

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**UNIVERSIDAD PERUANA
DEL CENTRO**



UPeCEN

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y
PEATONAL DEL ÀREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE
HUAYCHAO, DISTRITO DE HUAYLLAY, REGIÓN PASCO”**

Para obtener el grado académico de:

BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

Presentado por:

NIETO MONTALVAN, Sammy Jhasmira

ASESOR:

DR. JOSÈ LUIS LEÒN UNTIVEROS

HUANCAYO – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO
(EX UMBRA IN SOLEM)
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESOLUCIÓN DECANAL N° 003-2024/FI-UPeCEN

Huancayo, 26 de febrero de 2024

EL DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

VISTO:

El Expediente presentado por el alumno **SAMY JHASMIRA NIETO MONTALVAN**, identificado con DNI N° 47911020, código de matrícula 2016109606, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana del Centro - UPeCEN, quien solicita optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Civil en la modalidad de Sustentación de Trabajo de Investigación.

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana del Centro – UPeCEN como institución de formación profesional, goza de autonomía universitaria, la cual se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220 – Ley Universitaria y demás normativa aplicable; en este contexto y según lo dispuesto por el artículo 8° de la Ley N° 30220 – Ley Universitaria, la autonomía universitaria implica la potestad auto determinativa, en los regímenes normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico;

Que la comisión revisora designada ha emitido un dictamen favorable respecto del Trabajo de Investigación titulado **“MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO, DISTRITO DE HUAYLLAY, REGIÓN PASCO”**, presentado por el alumno **SAMY JHASMIRA NIETO MONTALVAN**.

Que de conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Peruana del Centro – UPeCEN, aprobado mediante Resolución Rectoral N° 008-2020/R-UPeCEN, se aprecia que el expediente del visto se encuentra Expedido para la sustentación, siendo que ello deberá observarse estrictamente lo previsto por la Resolución Rectoral N° 071-2020/R-UPeCEN, la cual aprueba de forma temporal y excepcional las sustentaciones de tesis de manera no presencial o virtual; así como por lo previsto por la Resolución Rectoral N° 095-2020/R-UPeCEN, mediante la cual se aprueba el Protocolo para la Sustentación Virtual Temporal y Excepcional para la obtención de Grados y Títulos;

SE RESUELVE:

PRIMERO. - AUTORIZAR la sustentación de manera no presencial o virtual del Trabajo de Investigación del alumno **SAMY JHASMIRA NIETO MONTALVAN**, identificado con DNI N° 47911020, código de matrícula 2016109606, para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Civil, acto que se realizará en el día y hora siguientes:

HORA	:	08:00 p.m.
FECHA	:	domingo, 03 de marzo de 2024
MODALIDAD	:	Virtual – Plataforma Classroom (Código de aula uu3zoey)



UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO
(EX UMBRA IN SOLEM)
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

SEGUNDO. - DESIGNAR a los miembros integrantes del Jurado Evaluador de la Sustentación

Presidente : **Dra. Emilia Untiveros Peñaloza de León**
Secretario : **Dr. José Luis León Untiveros**
Vocal : **Mg. Ángel Javier Balbín Inga**

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

*Cc.: Miembro del Jurado Evaluador
Sustentante
Oficina de Grados y Títulos*



Dr. José Luis León Untiveros
UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO
José Luis León Untiveros
DNI: 20071012



UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO
(EX UMBRA IN SOLEM)
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

En la ciudad de Huancayo, siendo las **08:00 p.m.** del día **03 de marzo de 2024**, en el Aula Virtual **uu3zoey** de la plataforma Classroom (Google Meet), dominio de la Universidad Peruana del Centro – UPeCEN, estando presentes y conectados los Miembros del Jurado Evaluador conformado por:

Presidente	: Dra. Emilia Untiveros Peñaloza de León
Secretario	: Dr. José Luis León Untiveros
Vocal	: Mg. Ángel Javier Balbín Inga

Con la lectura de la RESOLUCIÓN N°003-2024/FI-UPeCEN de fecha **26 de febrero de 2024**, leída por el Secretario Docente, se procedió con la sustentación del Trabajo de Investigación para optar el grado de bachiller en ingeniería civil, titulado **“MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO, DISTRITO DE HUAYLLAY, REGIÓN PASCO”**, presentado por el alumno **SAMY JHASMIRA NIETO MONTALVAN**, identificado con DNI **47911020**, código de matrícula **2016109606**.

Concluida la Sustentación y luego de la correspondiente deliberación del Jurado Evaluador, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR MAYORÍA

Siendo las **09:10 p.m.** horas se dio por concluido el Acto de Sustentación Virtual, haciendo conocer el resultado obtenido al interesado, procediéndose conforme lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos, así como lo previsto por el Protocolo para la Sustentación Virtual Temporal y Excepcional para la obtención de Grados y Títulos, remitiéndose la documentación en la forma prevista a las áreas correspondientes según protocolo.

DOCUMENTO FIRMADO DIGITALMENTE

PRESIDENTE
DRA. EMILIA UNTIVEROS PEÑALOZA DE LEÓN

SECRETARIO
DR. JOSÉ LUIS LEÓN UNTIVEROS

VOCAL
MG. ÁNGEL JAVIER BALBÍN INGA

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD PERUANA
DEL CENTRO



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

“MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL ÀREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO, DISTRITO DE HUAYLLAY, REGIÓN PASCO”

Para obtener el grado académico de:

BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

Presentado por:

NIETO MONTALVAN, SAMY JHASMIRA

Asesor:

DR. JOSÈ LUIS LEÒN UNTIVEROS

HUANCAYO - PERÙ

2024

ASESOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis León Untiveros

Asesor metodológico

MIEMBROS DEL JURADO

Dra. Emilia Untiveros Peñalosa de León
Presidente

Dr. José Luis León Untiveros
Secretario

Mg. Ángel Javier Balbín Inga
Vocal

DEDICATORIA

A la memoria de quien en vida fue Antonieta Montalvan Hurtado, mi madre que Dios la tenga en su gloria.

ÍNDICE GENERAL

ASESOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	II
MIEMBROS DEL JURADO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE GENERAL	V
LISTA DE CUADROS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	XI
INTRODUCCION	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.3.1. JUSTIFICACION TEORICA	16
1.3.2. JUSTIFICACION PRÁCTICA	16
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	18
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	19
2.1.3 ANTECEDENTES REGIONALES	20
2.2 BASES TEÓRICAS	22
2.2.1 PAVIMENTO	22
2.2.2 CARACTERÍSTICAS QUE DEBE REUNIR UN PAVIMENTO	22
2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	23
2.2.4 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	32
2.2.5 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	34
2.2.6 ESTUDIO DE TRÁFICO	39

2.2.7	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....	40
2.3	MARCO CONCEPTUAL O GLOSARIO	47
	CAPÍTULO III	55
	HIPÓTESIS Y VARIABLES	55
3.1	HIPÓTESIS GENERAL	55
3.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	55
3.3	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	55
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	56
3.5	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	56
	CAPÍTULO IV	58
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.1.1	Tipo de Investigación	58
4.1.2	Diseño de Investigación	58
4.2	UNIDAD DE ANÁLISIS	59
4.3	POBLACIÓN DE ESTUDIO	59
4.4	TAMAÑO DE MUESTRA	59
4.5	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	59
4.6	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	60
4.6.1	UBICACIÓN.....	60
4.6.2	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	61
4.6.3	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	63
4.6.4	INFORME ESTUDIO DE TRAFICO.....	63
4.6.5	INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS	66
4.6.6	INFORME TOPOGRAFICO	70
4.6.7	INFORME HIDROLOGICO	78
4.6.8	DISEÑO DE PAVIMENTO.....	90
	CAPÍTULO V	106
	PRESUPUESTO.....	106
	CAPÍTULO VI	107
	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	107
	CONCLUSIONES.....	108
	RECOMENDACIONES	109
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
	ANEXOS	112

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1 Operacionalización de variables	56
Cuadro N° 2 Matriz de consistencia	56
Cuadro N° 3 Población y Muestra	57
Cuadro N° 4 Presupuesto	106

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1 Pavimento rígido y opciones de composición estructural.....	24
Figura N° 2 Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO	37
Figura N° 3 Carta de plasticidad.....	39
Figura N° 4 Componentes estructurales de pavimento rígido	46
Figura N° 5 Ancho mínimo de veredas según tipo de habilitación	47
Figura N° 6 Ubicación de la zona del proyecto	60
Figura N° 7 Vista aérea de Google Earth del Centro Poblado de Huaychao.....	61
Figura N° 8 Sección de cunetas	88
Figura N° 9 Sección de cuneta.....	90
Figura N° 10 Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Subrasante.	97

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1 Conteo vehicular.....	64
Tabla N° 2 Relación de cargas por ejes para determinar ejes equivalentes (EE).	65
Tabla N° 3 Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo.....	65
Tabla N° 4 Resultados de CBR.....	69
Tabla N° 5 Cuadro de Puntos BMS	72
Tabla N° 6 Estaciones meteorológicas cercanas a la zona del proyecto.....	79
Tabla N° 7 Estación cerro de pasco temperatura media mensual (°c)	79
Tabla N° 8 Estación cerro de pasco humedad media mensual (°c).....	80
Tabla N° 9 Estación cerro de pasco precipitación media mensual (mm)	80
Tabla N° 10 PRECIPITACIONES MAXIMAS (mm.).....	81
Tabla N° 11 PRECIPITACIONES MAXIMAS - SENAMHI (mm.)	82
Tabla N° 12 Prueba de bondad de ajuste	83
Tabla N° 13 Resultados -Análisis HidroEsta.....	84
Tabla N° 14 Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:	84
Tabla N° 15 Distribución Log Normal	85
Tabla N° 16 Tabla de intensidades.	86
Tabla N° 17 Curvas IDF de la Cuenca.....	86
Tabla N° 18 Resultado de Caudales	88
Tabla N° 19 Numero de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño.....	92
Tabla N° 20 Nivel de confiabilidad.	93
Tabla N° 21 Desviación estándar.....	94
Tabla N° 22 Serviciabilidad Inicial	94
Tabla N° 23 Serviciabilidad Final	95

Tabla N° 24 Valores recomendados de resistencia, según rango de trafico	96
Tabla N° 25 CBR mínimos recomendados para la Subbase Granular de pavimentos rígidos según intensidad de trafico expresado en EE.	98
Tabla N° 26 Calculo de Modulo de reacción de la subrasante.	98
Tabla N° 27 Módulo de transferencia de cargas	99
Tabla N° 28 Condiciones de drenaje	100
Tabla N° 29 Coeficiente de Drenaje de las capas granulares Cd.....	100
Tabla N° 30 Resumen de Variables de Diseño con el Método de la AASHTO para Pavimento rígido.	101
Tabla N° 31 Datos para calcular las dimensiones de losa	102
Tabla N° 32 Dimensiones de Losa	103
Tabla N° 33 Diámetros y Longitudes recomendados en pasadores.....	104
Tabla N° 34 Diámetros y Longitudes recomendados en Barras de amarre	105
Tabla N° 35 Cronograma de actividades	107

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Ubicación del BM; en el parque principal	75
Fotografía 2. Ubicación del BM	76
Fotografía 3. Levantamiento topográfico	76
Fotografía 4. Ubicación del prisma para levantamiento topográfico	77

INTRODUCCION

El presente plan de trabajo de investigación titulado: “MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL ÀREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO, DISTRITO DE HUAYLLAY, REGIÒN PASCO” tiene como principal objetivo ofrecer adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en las áreas urbanas del Centro Poblado de Huaychao, que deberá ser ejecutado por la Municipalidad Distrital de Huayllay o cualquiera Entidad que financie el presupuesto de ejecución.

El estado actual de las vías que comprende el proyecto se encuentra en condiciones inadecuadas, a esto se suma el deterioro de las vías por parte de los agentes climatológicos como las precipitaciones que son constantes en el lugar del proyecto.

Se planea la pavimentación rígida de los jirones San Antonio Cda.03, Estrella el Sur, San Matías Cda.01, San Matías Cda.02, San Matías Cda.03 y las calles sin nombre 05 Cda. 01, sin nombre 05 Cda. 02 y sin nombre 03 Cda. 02, para que brinde un apropiado flujo vehicular y de transporte de los pobladores de Huaychao y lugares aledaños a la misma, mejorando las condiciones de la calidad de vida de los habitantes de la zona a la cual pertenece el trabajo de investigación.

ABSTRACT

This research work plan entitled: “IMPROVEMENT OF VEHICULAR AND PEDESTRIAN TRANSITABILITY OF THE URBAN ÀREA OF THE TOWN CENTER OF HUAYCHAO, DISTRICT OF HUAYLLAY, PASCO REGIÒN” has as its main objective to offer adequate conditions of vehicular and pedestrian traffic in the urban areas of the Populated Center of Huaychao, which must be executed by the District Municipality of Huayllay or any Entity that finances the execution budget.

The current state of the roads that comprise the project is in inadequate conditions, to this is added the deterioration of the roads by weather agents such as rainfall that is constant in the project site.

The rigid paving of the shreds San Antonio Cda.03, Estrella el Sur, San Matias Cda.01, San Matias Cda.02, San Matias Cda.03 and the streets without name 05 Cda. 01, no name 05 Cda. 02 and no name 03 Cda. 02, so that it provides an appropriate vehicular and transport flow for the inhabitants of Huaychao and places surrounding it, improving the conditions of the quality of life of the inhabitants of the area to which the research work belongs.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Las vías de la localidad de Huaychao, Distrito de Huayllay de la Provincia de Pasco, Departamento de Pasco, son vías de accesos importantes, los jirones y las calles consideradas son vías urbanas que son vías de acceso principal del Centro Poblado de Huaychao, la Calle S/N 03 Cda. 02 son transitadas por los alumnos, por esta vía se ubica la Institución Educativa de Ricardo Palma, además encontramos el Coliseo Municipal Cerrado y un Estadio; las calles sin nombre 05 Cda. 01, calle sin nombre 05 Cda. 02 y calle sin nombre 03 Cda. 02, estas vías se nos dirigen al Puesto de Salud como también encontramos el Cementerio, la Calle San Matías Cda.01, San Matías Cda.02 es una vía que une la calle Cerro de Pasco, como también une al Jr. San Antonio Cda. 03 y ambos tienen acceso a la dirección de la Plaza del CP de Huaychao, la calle San Matías Cda.03 esta vía solamente en una cuadra hay viviendas, el Jr. Estrella del Sur conecta con el Jr. Santa Rosa que tiene dirección también a la plaza. Las vías motivo del estudio es que las vías como los jirones San Antonio Cda.03 (03 cuabras), Estrella el Sur (01 cuadra), San Matías Cda.01 (01 cuadra), San Matías Cda.02 (01 cuadra), San Matías Cda.03 (01 cuadra) y las calles sin nombre 05 Cda. 01(01 cuadra), calle sin nombre 05 Cda. 02 (01 cuadra) y calle sin nombre 03 Cda. 02 (01 cuadra), se hacen intransitables por la formación de charcos, este Centro Poblado no cuenta con pistas y veredas en su totalidad de las vías , teniendo algunas que están pavimentadas o asfaltadas, y en épocas de lluvias las vías siempre se anegan, formando grande charco e inclusive las viviendas se ven afectados debido que la escorrentía atraviesa las viviendas, las que se encuentras en un subnivel, en épocas de estiaje estas vías se hacen polvorientas, perjudicando la salud de

los pobladores y visitantes en general. Los problemas de transitabilidad peatonal y vehicular aquejan a los pobladores en general, así mismo se ha verificado que existe la carencia de veredas, el cual trae como consecuencia las restricciones para el desplazamiento peatonal, pues obliga a la población a efectuar invasión a las calzadas, por consecuencia ponen en peligro su vida e integridad física, por ello que la población de Huaychao necesita la ejecución del proyecto en una segunda etapa, quedando bajo la responsabilidad a futuro de las autoridades dar la solución del problema que les aqueja.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a las inadecuadas condiciones de transitabilidad y peatonal en el área urbana del proyecto: “Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal del área urbana del Centro Poblado de Huaychao, Distrito de Huayllay, Región Pasco”.

