclusión, el proyecto es **VIABLE** desde el punto de vista socio ambiental.

➤ De la evaluación de campo, encontramos que la carretera existente presenta una infraestructura vial con deficiencia, debido al deterioro de la capa de lastrado que presenta múltiples erosiones a la plataforma.

➤ Las canteras asignadas al estudio son:

1.00.-La Cantera de Cerro ubicada en la progresiva Lado izquierdo de la vía en la Progresiva Km 00+0560 de la vía para afirmado, se utiliza previo zarandeo, VOLUMEN 8100 m³, no cumple con las especificaciones para ser utilizada para afirmado, será utilizada previo diseño de mezcla de cantera.

2.00.-La Cantera Quebrada Talliquihui, para agregados en concretos, ubicada fuera del tramo en estudio, a 4.50 km del inicio de la vía.

Los puntos de agua están ubicados en las siguientes progresivas:

Quebrada N° 01, Km 05+712

➤ Los Depósitos de Material Excedente están ubicados en las siguientes progresivas:
DME N° 01, Km 03+560, lado derecho de la vía.

- El espesor obtenido por medio del método empleado del cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) y corroborada por el Método del C.B.R. a lo largo de todo el Tramo es de 0.20 m., ancho de vía promedio de 3.60 m.
- La fuente de agua que se utilizaran será preferentemente las Aguas de las quebradas ya que son utilizadas para el consumo humano como lo demuestran los ensayos realizados por lo que se encuentran aptas para utilizarlas en toda obra de arte y construcción de rehabilitación de la carretera en Estudio.
- El Cemento a utilizar será del Tipo I.
- Además de las partidas consideradas en la Evaluación del camino se hace necesario, ejecutar las siguientes partidas para cumplir con la meta prevista.

Del Terreno Natural

Como puede verse en el cuadro de resumen y siguiendo los criterios establecidos podemos caracterizar de la siguiente manera:

Suelos de matriz fina, en la mayoría de los casos mezclas de arcillas, de plasticidad media a alta, tipo **CL**, y **CH** según S.U.C.S., algunas susceptibles a expansiones y contracciones que sufren en función de la variación de su contenido de humedad.

En el análisis general de los suelos evaluados podemos apreciar la sub- rasante existente y clasificar en dos grupos:

Km. 0+000 al km. 16+000:

CBR^{prom.} al 100%= 10.0 %,

CBR^{prom.} al 95%= 6.70 %,

Clasificando como sub- rasante e **REGULAR**

Km. 16+000 al km. 18+833:

CBR^{prom.} al 100%= 5.70 %,

CBR^{prom.} al 95%= 3.60 %,

Clasificando como sub- rasante **POBRE**.

El promedio del IMDA nos un resultado de IDMA de 4, lo cual se considera un tránsito de bajo volumen de tránsito.

El camino vecinal une principalmente al ámbito provincial tanto en transporte de pasajeros como de carga la ruta San Juan de Talliquihui – El Dorado y Viceversa.

La Camioneta Rural es el único tipo de vehículo que circula en el camino vecinal, los camiones de pequeña capacidad en periodo de campaña agrícola.

RECOMENDACIONES

- La entidad proponente del proyecto Municipalidad Provincial de El Dorado debe comprometerse a hacer cumplir estrictamente lo planificado en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio ya que de esto depende la minimización de impactos negativos durante las fases del proyecto, asimismo permitirá que en el futuro no exista conflictos con la población, organizaciones de base y organismos ambientales gubernamentales y no gubernamentales, entre otros.

- Para la supervisión se recomienda aplicar los lineamientos de la supervisión ambiental de carreteras del MTC.
 - Considerando las características de estos materiales a nivel de fondo de fundación y ante la imposibilidad de encontrar un material consistente en el caso de las arcillas, se vio la necesidad de considerar mejorar el suelo con una capa e 15 cm, utilizando material de la Cantera Perhuate con fin de neutralizar los asentamientos.

 - El material de la cantera Perhuate a ser utilizado, deberá zarandearse por una malla de 2" para poder utilizar como mejoramiento y para el afirmado se deberá zarandear por una malla de 1.1/2".

 - Considerando que cíclicamente se presentan fuertes precipitaciones pluviales, es necesario diseñar sistemas de drenaje, cunetas o sardineles que eviten la infiltración de aguas pluviales y puedan originar asentamientos futuros y dañar las estructuras de pavimento proyectadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Mundial. (1994). Lineamientos Sectoriales. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Departamento de Medio Ambiente. Banco Mundial Trabajo Técnico N°140. Volumen II. Washington, DC
- Banco Mundial. (1994). Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Departamento de Medio Ambiente. Banco Mundial Trabajo Técnico N°139. Volumen I. Washington, DC.
- Castillo A. R., Sarmiento, J. (1995). Costos Directos e indirectos en Construcción.
- Conesa, V. (1995). Guía Metodológica para la Elaboración del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-prensa. España.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. (1999). Principios de Evaluación de Impacto Ambiental. Lima.
- Fuentes, A. (1990). Caminos I Editorial. <http://www.fondoeditorial.uni.edu.pe/TOMO%20III.pdf>
- Guerra B, C. (1997). Carreteras, Ferrocarriles, Canales. Localización y Diseño Geométrico. Editorial América 3era Edición. Lima – Perú.
- Huerta A, G. (2016), Programación de Obra con MS Project
- Ibañez O, W. (2010), Costos y Tiempos en Carreteras.
- IDEA PUCP, (1998). La Agenda 21. Instituto de Estudios Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- INAPMAS. (1992). Legislación Ambiental Peruana. Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente Para la Salud (INAPMAS). OPS – OMS.
- INRENA. (1996). Compendio de Normas Ambientales. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Ministerio de Agricultura. Volumen I. INR-43. Lima.
- INRENA. (1996). Compendio de Normas Ambientales. OGATEIRM. Ministerio de Agricultura. Lima. Pág. 94.

- INRENA. (1995). Mapa Ecológico del Perú – Guía Explicativa. Lima.
- Martínez, W. (1999). Diseño Geométrico de Vías de Comunicación. Editorial Univ. Camaguey La Habana Cuba.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2011). Normas para el Diseño de Caminos Vecinales.
- OLAF G., N. (1994). Guía para Firmas Consultoras para Elaborar Planes de Protección Ambiental para Caminos Rurales. República de El Salvador.
- ONERN. (1982). Clasificación de las Tierras del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). Lima.
- ONERN. (1985). Los Recursos Naturales del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). Lima.
- ONERN. (1986). Perfil Ambiental del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). Lima.
- Pulgar, J. (1960). Las Ocho Regiones Naturales del Perú. Lima.
- Ibáñez, W. (2010), Costos y Tiempos en Carreteras
- Salinas, M. (2016). Costos y Presupuestos de Obra
- Seonanez, M. (1996). Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Natural Continental. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- WEITZENFELD, Henyk. (1996). Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud. 2da Edición, Metepec, Estado de México.

ANEXOS

Anexo 1
Estudio de suelos

Anexo 2

Estudio económico

Metrados

Análisis de costos unitarios

Calendario valorizado de avance de obra

Programación de obra