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye las inadecuadas condiciones de transitabilidad peatonal y vehicular en las vías urbanas del Centro Poblado de Huaychao, a la calidad de vida?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿Cuáles son los criterios preliminares de diseño de pavimento para el mejoramiento de transitabilidad de las vías del Centro Poblado de Huaychao?
- b) ¿Cuáles serán los criterios fundamentales para el óptimo diseño de pavimento para el mejoramiento de vías en la zona urbana del Centro Poblado de Huaychao?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. JUSTIFICACION TEORICA

Contamos con el enfoque principal: el método AASHTO, utilizados para el diseño de pavimentos rígidos. Este método implica el uso de tablas y gráficas, las cuales requieren información previa sobre las características del pavimento, como la resistencia de los materiales utilizados y el análisis del tráfico al que estará expuesto el sistema. Estos datos nos permiten determinar el espesor de pavimento necesario.

Para obtener diseños de pavimentos más precisos y realistas, es recomendable utilizar al menos dos métodos y comparar los resultados obtenidos. El objetivo principal es asegurar el rendimiento del pavimento a lo largo de su vida útil en el proyecto. Esto implica garantizar que los niveles de agrietamiento, deformación permanente, escalonamiento, regularidad superficial, entre otros factores, se mantengan dentro de un rango óptimo. La elección de este rango dependerá de la importancia de la red vial en consideración.

1.3.2. JUSTIFICACION PRÁCTICA

El proyecto mejorara la calidad de vida de la población del Centro Poblado de Huaychao, de esta forma los transeúntes contarán con bastante seguridad, comodidad y orden para su desplazamiento, así como se mejorará el tránsito vehicular y de manera ordenada, básicamente el mejoramiento del ornato del C.P. de Huaychao.

Basándose en lo mencionado anteriormente y considerando que el estudio es una opción para abordar los problemas que enfrenta la población de Huaychao, se justifica la ejecución del proyecto como una labor de investigación que busca contribuir al desarrollo de dicha área de la Región.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer y ofrecer adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en las vías del Centro Poblado de Huaychao, realizando un trabajo de investigación de la construcción de la pavimentación de las vías en mención.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los criterios preliminares de diseño de pavimento para el mejoramiento de transitabilidad de las vías del Centro Poblado de Huaychao.

Reconocer los criterios fundamentales para el óptimo diseño de pavimento para el mejoramiento de transitabilidad de las vías del Centro Poblado de Huaychao.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

El trabajo de investigación realizado por (Monsalve y Giraldo 2012) titulada “Diseño de Pavimento Flexible y Rígido” de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia indicó que el objetivo fue mostrar los diseños de los pavimentos rígidos para un periodo de diseño de 20 años para el municipio Santander de Quilchao, que permitan sustituir el actual pavimento que no presenta condiciones adecuadas. Para ello es necesario un análisis del tránsito proyectado a un periodo de diseño de 20 años con conversión del tránsito a ejes equivalente, un estudio de geotécnico el cual se hace por medio de una caracterización de los apiques que permiten determinar las condiciones de la subrasante, incluyendo ensayos de consistencia, granulometría.

Una evaluación funcional realizada al pavimento existente en el tramo de vía, hace notoria la necesidad de realizar una evaluación estructural del mismo. De la evaluación estructural se determinó, que la estructura existente presenta elevados índices de deterioro y no posee vida residual; por lo que se recomienda la reconstrucción total, y la realización de un nuevo diseño de pavimento, que proporcione seguridad y comodidad a los habitantes de la zona.

El diseño consiste en un pavimento flexible por los métodos de la AASHTO y racional, y un pavimento rígido por el método PCA (Portland Cement Association). Los lineamientos que se consideran para el diseño corresponden a

los consignados en los manuales de diseño de pavimentos del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), para la realización de los estudios de suelos, tránsito y la caracterización de la subrasante.

Para el diseño de la nueva estructura de pavimento no se modifica el diseño geométrico de la vía, ni las características del tránsito de la misma.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

a) El trabajo de investigación realizado por (Yonel Henry Pecho 2011) titulado “Pavimentación Y Construcción De Veredas De La Zona Industrial – AA-HH Villa Hermosa Y De La Asociación De Vivienda La Esmeralda Del Distrito De Marcona-Provincia De Nazca”: Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica Facultad De Ingeniería Civil; Ica – Perú.

El objetivo central del proyecto consiste en las Adecuadas Condiciones para la Tránsito Vehicular y Peatonal en el AA.HH la Esmeralda, AA.HH Villa Hermosa y Zona Industrial del Distrito de Marcona.

El proyecto de “Pavimentación Y Construcción De Veredas De La Zona Industrial – AA - HH Villa Hermosa Y De La Asociación De Vivienda La Esmeralda Del Distrito De Marcona-Provincia De Nazca”, permitirá recuperar el ornato y elevar el nivel de vida y confort de sus vecinos.

Asimismo, la pavimentación de la Zona Industrial, AA. HH Villa Hermosa y la Asociación de Vivienda la Esmeralda del distrito de Marcona permitirá una mejor circulación de los vehículos de transporte particular y de servicio público, permitiendo con ello una mayor vida útil de las unidades vehiculares.

b) El trabajo de investigación realizado por (Kimiko Katherine Harumi Rengifo Arakaki 2014) titulado “Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera

Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)”; Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad De Ciencias e Ingeniería. Lima-Perú.

El objetivo de esta tesis consiste en realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte.

Del diseño se concluye que, si bien las tres metodologías presentadas en esta tesis son aplicables, los resultados obtenidos varían debido al enfoque que presenta cada una de ellas.

Por ejemplo, para pavimento rígido, mientras que la metodología de la PCA contempla análisis por fatiga y por erosión, el método de la AASHTO sólo toma en cuenta el número total de ejes equivalentes que transitan por la vía y los niveles de serviciales requeridos al inicio y al final de la vida útil del pavimento. Los espesores de las capas del pavimento halladas por el primer método son menores que por el segundo. Este diseño pudo haberse obtenido, justamente por el análisis más detallado de los tipos de falla. Es así que mientras con la PCA se alcanzó un espesor de losa de concreto de 30 cm para una base de 15 cm, con la AASHTO se necesita de 33 cm de losa para satisfacer las mismas condiciones.

2.1.3 ANTECEDENTES REGIONALES

El trabajo de investigación realizado por (Elvis Yonny Reyes Trigos 2013) titulado “Diseño del Pavimento rígido en las vías Urbanas en el Jr. Arzobispo del Valle Cuadras. 8,9 y Jr. Tarapacá Cuadras. 13 y 14, de la Provincia de Jauja”, Universidad Peruanas Los Andes, Facultad de Ingeniería. Huancayo-Perú.

El uso de normas y procedimientos estandarizados por la AASHTO Y ASTM, y los requisitos establecidos en las normas peruanas, es lo más recomendable para la construcción de todo tipo de construcción vial, ya que ellos resumen los

procedimientos que por largos periodos de prueba han evaluado de manera satisfactoria a los materiales. Es recomendable que toda persona que necesite evaluar materiales en laboratorio, consulte dichos reglamentos y haga sus ensayos según lo descrito, ya que las traducciones y traspaso de información puede cambiar la forma de ensayar los materiales, dando como resultado, datos incorrectos.

El diseño de un pavimento tiene como dato principal para el diseño, tránsito vehicular. La falta de datos confiables para el diseño, pueden dar como resultado, proyectos sobredimensionados que tengan costos mucho más altos de lo permisible, o proyectos que no cumplen con el periodo de servicio para el que fue diseñado. Para evitar lo anterior se recomienda llevar conteos periódicos de tránsito vehicular, no muy frecuentes, pero si periódicos, para obtener datos confiables para el diseño.

El trabajo de investigación realizado por (Freddy Antonio Luis Aguilar 2013) titulado “Construcción de pavimento rígido en los Jirones Alfonso Ugarte y Bolognesi en el Barrio Conchapata- Provincia de Huamanga- Región Ayacucho”, Universidad Peruanas Los Andes, Facultad de Ingeniería. Huancayo-Perú.

Con el procedimiento y cálculos efectuados, utilizando la metodología AASTHO 93, se consiguió diseñar el paquete estructural del pavimento rígido para los jirones Alfonso Ugarte y Bolognesi en el barrio Conchapata en Ayacucho. La ejecución de este proyecto, permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y la accesibilidad peatonal, proporcionándoles mayor seguridad en su desplazamiento a los pobladores de la zona. Asimismo, disminuirá el índice de contaminación ambiental que se producía por el polvo, por ende, mejorando sustancialmente, la calidad de vida de los pobladores.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 PAVIMENTO

Un pavimento está compuesto por varias capas superpuestas, colocadas de manera horizontal, que son diseñadas y construidas de forma técnica utilizando materiales adecuados y compactados correctamente. Estas capas se apoyan sobre la sub rasante de una vía, la cual se obtiene a través de la excavación y preparación del terreno durante el proceso de construcción. Estas estructuras estratificadas deben ser capaces de resistir de manera adecuada las cargas repetidas generadas por el tráfico durante para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS QUE DEBE REUNIR UN PAVIMENTO

Un pavimento debe cumplir con los siguientes requisitos para desempeñar adecuadamente sus funciones:

1. Resistencia a las cargas generadas por el tráfico: El pavimento debe ser capaz de soportar las cargas impuestas por los vehículos que circulan sobre él.
2. Resistencia a los agentes climáticos: El pavimento debe ser resistente a los efectos del clima, como la lluvia, el sol y los cambios de temperatura.
3. Textura superficial adecuada: El pavimento debe tener una superficie adaptada a las velocidades de circulación climatizadas, ya que esto afecta directamente a la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste causado por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

4. Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
5. Debe ser durable
6. Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
7. El pavimento debe ser rentable desde el punto de vista económico, es decir, su diseño, construcción y mantenimiento deben ser viables y eficientes en términos de costos.
8. El color del pavimento debe ser adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y garantizar la seguridad del tráfico en la vía.

2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

En nuestras fuentes, los pavimentos se categorizan en: Pavimentos rígidos, pavimentos semirrígidos, pavimentos flexibles y pavimentos articulados.

2.2.3.1 PAVIMENTOS RIGIDOS

Este tipo de pavimentos consiste en una capa de asfalto colocada sobre dos capas no rígidas, conocidas como base y subbase. Sin embargo, en función de las necesidades específicas de cada proyecto, se puede prescindir de una o ambas capas adicionales.

Por otro lado, los pavimentos rígidos se componen de tres elementos principales: la subrasante, la sub base y la superficie de rodadura, que generalmente es una losa de concreto. A continuación, se realizó una breve descripción de cada uno de estos componentes que conforman la

estructura del pavimento rígido. En la Figura 1 se ilustran los tipos de composición de un pavimento rígido convencional, considerado como la mejor opción para la región, así como las alternativas para abordar el deterioro acelerado del pavimento rígido frente a las cargas externas.

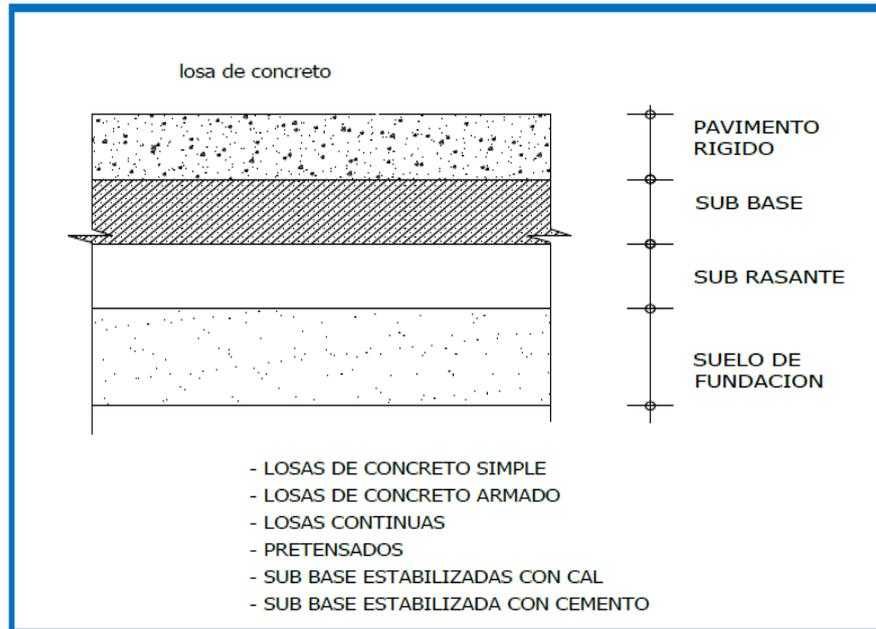


Figura N° 1 Pavimento rígido y opciones de composición estructural

Adicionalmente, en el contexto de la determinación de una estructura de pavimento, hay ciertos aspectos que a veces no reciben la atención adecuada y se pasan por alto en el diseño de un pavimento rígido. Estos aspectos incluyen la forma de la losa (ancho y largo), los cuales pueden tener un impacto significativo en el rendimiento adecuado de la estructura de pavimento rígido frente a las cargas externas, especialmente las generadas por el tráfico vehicular pesado.

SUB RASANTE

La sub rasante es la capa de terreno de una carretera que proporciona el soporte estructural al pavimento y se extiende a una profundidad que no afecte la carga de diseño prevista para el tránsito. Esta capa puede estar compuesta por suelo excavado o relleno, y una vez compactada, debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño finales. El espesor del pavimento dependerá en gran medida de la calidad del suelo de la subrasante, por lo tanto, este debe cumplir con requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción debido a la humedad. En consecuencia, el diseño de un pavimento rígido implica ajustar la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante.

SUB BASE

La capa de base es una parte crucial de la estructura del pavimento rígido que se sitúa entre la sub rasante y la losa de pavimento. Está compuesta por una o varias capas compactas de material granular o estabilizado. La función principal de la subbase es prevenir el bombeo de suelos con partículas finas. Su objetivo principal es soportar, transmitir y distribuir de manera uniforme las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento rígido. De esta manera, la sub rasante puede soportar estas cargas absorbiendo las variaciones inherentes a ese suelo. La subbase también debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que podrían ser perjudiciales para la estructura del pavimento rígido. Además de su función de soporte, la subbase se utiliza como una capa de drenaje y control de ascenso capilar de agua contaminante, impidiendo el bombeo

de partículas finas y protegiendo así la estructura del pavimento rígido. Por lo general, se utilizan materiales granulares compactados para cumplir con estas funciones. En épocas de heladas, la capilaridad puede causar la expansión del agua congelada, lo que puede resultar en fallas en el pavimento si no se dispone de una sub rasante o sub base adecuada. Por lo tanto, la sub base sirve como una capa de transición para prevenir fallas en la superficie de rodadura.

SUPERFICIE DE RODADURA.

La capa superior de la estructura del pavimento es la losa de hormigón, ya sea simple o reforzada. Debido a su rigidez y módulo de elasticidad, esta capa es la principal responsable de soportar las cargas del tránsito y otros esfuerzos, en lugar de depender en gran medida de la capacidad de la subrasante, especialmente cuando no se utiliza una capa de base. En general, se puede afirmar que el concreto distribuye de manera más eficiente y uniforme las cargas hacia la subestructura del pavimento rígido.

CONCRETO.

El concreto es una combinación uniforme de cemento portland, agua, agregados finos y gruesos, aditivos y, en caso necesario, algún tipo de refuerzo como acero, varillas de acero para transferencia de cargas o fibras de acero o elásticas.

2.2.3.2 TIPOS DE PAVIMENTO RIGIDO.

Los diferentes tipos de pavimento rígido son determinados según Ing. Alfonso Montejo Fonseca.

a) Pavimento Rígido de Concreto Simples.

Se construyen sin la inclusión de acero de refuerzo y preferiblemente sin varillas de acero para la transferencia de cargas en las juntas. En su lugar, la transferencia de carga en las juntas se logra mediante la interconexión de los agregados entre las caras de las juntas. Estos pavimentos consisten en losas de dimensiones relativamente pequeñas, generalmente menores de 4,5 metros de longitud entre juntas. Los espesores varían según el uso previsto y la clasificación de las calles urbanas. Por lo tanto, las juntas no deben estar muy espaciadas para lograr una transferencia de carga eficiente.

En el caso de pavimentos rígidos simples con varillas de transferencia de cargas, se utilizan pequeñas barras de acero liso que se colocan en la sección transversal del pavimento, específicamente en las juntas de contracción. Estas varillas cumplen una función estructural al servir como dispositivos para transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los desplazamientos diferenciales verticales, también conocidos como escalonamientos.

b) Pavimento Rígido Reforzado.

Los pavimentos reforzados contienen acero de refuerzo y pasadores en juntas de construcción para la transmisión de carga entre las losas. Estos pavimentos se construyen con mayores espacios entre las juntas en comparación con los pavimentos no reforzados. Entre las juntas se generarán una o más grietas transversales, las cuales estarán conectadas mediante el uso de acero de refuerzo, ya sea en forma de malla de varillas de acero o mallas electro soldadas. Este refuerzo garantiza una buena transferencia de carga. El objetivo principal de la armadura es mantener unidas las grietas que puedan formarse, logrando así que el pavimento funcione como una estructura unitaria durante todo el período de diseño.

Los espaciamientos o las distancias entre juntas son mayores que los utilizados en el caso de pavimentos de concreto simple, llegando incluso hasta una longitud de 9 metros. Sin embargo, se ha observado que el uso de espacios mayores puede tener resultados negativos, como el daño en las juntas y el desarrollo de grietas intermedias.

c) Pavimento Rígido con Refuerzo Continuo.

Los pavimentos continuamente reforzados se caracterizan por no tener juntas de contracción ni juntas transversales en la losa de concreto, a excepción de algunas juntas de construcción y aislantes en áreas específicas, como obras de arte.

Debido al refuerzo de acero, que es relativamente pesado y continuo en dirección longitudinal, estos pavimentos desarrollan grietas transversales a intervalos cortos. Estas grietas permiten una alta transferencia de carga, ya que están firmemente unidas por el refuerzo de acero, ya sea en forma de malla de varillas de acero o mallas electro soldadas. Sin embargo, debido a la presencia del refuerzo, también se produce una transferencia de carga a través de las caras de las grietas.

2.2.3.3 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Estos pavimentos se componen de una capa bituminosa que se coloca típicamente sobre dos capas no rígidas conocidas como base y sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

2.2.3.4 PAVIMENTOS ARTICULADOS

Los pavimentos articulados consisten en una capa de rodadura construida con adoquines de concretos prefabricados, los cuales tienen un espesor uniforme y son idénticos entre sí. Esta capa puede estar colocada sobre una delgada capa de arena, que a su vez se apoya en una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta última y de las cargas que transitan por el pavimento.

2.2.3.5 TIPOS DE FALLAS

1. Fisura transversal o diagonal

Es el quiebre o fractura de la losa que se produce de manera perpendicular o en forma oblicua al eje del pavimento, dividiendo la losa en dos planos separados.

2. Fisura Longitudinal

Es el quiebre o fractura de la losa que ocurre de manera aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la losa en dos planos separados.

3. Fisura de Esquina.

Es una fisura que se forma en la esquina de la losa, interceptando la junta o el borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado, y se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa.

4. Losas subdivididas.

Fracturamiento de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.

5. Fisuras en Bloque.

Fracturamiento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloque pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado.

6. Levantamiento de losas

Es el fenómeno en el que la superficie del pavimento se eleva de manera abrupta, generalmente en áreas cercanas a una junta o fisura transversal.

7. Dislocamiento

Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento, a un lado de una junta, presenta un desnivel con respecto a una losa adyacente. También puede ocurrir en relación con grietas en el pavimento.

8. Hundimiento

Se refiere a la depresión o descenso localizado de la superficie del pavimento. Puede ir acompañado de un agrietamiento significativo debido al asentamiento del pavimento.

9. Descascaramiento y fisuras capilares

El descascaramiento se produce cuando la superficie de la losa se rompe hasta una profundidad de aproximadamente 5 a 15 mm, con pequeños trozos de concreto desprendiéndose. Las fisuras capilares son una red de fisuras muy finas que se extienden solo en la superficie del concreto. Estas fisuras tienden a intersectarse en ángulos de 120°.

10. Pulimiento de la superficie

Superficie de rodamiento excesivamente lisa por efecto del pulimiento de los agregados que la componen.

11. Bache.

Es el proceso de falla o desintegración de una losa de concreto, donde se produce la remoción de material en un área específica, formando una cavidad con bordes irregulares.

2.2.4 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

La Topografía es una disciplina cuyo propósito es representar con la mayor precisión posible el relieve del terreno en un plano, lo que nos permite conocer todas las características y particularidades de su configuración. El objetivo de cualquier trabajo topográfico es realizar observaciones de campo en una serie de puntos, que posteriormente se utilizan en la oficina para obtener coordenadas con el fin de:

1. Hacer una representación gráfica de una zona.
2. Conocer su geometría.
3. Conocer su altimetría.
4. Calcular una superficie, una longitud, un desnivel.

Cuando se desea obtener únicamente información sobre la posición en el plano horizontal, el levantamiento se denomina planimétrico. Si el interés se centra únicamente en la altitud, se le llama levantamiento altimétrico. Y cuando se recopilan datos tanto de la geometría como de la altitud, el levantamiento se conoce como topográfico, taquimétrico o completo. En todos los tipos de levantamientos, se busca alcanzar una precisión específica. Para la elaboración de un plano, la precisión planimétrica y la selección de los elementos del terreno se determinan según la escala de representación y el límite de percepción visual de 0,2 mm. En cuanto a la altimetría, los puntos levantados se condicionan por la equidistancia entre las curvas de nivel. En todos los casos, se requiere un equipo técnico y personal adecuados para llevar a cabo el trabajo. Una clasificación de los métodos topográficos, basada en el instrumental utilizado, es la siguiente:

- Métodos basados en la medida de ángulos y distancias.
 1. Poligonal.
 2. Radiación.
- Métodos de medida de desniveles.
 - 1 Nivelación trigonométrica.
 - 2 Nivelación geométrica.

2.2.4.1 MÉTODOS BASADOS EN LA MEDIDA DE ÁNGULOS Y DISTANCIAS

A. POLIGONAL

El objetivo de la poligonal es obtener las coordenadas de una serie de puntos, a menudo a partir de puntos cuya posición ya ha sido determinada mediante métodos más precisos.

Se define la poligonal como una figura geométrica compuesta por segmentos rectos que conectan los puntos a levantar. Estos puntos por levantar se denominan bases o estaciones, mientras que los segmentos rectos que los unen se llaman lados de la poligonal. Durante la observación, se realizan mediciones de las longitudes de los segmentos y de los ángulos horizontales entre segmentos consecutivos.

B. RADIACIÓN

Implica establecerse en un punto de coordenadas conocidas y realizar mediciones de coordenadas polares, que incluyen el ángulo y la distancia reducida, hacia los puntos cuya posición se desea

determinar. La radiación se utiliza para tomar detalles alrededor de un punto de referencia conocido.

En muchas ocasiones, el punto de referencia conocido corresponde a una estación de la poligonal, y la orientación angular se realiza en relación con la base anterior o siguiente.

2.2.4.2 MÉTODOS DE MEDIDA DE DESNIVELES

La nivelación tiene como objetivo establecer las diferencias de altura entre diferentes puntos del terreno. La cota se define como la distancia vertical entre las superficies de referencia y la superficie que contiene un punto específico. Cuando se hace referencia al nivel del mar, se utiliza el término altitud. En distancias cortas, las superficies de nivel se consideran horizontales y paralelas entre sí. El término "desnivel" se utiliza para describir la diferencia de altura o altitud entre dos puntos.

A. NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA

Los cambios de altura se calculan utilizando métodos trigonométricos, a través de la medición de ángulos verticales y distancias.

B. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

Se trata de calcular las diferencias de altura entre puntos utilizando líneas de visión horizontales.

2.2.5 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

El objetivo del estudio es analizar las características geotécnicas del terreno a lo largo de la ruta final, teniendo en cuenta las características geológicas y evaluando el grado de sensibilidad o pérdida de estabilidad en relación con la construcción prevista.

El análisis del suelo se llevó a cabo de acuerdo con las normas peruanas aplicables, con el propósito de:

- El reconocimiento y la identificación de los materiales presentes en la superficie y subsuelo a lo largo de la zona donde se llevará a cabo la construcción.
- La determinación y evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos presentes en el área abarcada por el estudio.

De acuerdo con los requisitos del estudio de mecánica de suelos, se puede organizar el estudio de la siguiente manera:

a) Clasificación de suelos.

1. Determinación del contenido de humedad.
2. Análisis Granulométrico.
3. Determinación del límite líquido.
4. Determinación del límite plástico.
5. Determinación del Índice de Plasticidad.
6. Peso Específico de la muestra.

b) Calidad en la construcción de la estructura del pavimento.

1. Ensayos de compactación de suelo – Proctor Modificado.
2. Determinación del peso unitario o máxima densidad.

3. Optimo contenido de humedad.
4. Determinación de la densidad del suelo en el terreno compactado.

c) Capacidad de carga de los suelos.

1. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR), tanto en campo como en laboratorio.
2. Ensayo de carga directa sobre placa.
3. Ensayo de compresión con muestra no confinada.

2.2.5.1 EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA AASHTO

El sistema de clasificación de suelos de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) es ampliamente empleado en la actualidad y se fundamenta en las características de los suelos utilizados comúnmente en la construcción de carreteras.

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8.

El sistema de clasificación utilizado en este contexto divide los suelos inorgánicos en 7 grupos, designados del A-1 al A-7, cada uno de los cuales se subdivide en 12 subgrupos. Por otro lado, los suelos con una alta cantidad de materia orgánica se clasifican como A-8.

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (Menos del 35% pasa por el tamiz nº 200)							MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (Más del 35% pasa por el tamiz nº 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Subgrupo											
Análisis granulométrico: % que pasa el tamiz:											
Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.								
Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción que pasa por el tamiz nº 40											
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad (1)	6 máx.	6 máx.	No plástico	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice del grupo (2)	0		0	0		4 max.		8 max.	12 max.	16 máx.	20 máx.
Tipos de materiales preponderantes	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valor general como cimiento	Excelente a bueno						Regular a malo				

Figura Nº 2 Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO

Fuente: Bowles, Joseph - 1980 – pag. 70

2.2.5.2 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

Se basa en la identificación de las características estructurales y de plasticidad de los suelos, así como en su agrupamiento en función de su comportamiento como materiales de construcción en ingeniería.

Los suelos se clasifican en gruesos, aquellos retenidos en un tamiz determinado, y finos, los que pasan a través de él. Se considera que un suelo es grueso si más del 50% de sus partículas son retenidas en el tamiz No. 200, mientras que es considerado fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Los seis tipos principales de suelos y sus prefijos respectivos son los siguientes:

G: Grava.

S: Arena.

M: Limo.

C: Arcilla.

O: Limos o arcillas orgánicas.

Pt: Turba y suelos altamente orgánicos.

Los sufijos que indican las subdivisiones en dichos grupos son los siguientes:

1. H: Alta plasticidad.
2. L: Baja plasticidad.
3. W: Bien graduado.
4. P: Mal graduado.

Suelos Granulares

Dentro de esta categoría se encuentran los suelos compuestos principalmente por gravas, arenas y suelos con contenido moderado de material fino como limo o arcilla. Estos suelos se clasifican generalmente como A-1, A-2 y A-3 según la clasificación de la AASHTO, y se designan de la siguiente manera:

Gravas o suelos gravosos: GW, GC, GP y GM.

Arenas o suelos arenosos: SW, SC, SP y SM.

Suelos Finos

En esta categoría se encuentran los materiales finos, como limosos o arcilla, que pueden tener una compresibilidad baja o alta. Estos materiales se designan de la siguiente manera:

Suelos de baja o mediana compresibilidad: ML, CL, y OL.

Suelos de alta compresibilidad: MH, CH y OH.

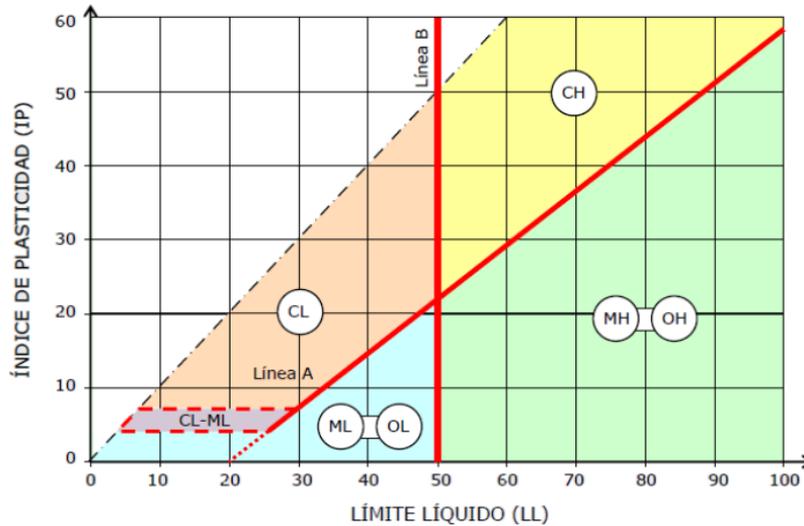


Figura N° 3 Carta de plasticidad

Fuente: Clasificación de suelos según el sistema SUCS.

2.2.6 ESTUDIO DE TRÁFICO

El objetivo es analizar el impacto de las cargas y el volumen del tráfico para obtener información sobre los parámetros de tráfico. Para lograrlo, se llevó a cabo un censo vehicular con clasificación para evaluar la evolución del tráfico actual. Es importante destacar que determinar el tráfico es fundamental para realizar actividades como el diseño adecuado de la estructura del pavimento y evaluar el proyecto en general, ya que gran parte de los beneficios se derivan de los ahorros en costos de operación vehicular.

A continuación, se mencionan los factores que influyen en el rendimiento del pavimento rígido en relación con el tráfico:

- Carga bruta y presión de llanta.

- Propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento.
- Repetición de Carga.
- Velocidad de diseño.
- Eje y configuración de rueda.

2.2.6.1 Aforo o Conteo Volumétrico de Tráfico

El objetivo principal es determinar la estimación de la demanda de tráfico esperada para la nueva vía que se va a construir. Siguiendo los requisitos del estudio, se llevaron a cabo conteos volumétricos de tráfico, los cuales proporcionan información clave para establecer el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) correspondiente al año base del estudio.

2.2.6.2 Transito Promedio Diario Anual

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), también llamado Índice Medio Diario Anual (IMDA), se calcula mediante el promedio de los volúmenes diarios de tráfico para todos los días del año.

2.2.6.3 Tasa Anual del Crecimiento de Tránsito

El término "crecimiento de tránsito" se refiere al aumento gradual del volumen de vehículos a medida que pasa el tiempo, alcanzando un punto de saturación en el que el incremento se vuelve mínimo. Este aumento se expresa como un porcentaje y se utiliza para calcular el factor de crecimiento.

2.2.7 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Existen distintos enfoques metodológicos utilizados en el diseño completo de sistemas viales, los cuales se pueden clasificar en tres grupos:

Metodologías teóricas: Estas metodologías se basan en el análisis elástico de sistemas multicapa sujetos a cargas estáticas. Algunas de ellas también consideran propiedades viscoelásticas en las capas de la estructura y problemas relacionados con cargas variables. Un ejemplo es el enfoque utilizado por el Laboratorio Central de Puentes y Caminos de Francia.

Metodologías empíricas: Estas metodologías se desarrollan a partir de la recopilación y análisis de datos de desempeño de pavimentos existentes. Se utilizan relaciones estadísticas y modelos empíricos para estimar la vida útil y el comportamiento de los pavimentos en función de variables como el tráfico y las características del suelo.

Metodologías mecanicistas-empíricas: Estas metodologías combinan elementos teóricos y empíricos en su enfoque de diseño. Utilizan modelos mecánicos para analizar el comportamiento estructural de los pavimentos, pero también incorporan datos y relaciones empíricas para ajustar y validar los resultados obtenidos.

La tecnología avanzada ha desarrollado técnicas que simplifican y racionalizan el diseño de la estructura del pavimento. Estas técnicas se basan en catálogos y nomogramas de diseño, los cuales se utilizan como herramientas para aplicar modelos matemáticos. Estos avances tecnológicos ofrecen múltiples alternativas de solución.

La principal ventaja de los diseños mecanicistas-empíricos radica en su confiabilidad, ya que son capaces de predecir diversos tipos de deterioro. Además, tienen la capacidad de extrapolar datos limitados provenientes de ensayos de laboratorio y observaciones de diseño, logrando evaluar el

comportamiento del pavimento en condiciones reales. Esto contribuye a la confianza del diseño ya la optimización de los recursos disponibles.

2.2.7.1 DISEÑO DE PAVIMENTOS - MÉTODO AASHTO - 93

Consideraciones generales

El objetivo del diseño de pavimentos es lograr una estructura duradera y rentable que permita la circulación segura y cómoda de vehículos durante un período determinado según las condiciones de uso. Históricamente, los métodos de diseño de pavimentos se han centrado en determinar el espesor necesario de la estructura. En el caso de los pavimentos de concreto, estos métodos se basan en el concepto de fatiga mecánica y utilizan modelos matemáticos para determinar el espesor y la calidad del concreto.

En el diseño de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, como los pavimentos de concreto, se utiliza un enfoque distinto en comparación con otras estructuras de concreto. En lugar de basarse en la resistencia a la compresión tradicional del concreto (f_c), se especifica el concreto en función de su resistencia a la flexión por tensión o módulo de ruptura (MR). Esto se debe a que en una losa de concreto soportado a cargas dinámicas, los esfuerzos de flexión internos se acercan más a la resistencia última a la flexión (MR) que a la resistencia última a la compresión (f_c) del material.

Espesor del pavimento

Para determinar el espesor del pavimento de concreto utilizando el método AASHTO 93, se requiere tener información sobre varios aspectos del proyecto, que se detallan a continuación:

- Periodo de diseño (vida útil).
- Resistencia a la tensión por flexión del concreto a utilizar.
- Módulo de reacción (k) del terreno natural.
- Información del tráfico.

Variables de diseño

Para cumplir de manera adecuada con las condiciones del suelo, la carga y el tráfico a los que se someterán los pavimentos en este proyecto específico, se emplea el método desarrollado por la American Association of State Highways and Transportation Officials (Método AASHTO-93), el cual se describe como sigue:

$$\log_{10}(W_{18}) = ZrSo + 7.35 \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \left[\frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \right] + (4.22 - 0.32Pt) \log_{10} \left[\frac{S_{rc} \times C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/K)^{0.25}} \right]} \right]$$

Dónde:

D: Espesor de la losa del pavimento en (pulg.).

W18: Número previsto de ejes equivalentes de 18Kips (80KN), a lo largo del periodo de diseño.

Zr: Desviación Estándar Normal.

So: Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico.

Δ PSI: Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt).

Po: Serviciabilidad Inicial.

Pt: Serviciabilidad Final.

S'c: Módulo de Rotura del concreto en (psi).

Cd: Coeficiente de Drenaje

J: Coeficiente de Transferencia de Carga

Ec: Módulo de Elasticidad de concreto

K: Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

2.2.7.2 DISEÑO DE JUNTAS

El diseño de juntas abarca la determinación del espaciamiento de juntas longitudinales y transversales, así como la transferencia de cargas y la selección de materiales de sellado. Su objetivo principal es prevenir la formación desordenada de grietas inducidas por el secado, la temperatura y los cambios en el contenido de agua, y garantizar la aparición de patrones geométricos adecuados.

En general se utilizan tres tipos de juntas:

1. **Juntas de contracción:** Se implementan para regular los desplazamientos de contracción y expansión, así como las tensiones que se generan debido a los cambios de temperatura, humedad y fricción. Además, desempeñan un papel crucial en la gestión de las fisuras que pueden surgir como resultado de estas tensiones. Las juntas de contracción pueden ser transversales o longitudinales.
2. **Juntas de construcción:** Son aquellas que se construyen por razones constructivas, pueden ser transversales o longitudinales.

3. **Juntas de expansión (aislantes):** Se construyen en dirección perpendicular al eje de cambio y se diseñan para permitir el desplazamiento horizontal del pavimento en relación con estructuras existentes, como pilares de puentes o alcantarillas. También se utilizan para unir dos tramos de pavimento que tienen direcciones diferentes. En general el pavimento se construye con juntas, con o sin pasa juntas, de acuerdo con el tránsito y las condiciones ambientales. Se recomienda el uso de pasa juntas para tránsito intenso y pesado.

La colocación de juntas en pavimentos de concreto tiene como objetivo principal evitar la formación temprana de grietas debido a cambios de temperatura y humedad. Su propósito principal es controlar la fisuración y el agrietamiento natural que puede ocurrir durante la construcción y el uso del pavimento de concreto. Además, tiene las siguientes funciones:

- Controla el agrietamiento transversal y longitudinal.
- Divide el pavimento en secciones adecuadas para el proceso constructivo.
- Permite controlar el movimiento y la transferencia de carga entre losas de concreto en las juntas del pavimento.

El pavimento rígido reforzado considera juntas con dispositivos de transferencia de cargas (Dowels, pasadores, etc.), y acero de refuerzo en la estructura de la losa de concreto que cumple la función de acero como refuerzo por temperatura. El cálculo del refuerzo en el pavimento rígido es considerando las recomendaciones planteadas

por el método de AASHTO, obtener la opción más factible para que la estructura del pavimento cumpla con las proyecciones estimadas. En la siguiente figura se puede observar esquemáticamente los componentes de la estructura de un pavimento rígido.

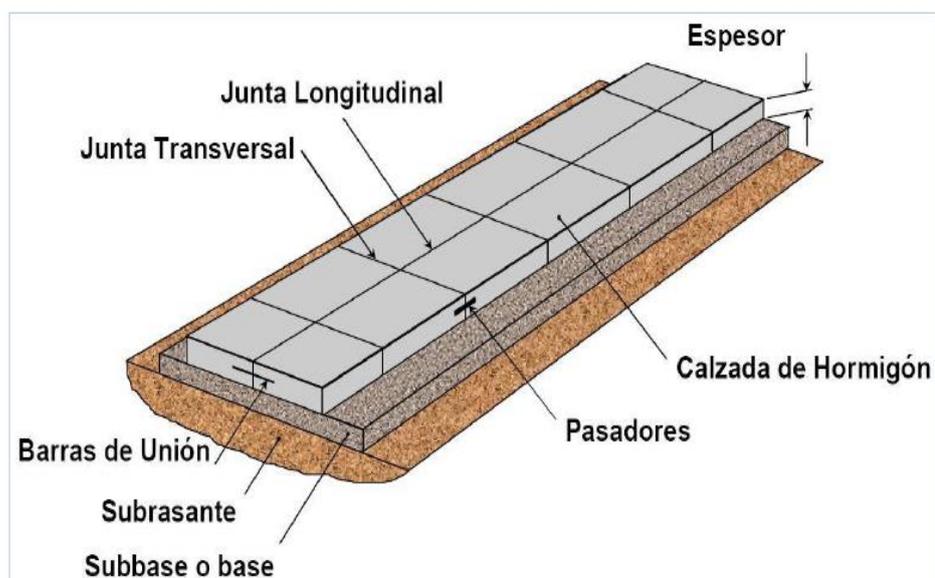


Figura N° 4 Componentes estructurales de pavimento rígido

Fuente: Pavimentos rígido.

El diseño del sistema de juntas se realiza considerando los siguientes aspectos:

1. Condiciones ambientales.
2. Espesor de la losa.
3. Sistema de transferencia de carga.
4. Tránsito.
5. Características de los materiales.
6. Tipo de sub base.
7. Características de material sellante.
8. Diseño de berma.

2.2.7.3 DISEÑO DE VEREDAS

El diseño de las aceras se clasifica como pavimentos especiales debido a que solo se espera que los peatones (personas) ejerzan carga sobre su superficie. Estas aceras deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma técnica CE 010 (Pavimentos Urbanos), los cuales se detallan en la siguiente tabla.

TIPOS DE VIAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES						
ACERAS O VEREDAS	1,80	2,40	3,00	3,00	2,40	3,00
ESTACIONAMIENTO	2,40	2,40	3,00	3,00 - 6,00	3,00	3,00 - 6,00
PISTAS CALZADAS	SIN SEPARADOR CENTRAL 2 MODULOS DE	CON SEPARADOR CENTRAL 2 MODULOS A CADA LADO DEL SEPARADOR		SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,60	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,60	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,30 - 3,60
	3,60	3,00	3,30	CON SEPARAD. CENTRAL: 2 MODULOS A C/ LADO		
VIAS LOCALES SECUNDARIAS						
ACERAS O VEREDAS	1,20			2,40	1,80	1,80 - 2,40
ESTACIONAMIENTO	1,80			5,40	3,00	2,20 - 5,40
PISTAS CALZADAS	DOS MODULOS DE 2,70			2 MODULOS DE 3,00	2 MODULOS DE 3,60	2 MODULOS DE 3,00

Figura N° 5 Ancho mínimo de veredas según tipo de habilitación

Fuente: Norma Técnica CE 010 (Pavimentos Urbanos)

2.3 MARCO CONCEPTUAL O GLOSARIO

ACERA O VEREDA

Es la sección de la calle que se encuentra entre la calzada y el límite de la propiedad, destinada al tránsito de peatones. Estas áreas pueden estar construidas con diversos materiales como concreto simple, asfalto, adoquines inter trabadas u otros materiales adecuados.

AFIRMADO

Es una capa de material selecto que se procesa según el diseño y se coloca sobre la sub rasante o sub base de un pavimento. Cumple la función de ser una capa de rodadura y proporciona soporte al tráfico en vías que no están pavimentadas. Esta capa puede recibir un tratamiento de precisión para mejorar sus propiedades.

AGENTE ESTABILIZADOR

Se trata de un producto adicional distinto al suelo que se agrega con el propósito de mejorar sus propiedades físico-mecánicas.

ALAMEDA

Calle amplia con arborización intensa.

AÑO BASE

Este es el año en el que se seleccionan y toman en cuenta los datos de tráfico que utilizarán como base para el diseño de tráfico.

BASE

Es una capa que generalmente está compuesta de material granular, aunque también puede ser de suelo estabilizado, concreto asfáltico o concreto hidráulico. Su función principal es actuar como componente estructural de los pavimentos, aunque en algunos casos también puede funcionar como capa drenante.

BOMBEO

Es la curvatura aplicada a la sección transversal de una carretera para permitir el drenaje del agua de la superficie

CALLE

En su definición más amplia, se refiere a una vía pública dentro de un área urbana, delimitada por propiedades, con o sin acera, destinada al tráfico de peatones y/o vehículos.

CALZADA O PISTA

Es la sección de una vía destinada exclusivamente para el tránsito de vehículos.

CARGA POR EJE SIMPLE EQUIVALENTE A 80 kn (ESAL)

Es el impacto en el pavimento ocasionado por cualquier combinación de cargas por eje de diferentes magnitudes, expresada en términos del número de aplicaciones de un eje simple de 80 kN.

CARRIL

Es la parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos.

CARRIL DE DISEÑO

Es el carril sobre el que se espera el mayor número de aplicaciones de cargas por eje simple equivalente de 80 kn. Por lo general, se refiere a cualquiera de los carriles en una vía de 2 carriles en la misma dirección, o al carril exterior en una vía de múltiples carriles también en la misma dirección.

EJES EQUIVALENTES

Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar durante el período de diseño. Se utiliza un procedimiento para convertir el tráfico con diferentes cargas y configuraciones de ejes en un número de tráfico equivalente para el diseño, sumando las cargas por eje estándar esperadas en la vía durante el período de diseño.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Forman parte del expediente técnico y detallan la descripción de los trabajos, materiales, equipos y procedimientos de construcción, control de calidad, medición y forma de pago. El responsable del Proyecto es el autor y responsable de emitir las Especificaciones Técnicas.

ESPESOR DE DISEÑO

Es el espesor en determinado el diseño para cada capa del pavimento.

ESPESOR EFECTIVO

El espesor efectivo de cada capa de un pavimento existente se obtiene al multiplicar su espesor real por los factores de conversión correspondientes, de acuerdo con el método de diseño utilizado.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO

Se refiere a la composición de capas de mezclas asfálticas en un pavimento, o a una combinación de capas asfálticas y bases granulares, colocadas sobre la sub-rasante natural o estabilizada.

ESTUDIO DE CARGAS

Es un análisis realizado para determinar el peso transportado por cada eje y el número de ejes para cada tipo de camión pesado.

LABORATORIO

Es una entidad encargada de realizar mediciones, exámenes y ensayos, o de alguna otra manera determinar las características o el comportamiento de materiales o productos.

LOSA DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND

Es la superficie de rodadura y el componente principal en términos estructurales de los pavimentos rígidos.

MUESTRA

Es una porción seleccionada de una población de acuerdo con una norma específica o un procedimiento aceptado, que representa a toda la población.

MUESTREO ALEATORIO

Una muestra tomada empleando un plan de muestreo, en el cual cada unidad del lote debe tener la oportunidad de ser elegida.

PAVIMENTO

Es una estructura compuesta por varias capas que se apoya completamente sobre el terreno preparado para soportarlo durante un período de diseño específico y dentro de un rango de serviciabilidad. Esta definición abarca diferentes tipos de pavimentos, como pistas, estacionamientos, aceras, pasajes peatonales y ciclovías.

PAVIMENTOS RÍGIDOS (DE CONCRETO HIDRÁULICO)

Esta clasificación se refiere a los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en sus diversas formas y modalidades, como losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, entre otros.

PERIODO DE DISEÑO

Es el período de tiempo, generalmente expresado en años, que transcurre desde la construcción (año cero) hasta el momento de la rehabilitación del pavimento.

SERVICIABILIDAD

Capacidad del pavimento para satisfacer las demandas (tanto estáticas como dinámicas) para las cuales ha sido diseñado.

SUB-RASANTE

Es el nivel inferior del pavimento paralelo a la rasante.

TRAFICO

Determinación del número de cargas por eje simple equivalentes, evaluado durante el período de diseño del proyecto.

VÍAS URBANAS

Áreas designadas para el desplazamiento de vehículos y/o personas dentro de los límites urbanos. Se clasifican según la función que desempeñan en:

1. Vías Expresas;

2. Vías Arteriales;
3. Vías Colectoras;
4. Vías Locales.

VÍAS EXPRESAS

Son vías que permiten una conexión rápida entre áreas urbanas. Unen zonas con alto volumen de tráfico, facilitando el transporte de grandes cantidades de vehículos a alta velocidad y con accesibilidad limitada. En ocasiones, el transporte público de pasajeros puede realizarse mediante autobuses en carriles separados, con paradas en los intercambios. No se permite el estacionamiento, la carga/descarga de mercancías ni el tránsito de peatones a lo largo de su recorrido.

VÍAS ARTERIALES

Son vías que permiten una conexión eficiente entre áreas urbanas con un flujo de tráfico moderado. Tienen una accesibilidad limitada, pero están relativamente integradas con los usos de las áreas circundantes. Deben conectarse adecuadamente con las vías expresas y facilitar la distribución y redistribución del tráfico hacia las vías colectoras y locales. No se permite la carga/descarga de mercancías a lo largo de su recorrido. Se utilizan para todo tipo de tráfico vehicular. En algunos casos, el transporte público de pasajeros puede operar en carriles exclusivos o segregados con paradas e intercambios.

VÍAS COLECTORAS

Son aquellas que sirven para dirigir el tráfico de las vías locales hacia las arteriales, brindando servicio tanto al tráfico vehicular como al acceso a propiedades adjuntas. El flujo de tráfico se interrumpe frecuentemente en intersecciones controladas cuando se

conectan con vías arteriales, y con señalización horizontal y vertical en intersecciones con vías locales. El estacionamiento de vehículos se realiza en áreas designadas especialmente para ese propósito. Se utiliza para todo tipo de vehículos.

VÍAS LOCALES

Son aquellos que tendrán acceso directo a áreas residenciales, comerciales e industriales, permitiendo la circulación dentro de ellas. Son de menor tamaño y capacidad en comparación con las vías arteriales y colectoras.

CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS GENERAL

La propuesta del diseño de pavimento rígido influirá positivamente en el mejoramiento de vías urbanas del C.P. de Huaychao del Distrito de Huayllay- Provincia Pasco, Departamento Pasco.

3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Los criterios preliminares para el diseño de pavimento son: estudios topográficos, estudio de tráfico, estudio geológico y geotécnica y estudios hidrológicos.

La metodología adecuada para el diseño de pavimento para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. de Huaychao; será AASHTO 93 (Guide for the Design of Pavement Structures de 1993) para pavimentos rígidos.

3.3 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente

1. X: Propuesta técnica con pavimento rígido

Dimensiones:

1. X1 : Criterios de Servicio de transitabilidad
2. X2 : Parámetros de diseño de pavimentos para la propuesta técnica
3. X3 : Condiciones climáticas y de drenaje para la propuesta técnica

Variable Dependiente

1. Y : Mejoramiento de vías

Dimensiones

1. Y1 : Clasificación sistema vial urbano actual
2. Y2 : Características del tránsito

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N° 1 Operacionalización de variables

Variables	Definición Operacional (Dimensiones)	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente Propuesta técnica con pavimento rígido	Criterios de Servicio de transitabilidad	Capacidad de vía Nivel de servicio	Numérica
	Parámetros de diseño de pavimentos para la propuesta técnica	Estudio de la demanda Estudio de la oferta Estudio topográfico	
	Condiciones climáticas y de drenaje para la propuesta técnica	Estudios hidrológicos	
Variable Dependiente Mejoramiento de vías	Clasificación sistema vial urbano actual	Criterios principales de diseño de pavimento	Numérica
	Características del tránsito		

3.5 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Cuadro N° 2 Matriz de consistencia

DEFINICION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL
¿Cómo influye las inadecuadas condiciones de transitabilidad peatonal y vehicular en las vías urbanas del Centro Poblado de Huaychao, a la calidad de vida?	Proponer y ofrecer adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en las vías del Centro Poblado de Huaychao, realizando un trabajo de investigación de la construcción de la pavimentación de las vías en mención.	La propuesta del diseño de pavimento rígido influirá positivamente en el mejoramiento de vías urbanas del C.P. de Huaychao.

PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO
¿Cuáles son los criterios preliminares de diseño de pavimento para el mejoramiento de transitabilidad de las vías del Centro Poblado de Huaychao?	Describir los criterios preliminares de diseño de pavimento para el mejoramiento de transitabilidad de las vías del Centro Poblado de Huaychao	Los criterios preliminares para el diseño de pavimento son: estudios topográficos, estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos y estudio hidrológico.
¿Cuál será los criterios fundamentales para el óptimo diseño de pavimento para el mejoramiento de vías en la zona urbana del Centro Poblado de Huaychao?	Reconocer los criterios fundamentales para el óptimo diseño de pavimento para el mejoramiento de transitabilidad de las vías del Centro Poblado de Huaychao	La metodología adecuada para el diseño de pavimento para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. de Huaychao; será AASHTO 93 (guide for the desing of pavement structures de 1993) para pavimentos rígidos.

Cuadro N° 3 Población y Muestra

VARIABLE	METODOLOGIA		
	TIPO	DISEÑO	POBLACION Y MUESTRA
IDENTIFICACION DE VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACION	DISEÑO DE INVESTIGACION	POBLACION
a) Variable Independiente Propuesta técnica con pavimento rígido	Descriptivo	No experimental transversal	Pistas y Veredas del Centro Poblado de Huaychao- Distrito de Huayllay, Provincia Pasco, Departamento de Pasco.
b) Variable Dependiente Mejoramiento de vías			MUESTRA
INDICADORES			<ul style="list-style-type: none"> conformado por los jirones San Antonio Cda.03, Estrella el Sur, San Matías Cda.01, San Matías Cda.02, San Matías Cda.03 y las calles sin nombre 05 Cda. 01, sin nombre 05 Cda. 02 y sin nombre 03 Cda. 02, del Centro Poblado de Huaychao.
X1. Criterios de Servicio de transitabilidad X2. Parámetros de diseño de pavimentos para la propuesta técnica X3. Condiciones climáticas y de drenaje para la propuesta técnica Y1. Clasificación sistema vial urbano actual Y2. Características del transito			

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.1 Tipo de Investigación

La investigación descriptiva, es un enfoque científico que consiste en observar y describir el comportamiento de un sujeto sin intervenir de ninguna manera. Se utiliza comúnmente como una etapa preliminar antes de realizar investigaciones cuantitativas, ya que proporciona una visión general y orientación sobre qué variables son dignas de ser sometidas a experimentos cuantitativos. Este tipo de investigación busca brindar información valiosa sobre el objeto de estudio y ofrece pautas sobre cómo llevar a cabo experimentos cuantitativos de manera efectiva.

4.1.2 Diseño de Investigación

No Experimental – Transversal

Este trabajo de investigación se enfoca en estudios no experimentales de tipo transversal. En esta investigación se utilizará un diseño no experimental, lo que significa que no se manipularán intencionalmente las variables estudiadas, sino que se observarán tal como se presentan en el contexto local para su estudio. Este proyecto se centra en el análisis de situaciones existentes sin crear nuevas condiciones a propósito por parte del investigador. El diseño transversal es utilizado en este estudio, el cual se caracteriza por ser observacional y de base individual. Estos diseños suelen tener un enfoque descriptivo y analítico, y en este caso particular se enfoca principalmente en la descripción de la frecuencia

y distribución de los fenómenos estudiados. Los estudios transversales descriptivos están diseñados para medir la presentación y resultado de variables en una población ya definida, en un momento específico de tiempo.

4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

Longitud de las calles del proyecto

4.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

- Pistas y Veredas del Centro Poblado de Huaychao -Distrito de Huayllay, Provincia Pasco, Departamento de Pasco.

4.4 TAMAÑO DE MUESTRA

- Los jirones San Antonio Cda.03, Estrella el Sur, San Matías Cda.01, San Matías Cda.02, San Matías Cda.03 y las calles sin nombre 05 Cda. 01, sin nombre 05 Cda. 02 y sin nombre 03 Cda. 02 del Centro Poblado de Huaychao.

4.5 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Estación total.
- GPS.
- Estación de conteo vehicular.
- Estudio de mecánica de suelos.
- Estudio de impacto ambiental.
- Estudio hidrológico.
- Observación.

4.6 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

4.6.1 UBICACIÓN

Ubicación Política

- Región : Pasco.
- Provincia : Pasco.
- Distrito : Huayllay.
- Centro Poblado : Huaychao.

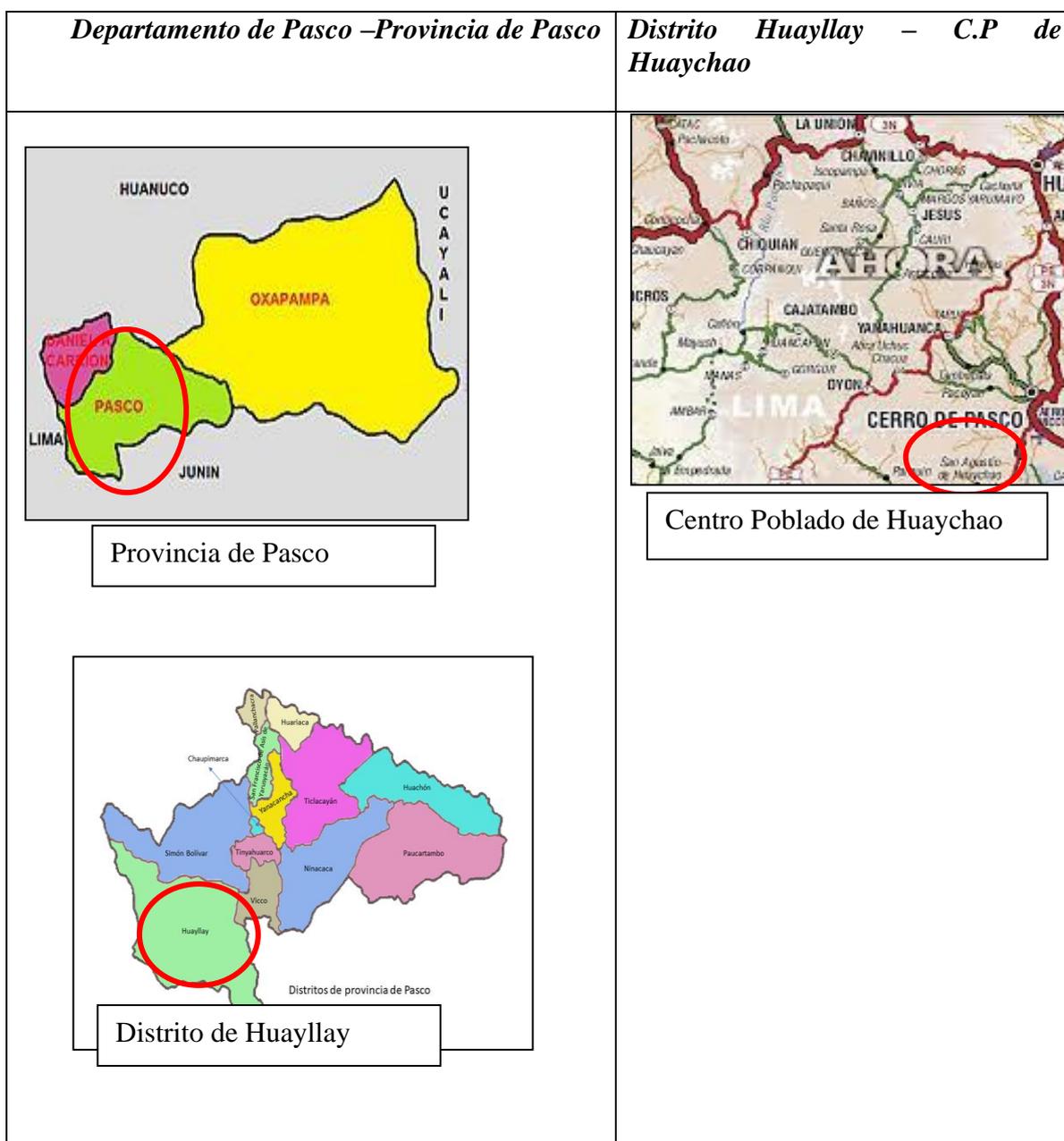


Figura N° 6 Ubicación de la zona del proyecto

Ubicación Geográfica.

El proyecto se desarrolla en el área urbana del Centro Poblado de Huaychao del Distrito de Huayllay por ello se establece el punto referencial la plaza principal del centro poblado.

Región Geográfica : Sierra

Coordenadas UTM : 343821 m E - 8784835.00 m N

Altitud : 4550 m.s.n.m.



Figura N° 7 Vista aérea de Google Earth del Centro Poblado de Huaychao.

4.6.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Las vías del CP de Huaychao del Distrito de Huayllay de la provincia de Pasco, departamento de Pasco, son vías de accesos importantes, los jirones y las calles consideradas son vías urbanas que son vías de acceso principal del Centro Poblado de Huaychao, la Calle S/N 03 Cda. 02 son transitadas por los alumnos, por esta vía se ubica

la Institución Educativa de Ricardo Palma, además encontramos el Coliseo Municipal Cerrado y un Estadio; las calles sin nombre 05 Cda. 01, calle sin nombre 05 Cda. 02 y calle sin nombre 03 Cda. 02, estas vías se nos dirigen al Puesto de Salud como también encontramos el Cementerio, la Calle San Matías Cda.01, San Matías Cda.02 es una vía que une la calle Cerro de Pasco, como también une al Jr. San Antonio Cda. 03 y ambos tienen acceso a la dirección de la Plaza del CP de Huaychao, la calle San Matías Cda.03 esta vía solamente en una cuadra hay viviendas, el Jr. Estrella del Sur conecta con el Jr. Santa Rosa que tiene dirección también a la plaza. Las vías motivo del estudio es que las vías como los jirones San Antonio Cda.03 (03 cuadras), Estrella el Sur (01 cuadra), San Matías Cda.01 (01 cuadra), San Matías Cda.02 (01 cuadra), San Matías Cda.03 (01 cuadra) y las calles sin nombre 05 Cda. 01(01 cuadra), calle sin nombre 05 Cda. 02 (01 cuadra) y calle sin nombre 03 Cda. 02 (01 cuadra), se hacen intransitables por la formación de charcos, este centro poblado no cuenta con pistas y veredas en su totalidad de las vías , teniendo algunas que están pavimentadas o asfaltadas, y en épocas de lluvias las vías siempre se anegan, formando grande charco e inclusive las viviendas se ven afectados debido que la escorrentía atraviesa las viviendas, las que se encuentran en un subnivel, en épocas de estiaje estas vías se hacen polvorientas, perjudicando la salud de los pobladores y visitantes en general. Los problemas de transitabilidad peatonal y vehicular aquejan a los pobladores en general, así mismo se ha verificado que existe la carencia de veredas, el cual trae como consecuencia las restricciones para el desplazamiento peatonal, pues obliga a la población a efectuar invasión a las calzadas, por consecuencia ponen en peligro su vida e integridad física, por ello que es de necesidad que el proyecto tenga una segunda etapa de ejecución , y de esta manera dar la solución del problema que les aqueja.

4.6.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Construcción de Vías Vehiculares con Pavimento Rígido Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, construcción de veredas y cunetas, con base de concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

4.6.4 INFORME ESTUDIO DE TRAFICO

La obtención del presente estudio de tráfico vehicular, se ha realizado con un correcto cronograma de trabajo, en base a una evaluación y análisis del tráfico de la zona de estudio.

Para el logro del estudio de trafico

Se desarrollo el Estudio de tráfico vehicular del C.P. de Huaychao, como parte del estudio básico para el diseño de pavimento para la propuesta técnica.

Realizar el conteo de los vehículos que transitan por las vías que forman parte del Proyecto.

Se determino los IMDA (Índice Medio Diario Anual) de los vehículos que transitan por dichas calles, para realizar el diseño correcto para definir las estructuras de pavimentación de las vías en estudio.

Resultados

Se logró cuantificar, clasificar y se conoció el volumen de los vehículos que se movilizan por el Jr. San Antonio Cda. 03, Jr. Estrella el Sur, Jr. San Matías Cda. 01, 02 y 03, Calle sin Nombre 05 Cda. 01 y 02 y Calle Sin Nombre 03 Cda. 02, que comprende el proyecto, se determinó indicadores de tráfico que nos permitirán diseñar un tipo de pavimento que asegure una cómoda y económica circulación de los vehículos, con una capacidad de soporte para las cargas vehiculares circulantes y su durabilidad en el tiempo.

Consistió en realizar el conteo de tráfico vehicular en 04 estaciones establecidas previamente: Estación E-1: INTERSECCION JR. SAN ANTONIO CDA 03 - JR. ESTRELLA EL SUR; Estación E-2: INTERSECCION Ca. SAN MATIAS CDA. 02 - CA. SAN MATIAS CDA. 01; Estación E-3: INTERSECCION CA. SAN MATIAS CDA. 02 - CA. SAN MATIAS CDA.03; Estación E-4: INTERSECCION CA. SIN NOMBRE 03 CDA. 02 - CA. SIN NOMBRE 05 CDA. 01 y 02 durante siete días, las 24 horas, a fin de determinar el tráfico circulante en el tramo del proyecto.

Tabla N° 1 Conteo vehicular

DIA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	3T2	3T3	TOTAL	%	
LUNES	117	84	86	10	77	118	14	0	0	24	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	540	VEH/DIA
MARTES	106	73	70	6	65	113	14	2	0	22	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	483	VEH/DIA
MIERCOLES	93	84	76	4	69	98	12	0	0	22	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	464	VEH/DIA
JUEVES	109	106	75	5	76	97	14	0	0	24	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514	VEH/DIA
VIERNES	108	82	85	4	64	111	12	2	0	18	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	491	VEH/DIA
SABADO	131	96	86	4	70	113	12	0	0	18	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	534	VEH/DIA
DOMINGO	115	87	92	5	82	96	16	0	0	26	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	527	VEH/DIA

Fuente: Elaboración propia según Conteo Vehicular.

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderadamente tiene importancia.

Si bien el pesaje constituye el medio más preciso para determinar las características de equivalencia del tránsito real con respecto a ejes sencillos de 8.2 ton., lo costoso que resultan estos estudios impiden efectuarlos para todos los diseños de pavimentos que se deban acometer. Por tanto, cuando se deba efectuar un diseño para un tramo de vía en el cual no se tengan datos sobre el pesaje quedan dos alternativas: tomar el valor correspondiente a una vía cerrada del cual se posea dicha información, si se considera

que las características del tránsito en los dos tramos son similares; o estimar el factor camión a través de algún otro procedimiento de tipo empírico.

Tabla N° 2 Relación de cargas por ejes para determinar ejes equivalentes (EE).

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$EEs1 = (P/6.6)^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$EEs2 = (P/8.2)^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE TA1)	$EETA1 = (P/13)^{4.1}$
Eje Tandem (2 eje ruedas dobles) (EE TA2)	$EE TA2 = (P/13.3)^{4.1}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE TR1)	$EE TR1 = (P/16.6)^4$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE TR2)	$EE TR2 = (P/17.5)^4$
P=Peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras, sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Tabla N° 3 Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo.

AUTOMOVIL	Conteo normal + Traf. desv+ Traf. Generado	P	Factor de Vehículo pesado (FVP)	IMDA*F	Factor Direccional (FD)	Factor de Carril (FC)	Factor presión de Inflado (FC)	r	ESAL			
									5	10	15	20
VL	577	1	0.00044	0.25	0.5	1	1	0.84%	233.65	477.29	731.33	996.22
	577	1	0.00044	0.25	0.5	1	1	0.84%	233.65	477.29	731.33	996.22
B2	17	7	1.273	21.64	0.5	1	1	0.36%	19887.52	40135.59	60750.77	81739.70
	17	10	2.256	38.35	0.5	1	1	0.36%	35251.04	71141.18	107682.01	144885.33
B3	1	7	1.273	1.27	0.5	1	1	0.36%	1169.85	2360.92	3573.57	4808.22
	1	15	1.798	1.80	0.5	1	1	0.36%	1652.59	3335.15	5048.21	6792.33
B4	0	7	1.273	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	23	2.984	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	26	7	1.273	33.09	0.5	1	1	0.36%	30416.20	61383.85	92912.94	125013.66
	26	10	2.256	58.66	0.5	1	1	0.36%	53913.35	108804.16	164690.14	221589.33
C3	5	7	1.273	6.36	0.5	1	1	0.36%	5849.27	11804.59	17867.87	24041.09
	5	16	2.134	10.67	0.5	1	1	0.36%	9804.60	19786.96	29950.30	40297.91
C4	5	7	1.273	6.36	0.5	1	1	0.36%	5849.27	11804.59	17867.87	24041.09
	5	23	2.984	14.92	0.5	1	1	0.36%	13711.63	27671.84	41885.16	56356.17
T2S1	0	7	1.273	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
T2S2	0	7	1.273	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	16	2.134	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
T2S3	0	7	1.273	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	23	2.984	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
2T2 ó C2R2	0	7	1.273	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
2T3 ó C2R3	0	7	1.273	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	10	2.256	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
	0	16	2.134	0.00	0.5	1	1	0.36%	0.00	0.00	0.00	0.00
ESAL o				193.63					177,972.63	359,183.41	543,691.52	731,557.27

Fuente: Elaboración propia.

4.6.5 INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS

4.6.5.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe muestra los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos correspondiente al Proyecto “Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal del área urbana del Centro Poblado de Huaychao, Distrito de Huayllay, Región Pasco”.

4.6.5.2 OBJETIVO

Se requirió llevar a cabo un análisis del suelo en el área del proyecto para obtener información precisa sobre las características del subsuelo, su estratificación y otros datos relevantes relacionados con la mecánica de suelos. Este estudio se realizará de acuerdo con los requisitos específicos del proyecto, con el objetivo de obtener un conocimiento detallado de las propiedades del suelo en la zona.

4.6.5.3 UBICACIÓN, ACCESO Y LÍMITES DE LA ZONA DE ESTUDIO

- **UBICACIÓN**

- Región : Pasco.
- Provincia : Pasco.
- Distrito : Huayllay.
- Centro Poblado : Huaychao
- Región Geográfica : Sierra
- Altitud : 4550 m.s.n.m.
- Clima : Frio Seco.

- **ACCESO**

El acceso al Centro Poblado de Huaychao se da desde la Ciudad de Huancayo con un tramo de la Carretera Asfaltada hasta el distrito de

Huayllay con una distancia de 272 Km, desde la Ciudad de Pasco con un tramo de la Carretera Asfaltada hasta el distrito de Huayllay con una distancia de 49 Km, Ciudad de Lima (vía Oroya) con un tramo de la Carretera Asfaltada hasta el distrito de Huayllay con una distancia de 321 Km, Ciudad de Huánuco con un tramo de la Carretera Asfaltada hasta el distrito de Huayllay con una distancia de 168 Km, Ciudad de Lima (vía Canta) con un tramo de la Carretera Asfaltada- afirmada hasta el distrito de Huayllay con una distancia de 207 Km y Ciudad de Lima (vía Huaral) con un tramo de la Carretera Asfaltada-afirmada hasta el distrito de Huayllay con una distancia de 242 Km.

- **LIMITES**

Los límites del Distrito de Huayllay quedan determinados de la siguiente manera:

Por el Norte : Con los Distritos de Simón Bolívar y Tinyahuarco.

Por el Sur : Con la Provincia de Junín y Yauli.

Por el Este : Con la Provincia de Junín.

Por el Oeste : Con las Provincias de Huaura y Huaral.

4.6.5.4 EXTENSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio comprende el análisis de la mecánica de los suelos del sector donde se ubicará el proyecto.

4.6.5.5 GEOLOGÍA LOCAL

El recurso suelo del Distrito de Huayllay cubre una superficie de 1026 km² correspondientes a la Provincia de Pasco, tiene una topografía ondulada con pendientes ligeramente inclinadas y sus cotas que varían entre los 4440

m.s.n.m. y los 4598 m.s.n.m. aprox. En el área de estudio se han reconocido los siguientes mecanismos geomorfológicas:

4.6.5.6 GEODINÁMICA EXTERNA

El área de investigación y sus alrededores han experimentado impactos frecuentes de fenómenos climáticos, especialmente lluvias torrenciales, debido a su ubicación geográfica.

4.6.5.7 GEODINÁMICA INTERNA

En cuanto a la geodinámica interna, aunque los terremotos no son comunes en la zona, se debe tener en cuenta que se encuentra en la Zona 2, que corresponde a una actividad sísmica de nivel intermedio. En caso de que ocurra un terremoto en el sector, se deben considerar las posibles implicaciones.

4.6.5.8 GEOTÉCNIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio de la geotecnia en el área de estudio tiene como objetivo recopilar datos importantes para la construcción de las diversas estructuras del proyecto. La investigación se llevó a cabo en las siguientes fases:

- **TRABAJO DE CAMPO**

- **CALICATAS EXPLORATORIAS**

El objetivo principal de un estudio de suelos es permitir dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la humedad, la profundidad, el tipo de cimentación más adecuado para la obra a construir y los asentamientos de la estructura en la relación al peso que va a soportar.

➤ **TOMA DE MUESTRAS DISTURBADAS**

Se tomaron muestras representativas de los materiales encontrados en los diferentes estratos identificados en las calicatas que se excavaron

➤ **REGISTRO DE CALICATAS**

Se inspeccionaron cada una de las calicatas apuntando las características del medio encontrado como color, humedad, estratificación, etc.

➤ **ENSAYO EN LABORATORIO**

Cumpliendo con la presente investigación desarrollada en el área de estudio se procede a realizar las calicatas para determinar cada una de sus características realizadas en el laboratorio, estableciendo la siguiente descripción:

Tabla N° 4 Resultados de CBR.

CALICATA	COORDENADAS		CBR 100% DSM	CBR 95% DSM	CLAS. SUCS	CLAS ASSTHO
C-1	344004.99E	8784884.2N	19.48	15.1	CH	A-7-5
C-2	343897.87E	8784837.08N	19.48	16.8	CH	A-7-5
C-3	343918.38E	8784787.79N	17.04	15.2	CH	A-7-5
C-4	343625.62E	8784981.03N	22.41	19.8	SG-GC	A-2-7
C-5	344077.84E	8784463.72N	34.83	18.00	CH	A-7-5
C-6	343793.99E	8784890.76N	23.9	19.7	SC-GC	A-2-7
C-7	437328.91E	8784929.06N	19.48	15.6	CH	A-7-5
C-8	343967.32E	8784743.12N	65.79	20.4	SC-GC	A-2-7
C-9	343845.16E	8784761.31N	33.54	18	CH	A-7-5
C-10	343766.53E	8784637.9N	46.84	21.2	SC-GC	A-2-7

Fuente: Elaboración propia.

➤ NIVEL FREÁTICO

En todas las excavaciones realizadas para este estudio, no se detectó la presencia de agua, es decir, el nivel freático se encontraba ausente en todas las calicatas.

4.6.6 INFORME TOPOGRAFICO

4.6.6.1 DEFINICIÓN

El levantamiento topográfico es el conjunto de métodos utilizados para calcular la ubicación precisa de un punto en la superficie de la Tierra, mediante la medición de dos distancias y una elevación, o una distancia, una elevación y una dirección. Las distancias y elevaciones se expresan en unidades de longitud del sistema métrico decimal, mientras que las direcciones se expresan en unidades de arco en grados sexagesimales.

4.6.6.2 OBJETIVO

Como parte del desarrollo del Proyecto “MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL ÀREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO, DISTRITO DE HUAYLLAY, REGIÓN PASCO ”, se establece que se debe de realizar el levantamiento topográfico para el diseño.

El propósito de este informe topográfico es ofrecer todos los detalles necesarios para llevar a cabo los diseños requeridos en el desarrollo de este estudio, o para la elaboración de expedientes técnicos.

Ubicación del área de estudio

El Proyecto está ubicado en el C.P. de Huaychao, Distrito de Huayllay – Provincia de Pasco – Región Pasco.

4.6.6.3 PLAN DE TRABAJO

La ejecución de los trabajos topográficos ha comprendido las siguientes etapas:

- Etapa Preliminar.
- Etapa de Trabajo de Campo.
- Etapa de Gabinete.

4.6.6.4 ETAPA PRELIMINAR

Esta etapa ha comprendido los siguientes trabajos preliminares:

- Recopilación de información existente
- Recopilación de puntos geodésicos BM auxiliares.

4.6.6.5 ESTABLECIMIENTO DE LA POLIGONAL DE APOYO

El levantamiento topográfico, es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes, la representación de medidas tomadas en el campo, reflejan información para elaborar perfiles y planos topográficos.

4.6.6.6 PUNTOS DE GEOREFERENCIACION

Se ha elaborado la siguiente información sobre los puntos de control oficiales existentes dentro del área de trabajo.

Los puntos de control se encuentran instalados con marcas imborrables, para ser conservados.

Los puntos establecidos forman una poligonal de apoyo enlazada al sistema de coordenadas UTM DATUM WGS84, mediante un enlace directo a los puntos de control geo referenciales indicados, conformando un sistema de poligonales cerradas y abiertas.

Clases de levantamientos:

- Topográficos

Se realizan en superficies reducidas y no se considera la curvatura de la tierra, sin error apreciable.

- Geodésicos

Se llevan a cabo en grandes extensiones y toman en cuenta la curvatura terrestre. Los levantamientos topográficos son los más comunes y relevantes, mientras que los geodésicos se enfocan en situaciones especiales y son parte de la Geodesia.

Las coordenadas topográficas de los Puntos de Control Georreferencial establecidas son:

Tabla N° 5 Cuadro de Puntos BMS

CUADRO DE BMS			
BM N°	NORTE	ESTE	ELEVACION
BM-01	8784728.759	343736.222	4551.650
BM-02	8784667.837	343759.356	4550.450
BM-03	8784648.548	343806.758	4544.350
BM-04	8784705.225	343970.245	4543.700
BM-05	8784729.552	343927.914	4541.800

Fuente: Elaboración propia

4.6.6.7 LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

Para trabajos de Planimetría o levantamiento planimétrico, se cambió una poligonal abierta con estaciones marcadas y documentadas. Estas estaciones sirven para levantar con precisión los detalles cercanos a cada punto topográfico utilizando equipos de precisión como la estación total.

La poligonal abierta está formada por estaciones topográficas marcadas en el campo, desde las cuales se realizan visuales y se emplea el método de radiación para fijar detalles y puntos auxiliares cuando sea necesario.

Considerando las características del terreno en estudio, se lleva a cabo el siguiente proceso:

- Reconocimiento actual de las calles y jirones del CP de Huaychao donde se realizarán los levantamientos topográficos.
- Ubicación de estaciones y puntos fijos de apoyo. Los instrumentos topográficos, como la estación total, y los elementos auxiliares utilizados se describen posteriormente.
- **Poligonal abierta**

Se realizan medidas de corrección interna de la poligonal y se toman medidas cuando no son visibles. Se miden ángulos horizontales, verticales y coordenadas UTM con precisión "cero" para obtener un levantamiento topográfico preciso de buzones, calles, postes, veredas y otros detalles encontrados en la zona de estudio. Se ubican prismas para realizar el barrido con la estación total desde una estación o punto de apoyo determinado.

Con los datos recopilados en el campo, se elaborarán planos de planta, perfiles y secciones con puntos de partida definidos mediante GPS diferencial de precisión, lo que permitirá obtener dos puntos exactos de levantamiento.

4.6.6.8 LEVANTAMIENTO ALTIMETRICO

- **Nivelación:**

La nivelación o altimetría tiene como objetivo principal determinar las diferencias de nivel entre dos o más puntos en el terreno. La altitud de un punto se denomina cota, y puede ser absoluta o relativa, según esté referida

al nivel medio del mar o a un plano de altitud arbitraria. En este caso, se utiliza una cota absoluta.

Para determinar el nivel de un punto, es necesario comenzar con otro punto de nivel conocido, comúnmente llamado BM (Bench Mark). La nivelación hacia adelante implica la lectura de un punto de nivel conocido, mientras que la nivelación hacia atrás implica la lectura de un punto cuyo nivel se desea determinar. Al medir las cotas de varios puntos, las diferencias de nivel pueden ser tan grandes que se requiere cambiar la posición del instrumento. En ese caso, se visará con el instrumento un punto cuyo nivel se ha determinado previamente, conocido como punto de enlace o amarre.

Para el levantamiento altimétrico, se ha utilizado una referencia de cota marcada por un equipo geodésico de alta precisión GPS de marca Trimble diferencial.

4.6.6.9 EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN CAMPO:

- **Equipos de campo**
 - Estación total Leica modelo -TS-06 POWER 5"
 - Tres Prismas.
 - Trípode
 - GPS
- **Materiales**
 - Pintura sintética
 - Acero corrugado de 3/8"
 - Martillo
 - Wincha
- **Equipo de gabinete**

- 02 laptop Intel Dual Core i5
- 01 plotter
- 01 impresora de inyección

4.6.6.10 TRABAJOS DE GABINETE

4.6.6.10.1 Procesamiento de la información de campo

La información recopilada en el campo se ha ingresado al software de cálculos topográficos. A través del módulo básico, esta información ha sido procesada, lo que ha permitido obtener un archivo de radiaciones sin errores de cálculo y con su correspondiente codificación, basada en la ubicación de puntos característicos en el área cubierta por el levantamiento topográfico. Para adaptar la información al uso de programas de diseño asistido por computadora, se ha utilizado una hoja de cálculo Excel que ha proporcionado el formato necesario.

Este proceso ha permitido utilizar el software "Microsoft Excel" y, posteriormente, programas como "Auto Cad-Civil 3D" para la creación de mapas de curvas de nivel.



Fotografía 1. Ubicación del BM; en el parque principal



Fotografía 2. Ubicación del BM



Fotografía 3. Levantamiento topográfico



Fotografía 4. Ubicación del prisma para levantamiento topográfico

4.6.6.11 RESULTADOS TOPOGRAFICOS.

En su mayoría, el terreno no presenta pendientes fuertes, por lo que el diseño tiene que adaptarse a la topografía.

Existe veredas rústicas realizados por los mismos propietarios por lo tanto las personas se trasladan por medio de la vía, se tiene canales de tierra para ayudar con el drenaje pluvial por causa de las escorrentías de las lluvias, en el tema topográfico el terreno presenta una topografía semi ondulados con pendientes de 0.11% y 30%, por lo que el diseño se tiene que adaptar a la topografía del terreno.

Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 Y Datum vertical: nivel medio del mar, se han dejado monumentos los puntos de control horizontal y vertical. con fines de replanteo.

4.6.7 INFORME HIDROLOGICO

El SENAMHI, el servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, ofrece información sobre la precipitación media diaria en diferentes estaciones ubicadas en distintas áreas del país. Los datos de precipitación se registran a las 7 de la mañana y a las 7 de la noche. Además, se registran las temperaturas máximas y mínimas todos los días. También se encuentra disponible el mapa de clasificación climática del Perú, el cual permite determinar el clima típico de la zona de estudio.

4.6.7.1 OBJETIVOS

- ✓ Realizar el análisis Hidrológico, con elaboración del análisis de distribución de diferentes pruebas como: Log Normal de 2 parámetros, de 3 parámetros, Log Pearson Tipo III y Gumbel y sus respectivas pruebas de ajuste por Kolmogorov-Smirnov mediante el uso del programa Hidroesta.
- ✓ Evaluar el sistema de drenaje existente y plantear una mejor propuesta técnica para controlar el flujo de agua superficial y sub. superficial.

4.6.7.2 METODOLOGIA

Los tres principales parámetros meteorológicos de mayor importancia para el proyecto de la Pavimentación del proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO EN EL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO”.

Son los valores medios mensuales de Temperatura: Tx, Humedad Relativa: HRx y Precipitación: Px; y en función de la información disponible, se puede caracterizarse la estación Cerro de Pasco, para el tramo indicado.

Se resume en la información general de la estación de Cerro de Pasco, en lo concerniente a la Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación contando con datos de precipitaciones medias mensuales y máximas de 24 horas cuyas fuentes se indican en cada uno de los cuadros que se presentan.

- **ESTACION METEOROLOGICA- CERRO DE PASCO**
Tabla N° 6 Estaciones meteorológicas cercanas a la zona del proyecto

INFORMACIÓN GENERAL ESTACIÓN DE CERRO DE PASCO									
ESTACIÓN	TIPO/ CÓDIGO	UBICACIÓN					ALTITUD (m.s.n.m)	ENTIDAD OPERANTE	
		GEOGRÁFICA		POLÍTICA					
		LAT. S	LONG. W	DPTO.	PROV.	DIST.			
1	Cerro de Pasco	CO-110037	10°41'37"	76°15'1"	Pasco	Pasco	Chaupimarca	4,260.00	SENAMHI

Fuente: SENAMHI

- **TEMPERATURA-ESTACION CERRO DE PASCO**

La temperatura media anual promedio, registrada en la estación Cerro de Pasco, para el periodo 1999-2019 (20 años completos de registro, Ver el Cuadro N° 2), y asumida para el Tramo en estudio, es de $T_x = 5,83$ °C, distribuyéndose mensualmente así:

Tabla N° 7 Estación cerro de pasco temperatura media mensual (°c)

ESTACIÓN CERRO DE PASCO TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
6.09	6.18	6.17	6.12	5.70	5.49	5.50	5.41	5.72	5.69	5.85	6.00	5.83

Fuente: SENAMHI.

Cuya temperatura varía con un máximo de 6.18 °C y un mínimo de 5,41°C.

- **HUMEDAD RELATIVA-ESTACION CERRO DE PASCO**

La humedad relativa media anual promedio, en la estación Cerro de Pasco, para el periodo 1999 -2019 (en 20 años de registro, Ver el Cuadro N° 3), y asumida para el Tramo en estudio, es de $HR_x = 84,0 \%$, distribuida mensualmente como sigue:

Tabla N° 8 Estación cerro de pasco humedad media mensual (°c)

ESTACIÓN CERRO DE PASCO												
HUMEDAD MEDIA MENSUAL (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
85.3	86.7	86.4	85.3	83.6	82.8	82.1	81.8	82.5	83.2	83.4	85.1	84.0

Fuente: SENAMHI.

- **PRECIPITACION-ESTACION CERRO DE PASCO**

La precipitación total anual promedio, registrada en la estación de Cerro de Pasco, (que se tiene para el Tramo), para el periodo 1999 - 2019 (20 años de registro, Ver el Cuadro N° 4), es de $P_x = 118.56 \text{ mm}$, variando entre un mínimo de 24.57 mm (julio) y un máximo de 196.13 mm (febrero), y que se distribuye por mes como sigue:

Tabla N° 9 Estación cerro de pasco precipitación media mensual (mm)

ESTACIÓN CERRO DE PASCO												
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
195.47	196.13	185.07	92.27	65.53	61.35	24.57	36.47	77.28	146.36	173.53	168.75	118.56

Fuente: SENAMHI.

Es posible distinguir meses lluviosos de Octubre hasta Mayo con un 78% de la lluvia total anual.

También se han tomado datos de precipitación máxima de 24 horas de la estación Cerro de Pasco con un período de 20 años, lo que se presenta en el cuadro siguiente:

Tabla N° 10 PRECIPITACIONES MAXIMAS (mm.)

ESTACIONES (AÑOS)	CERRO DE PASCO PP MAX (mm.)
1999	38
2000	22.6
2001	29.4
2002	26.8
2003	20.7
2004	33.2
2005	46.7
2006	27.3
2007	26.7
2008	29.4
2009	39.2
2010	35.9
2011	24.4
2012	25.4
2013	25.8
2014	25.8
2015	25.1
2016	20.6
2017	28
2018	51
2019	60

Fuente: SENAMHI.

- **CLIMATOLOGIA**

El clima en la zona del proyecto es frígido que va desde los 5.41 °C hasta los 6.18 °C, presentando fluctuaciones mayores durante el estiaje y siendo más estable durante la época de lluvias, la temperatura se ve influenciada por la cercanía con que se encuentra al espejo de las aguas de las lagunas

existentes que se encuentran en los tramos del eje del camino vecinal y la velocidad de los vientos que soplan de norte a sur.

- **TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACION PLUVIAL**

La estación meteorológica de Cerro de Pasco, proporciona datos de temperatura, humedad relativa y precipitación anual indicándose los promedios; del mismo modo en épocas de estiaje, las precipitaciones.

Tabla N° 11 PRECIPITACIONES MAXIMAS - SENAMHI (mm.)

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"												
ESTACIÓN: CO CERRO DEPASCO							DPTO.: PASCO					
LATITUD: 10°41'36.03" SUR							PROV.: PASCO					
LONGITUD: 76°15'15.18" OESTE							DIST.: CHAUPIMARCA					
ALTITUD: 4365msnm												
Parametro: Precipitación Máxima 24 Horas (mm)												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1999	38.00	31.70	14.70	25.80	7.30	4.80	4.30	3.30	10.70	16.10	16.60	16.50
2000	18.00	17.30	18.30	6.50	9.40	2.80	4.50	8.20	7.10	14.30	12.70	22.60
2001	29.40	24.30	24.00	23.70	10.90	2.00	11.50	6.00	7.90	19.10	16.60	28.00
2002	8.00	19.40	26.80	15.50	13.50	3.00	10.40	3.50	13.70	24.10	12.60	22.30
2003	14.50	19.40	20.70	18.10	8.30	7.00	4.60	10.00	20.70	6.00	20.00	13.10
2004	12.70	31.20	11.40	16.90	6.00	4.00	8.60	7.90	27.50	22.50	26.80	33.20
2005	15.40	20.00	46.70	17.40	2.90	2.80	4.10	4.50	6.00	12.80	29.10	9.00
2006	9.80	17.50	16.20	19.10	3.90	17.00	2.70	4.00	21.80	21.30	27.30	24.60
2007	15.50	16.00	18.40	14.20	16.00	0.00	8.00	4.40	10.50	16.00	20.60	26.70
2008	16.60	18.50	8.00	12.50	5.40	7.30	3.20	10.40	10.00	10.40	29.40	25.00
2009	26.00	19.00	39.20	11.40	12.00	12.00	8.20	12.40	5.10	20.00	18.00	29.50
2010	25.70	24.30	35.90	14.50	17.00	2.00	4.40	0.00	7.50	24.00	13.80	30.80
2011	20.50	16.30	20.80	24.40	12.00	0.00	6.30	9.00	17.90	16.00	22.70	24.00
2012	20.00	20.70	15.00	12.00	7.80	6.50	3.50	5.20	16.80	25.40	18.00	24.60
2013	25.80	15.00	20.30	14.00	15.00	5.80	8.00	11.00	17.60	20.50	11.60	16.00
2014	25.80	19.80	20.00	24.70	7.30	10.00	7.00	2.60	20.60	15.00	17.50	25.60
2015	15.00	10.00	18.00	15.20	10.30	9.00	9.00	7.40	18.40	17.30	25.10	15.40
2016	18.00	16.50	20.60	12.40	8.20	7.10	6.70	13.00	9.00	16.00	7.40	17.50
2017	20.60	28.00	15.00	15.40	13.20	0.50	6.50	4.00	12.00	15.40	19.00	18.00
2018	17.00	11.00	17.00	19.00	8.00	3.60	7.00	8.00	25.00	30.00	16.00	51.00
2019	59.00	43.00	45.00	24.00	17.00	4.50	6.00	8.00	17.00	30.20	30.00	60.00

Fuente: SENAMHI.

4.6.7.2.1 PROCESAMIENTO DE DATOS METEOROLOGICOS

En este punto se presenta los resultados del procesamiento de las máximas precipitaciones en 24 horas analizadas para poder determinar las

“precipitaciones máximas 24 horas características del área de estudio” en distintos periodos de retorno para poder luego determinar las curvas IDF.

- **ANÁLISIS DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIA Y PRUEBAS DE AJUSTE**

El análisis de Distribución de frecuencias para determinar las precipitaciones máximas en 24 horas con diferentes periodos de retorno haciendo uso del programa Hydroesta, que facilita el procesamiento y los cálculos.

Para definir el modelo de distribución que mejor se ajusta a los datos de precipitación con los que contamos se realiza una prueba de bondad de ajuste, para la presente se utilizara el ajuste de Kolmogorov Smimov, ya que el Hydroesta trabaja con esta prueba de bondad de ajuste.

Tabla N° 12 Prueba de bondad de ajuste

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV - ESTACION CERRO DE PASCO							
DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOG NORMAL 2 PARAMETROS	DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 3 PARAMETROS	DISTRIBUCIÓN GAMMA 2 PARAMETROS	DISTRIBUCIÓN GAMMA 3 PARAMETROS	DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON TIPO III	DISTRIBUCIÓN GUMBEL	DISTRIBUCIÓN LOG GUMBEL
DELTA TABULAR							
0.2968							
DELTA TEÓRICO	DELTA TEÓRICO	DELTA TEÓRICO	DELTA TEÓRICO	DELTA TEÓRICO	DELTA TEÓRICO	DELTA TEÓRICO	DELTA TEÓRICO
0.2177	0.173	0.0815	0.1914	0.12134	0.10957	0.1548	0.1047
COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL	COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 2 PARAMETRO	COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 3 PARAMETRO	COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN GAMMA 2 PARAMETROS	COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN GAMMA 3 PARAMETRO	COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON TIPO III	COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN GUMBEL	COMO DELTA TEÓRICO ES MENOR QUE DELTA TABULAR LOS DATOS SE AJUSTAN AL MODELO DE DISTRIBUCIÓN LOG GUMBEL

Fuente: Elaboración propia.

La estación Cerro De Pasco se ajusta a la distribución Log Normal 3 Parámetros, se determinan las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno.

Tabla N° 13 Resultados -Análisis HidroEsta

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 3 parámetros
Serie de datos X:

Nº	X
1	38.0
2	22.6
3	29.4
4	26.8
5	20.7
6	33.2
7	46.7
8	27.3
9	26.7
10	29.4
11	39.2
12	35.9
13	24.4
14	25.4
15	25.8
16	25.8
17	25.1
18	20.6
19	28.0
20	51.0
21	60.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 14 Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	F(X)	Z	F(Z)	Delta
1	20.6	0.0455	-2.0828	0.0186	0.0268
2	20.7	0.0909	-2.0133	0.0220	0.0689
3	22.6	0.1364	-1.1331	0.1286	0.0078
4	24.4	0.1818	-0.6466	0.2590	0.0771
5	25.1	0.2273	-0.4993	0.3088	0.0815
6	25.4	0.2727	-0.4412	0.3295	0.0568
7	25.8	0.3182	-0.3678	0.3565	0.0383
8	25.8	0.3636	-0.3678	0.3565	0.0071
9	26.7	0.4091	-0.2170	0.4141	0.0050
10	26.8	0.4545	-0.2013	0.4202	0.0343
11	27.3	0.5000	-0.1258	0.4499	0.0501
12	28.0	0.5455	-0.0273	0.4891	0.0563
13	29.4	0.5909	0.1489	0.5592	0.0317
14	29.4	0.6364	0.1489	0.5592	0.0772
15	33.2	0.6818	0.5294	0.7017	0.0199
16	35.9	0.7273	0.7425	0.7711	0.0438
17	38.0	0.7727	0.8861	0.8122	0.0395
18	39.2	0.8182	0.9612	0.8318	0.0136
19	46.7	0.8636	1.3489	0.9113	0.0477
20	51.0	0.9091	1.5263	0.9365	0.0274
21	60.0	0.9545	1.8312	0.9665	0.0119

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.0815, es menor que el delta tabular 0.2968. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución lognormal:
Parámetro de posición (xo)= 18.8735
Parámetro de escala (y)= 2.2333
Parámetro de forma (Sy)= 0.81

Pmax. 24hr de diseño:
La Pmax. 24hr para un periodo de retorno de 2 años, es 28.20
La Pmax. 24hr para un periodo de retorno de 5 años, es 37.32
La Pmax. 24hr para un periodo de retorno de 10 años, es 45.23
La Pmax. 24hr para un periodo de retorno de 25 años, es 57.42
La Pmax. 24hr para un periodo de retorno de 50 años, es 68.14
La Pmax. 24hr para un periodo de retorno de 100 años, es 80.32
La Pmax. 24hr para un periodo de retorno de 500 años, es 114.94

Fuente: Elaboración propia.

- **PRECIPITACIONES MAXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO**

Se realiza el cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas, pero con diferentes periodos de retorno según el modelo de distribución que más se ajuste a la estación pluviométrica, este cálculo será realizado con el Programa Hidroesta (cuadro anterior).

Tabla N° 15 Distribución Log Normal

ESTACION CERRO DE PASCO - DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 3 PARAMETROS			
PERIODO DE RETORNO Tr (AÑOS)	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA	PP MAX. 24 HORAS (mm.)
2	0.5	0.5	28.2
5	0.2	0.8	37.32
10	0.1	0.9	45.23
25	0.04	0.96	57.42
50	0.02	0.98	68.14
100	0.01	0.99	80.32
500	0.002	0.998	114.94

Fuente: Elaboración propia.

- **CURVAS IDF**

Se obtiene una ecuación que representa el comportamiento de las intensidades en función del periodo de retorno y la duración del episodio lluvia, es decir se consigue la ecuación que define las curvas IDF.

$$I = \frac{93.4630 * T^{0.253552}}{0.61639 t}$$

Donde:

I: intensidad (mm/hr)

T: periodo de retorno (años)

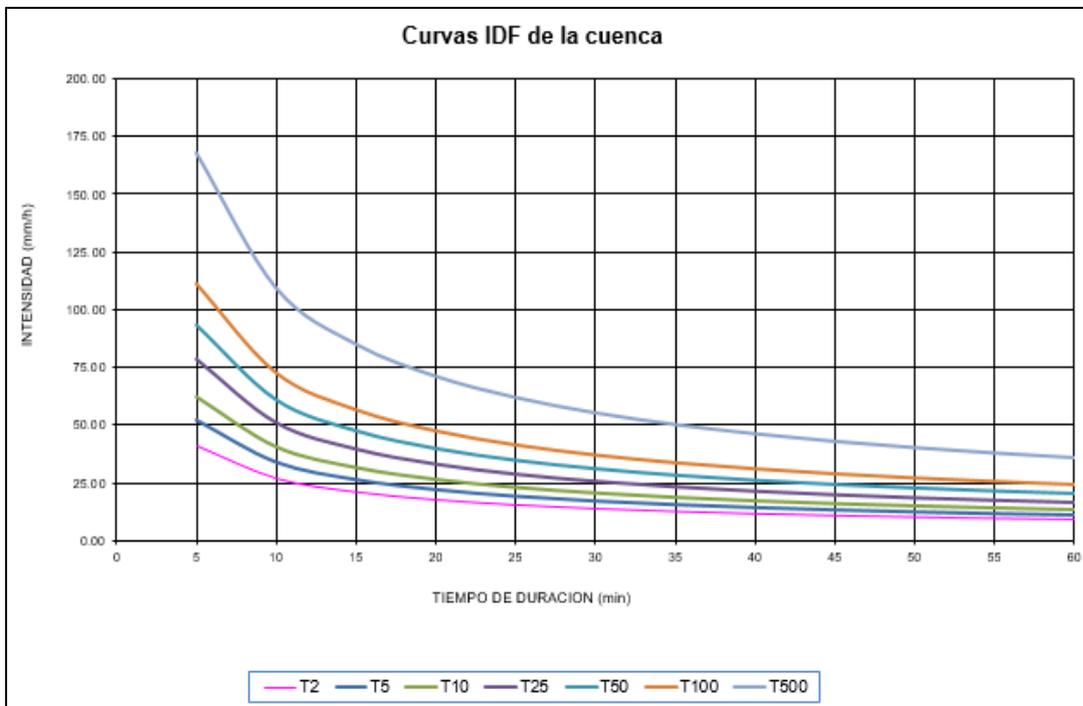
t: tiempo duración de precipitación (min) con esta ecuación se grafica las curvas de intensidad, duración y frecuencia de la cuenca, conocidas como curvas IDF.

Tabla N° 16 Tabla de intensidades.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	41.32	26.95	20.99	17.58	15.32	13.69	12.45	11.47	10.66	9.99	9.42	8.93
5	52.12	34.00	26.48	22.18	19.33	17.27	15.71	14.47	13.45	12.61	11.89	11.27
10	62.14	40.53	31.57	26.44	23.04	20.59	18.73	17.25	16.04	15.03	14.17	13.43
25	78.39	51.13	39.83	33.35	29.07	25.98	23.62	21.76	20.23	18.96	17.88	16.95
50	93.45	60.96	47.48	39.76	34.65	30.97	28.16	25.94	24.12	22.60	21.31	20.20
100	111.41	72.67	56.60	47.40	41.31	36.92	33.57	30.92	28.76	26.95	25.41	24.08
500	167.55	109.29	85.12	71.29	62.13	55.53	50.49	46.50	43.25	40.53	38.21	36.22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 17 Curvas IDF de la Cuenca



Fuente: Elaboración propia.

- **CALCULO DE CAUDAL-TIEMPO DE CONCENTRACION Y DURACION**

En esta parte del procedimiento definiremos el tiempo de concentración y duración de la cuenca a través de la siguiente formula:

FORMULA DE KIRPICH

$$T_c = 0.0195(L^{0.3} / H)^{0.385}$$

T_c= tiempo de concentración, en min

L= máxima longitud del recorrido, en m

H= diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce, en m

Con este valor del T_c y las curvas IDF se nos permitirá definir la Intensidad de lluvia con frecuencia igual a un periodo de retorno requerido en este caso será de 5 años para posteriormente utilizar el método racional para calcular el caudal para el diseño de cunetas.

METODO RACIONAL

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Q= caudal máximo, en m³ /s

C= coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño (Curvas de I-D-F), en mm/h

A= área de cuenca, en Ha

- **CALCULO DE CAUDALES**

El cálculo de los caudales se realizó mediante el método racional, ya que este método nos permite hacer uso de datos más reales de campo, ser utilizado para cuencas con área menor a 10km², el caudal de diseño se calcula con el método racional descrito en el Manual de Hidrología, Hidráulica del MTC pág. 49. y ser el más utilizado para la realización de estudios hidrológicos con fines de drenaje

N°	CALLE, JIRON	CAUDAL (l/s)
1.	JR. SAN ANTONIO CDA 03	38.043
2.	CALLE S/N NOMBRE 05 CDA 01 Y 02	48.13

en vías.

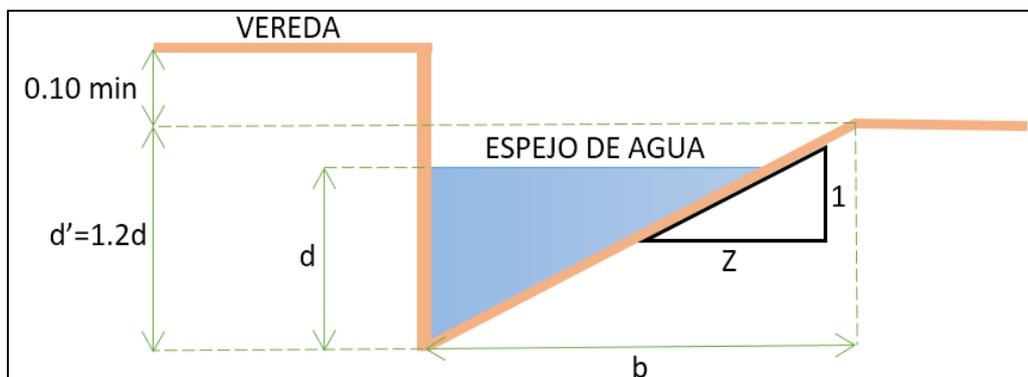
Para la aplicación de dicho Método Racional se ha utilizado la relación que a continuación se indica:

Tabla N° 18 Resultado de Caudales

Fuente: Elaboración propia.

4.6.7.2.2 CALCULO DE SECCION DE CUNETAS

Figura N° 8 Sección de cunetas



Donde "d" se define por la siguiente formula

$d = \frac{0.1156 (Q.n)^{3/8} (1 + \sqrt{1 + Z^2})^{1/4}}{Z^{5/8} S^{3/16}}$
--

JR. SAN ANTONIO CDA 03

Q= 38.043 l/s

Z= 2

n= 0.014

s= 0.03

d= 0.1532

Reemplazando se tiene:

d'= 0.18

b= 0.37

Se empleará:

d'= 0.20

b= 0.40

CALLE S/N NOMBRE 05 CDA 01 Y 02

Q= 48.13 l/s

Z= 2

n= 0.014

s= 0.03

d= 0.1673

Reemplazando se tiene:

d'= 0.20

b= 0.40

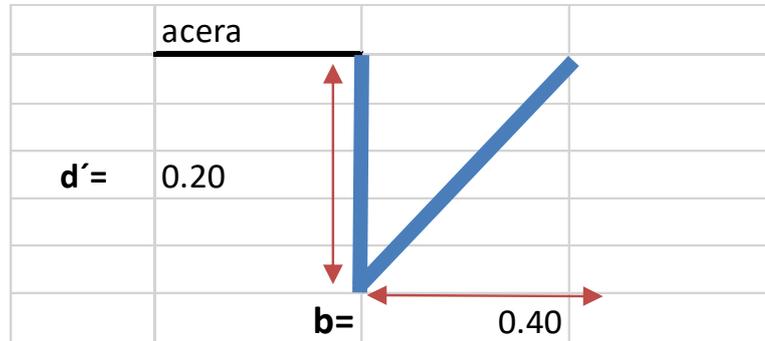
Se empleará:

d'= 0.20

b= 0.40

Sección de cunetas son de una dimensión de 0.20 x 0.40 m.

Figura N° 9 Sección de cuneta



4.6.8 DISEÑO DE PAVIMENTO

4.6.8.1 OBJETIVO DEL DISEÑO

Dotar a la estructura del pavimento de las condiciones mínimas para soportar las cargas vehiculares proyectadas durante un periodo de diseño de 20 años, utilizado un diseño de cálculo en Microsoft Excel, donde el espesor del pavimento rígido, se ha efectuado por el Método AASHTO 93, que es el método más convencional y de mayor satisfacción a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

4.6.8.2 FORMULACION DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos para un desarrollo analítico, se encuentra plasmada; también en nomogramas de cálculo, esta esencialmente basada en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que se presenta.

$$\log_{10} W_{R2} = Z_R + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{L + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_T) \times \log_{10}\left(\frac{M_R C_{dx}(0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 X J(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/K)^{0.25}})}\right)$$

Dónde:

D: Espesor de la losa del pavimento en (pulg.).

W18: Número previsto de ejes equivalentes de 18Kips (80KN), a lo largo del periodo de diseño.

Zr: Desviación Estándar Normal.

So: Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico.

Δ PSI: Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt).

Po: Serviciabilidad Inicial.

Pt: Serviciabilidad Final.

S'c: Módulo de Rotura del concreto en (psi).

Cd: Coeficiente de Drenaje

J: Coeficiente de Transferencia de Carga

Ec: Módulo de Elasticidad de concreto

K: Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

4.6.8.3 DATOS DE ENTRADA

4.6.8.3.1 Numero de ejes equivalentes

Este valor fue determinado en el estudio de tráfico, con ayuda de los factores destructivos, el IMD y la tasa de crecimiento anual, resultado 7.32E+05.

4.6.8.3.2 Periodo de diseño

El periodo de diseño para pavimentos rígidos es de 20 años, como lo recomienda el Manual de Carreteras en la sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

4.6.8.3.3 Confiabilidad

La confiabilidad determina la probabilidad de que la estructura del pavimento se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño, resistiendo las cargas del tráfico y las condiciones climáticas de la zona. Al decir que se comporte satisfactoriamente, se habla de que mantenga su capacidad estructural, funcional y al mismo tiempo que brinde seguridad y confort al usuario.

La selección de un adecuado nivel de confiabilidad para el diseño depende principalmente del nivel de uso y las consecuencias o riesgos asociados con la construcción de un pavimento de menor espesor.

Según la C.E 010 NORMA TÉCNICA DE ACERAS Y PAVIMENTOS, clasifica las vías de urbanas de acuerdo a su funcionalidad en cuatro tipos:

- Expresas.
- Arteriales.
- Colectoras.
- Locales

Tabla N° 19 Numero de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000	TP1
	De 300001	A 500000	TP2
	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10

De 12500001	A 15000000	TP11
De 15000001	A 20000000	TP12
De 20000001	A 25000000	TP13
De 25000001	A 30000000	TP14

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Para un pavimento rígido con ejes equivalentes acumulados, que se encuentra entre 500001 a 750000, el Manual de carreteras señala niveles recomendados de 80%.

Tabla N° 20 Nivel de confiabilidad.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%
TP13	De 20000001	A 25000000	90%
TP14	De 25000001	A 30000000	90%

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

R= **80%**

Zr = -0.842

4.6.8.3.4 Desviación estándar normal

Este valor depende directamente del nivel de confiabilidad elegido. Se obtiene del área de la curva normal estándar, para un nivel de confiabilidad de 80%, la desviación estándar es -842 según el Manual de carreteras.

4.6.8.3.5 Error estándar combinado (So)

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre $0.30 < So < 0.40$, en el Manual de Carreteras recomiendan un $So = 0.35$.

Tabla N° 21 Desviación estándar

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

4.6.8.3.6 Serviciabilidad

- Índice de serviciabilidad inicial (P_0):

Tabla N° 22 Serviciabilidad Inicial

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5

TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

- Índice de serviciabilidad final (Pt):

Tabla N° 23 Serviciabilidad Final

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Para caminos de bajos volúmenes de tránsito como la de este proyecto el Manual de carreteras recomienda un valor de serviciabilidad inicial de 4.10 y 2.00.

Por lo tanto, la pérdida de serviciabilidad es la diferencia entre el índice inicial y el final lo que da como resultado 2.10.

4.6.8.3.7 Resistencia al flexo tracción del concreto.

Tabla N° 24 Valores recomendados de resistencia, según rango de trafico

Rangos de Trafico Pesados Expresados en EE	Resistencia Mínima a la flexo tracción del concreto (MR)	Resistencia Mínima Equivalente a la Compresión del Concreto (F'c)
≤ 5000000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 500000 EE ≤ 15000000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15000000 EE	45 kg/cm ²	350kg/cm ²

Fuente: Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Se considera la resistencia a la compresión ((f'c) a los 28 días del concreto en el orden de 210kg/cm², el módulo de ruptura de concreto necesario para el tráfico encontrado en la zona es de 2981.00 psi.

4.6.8.3.8 Modulo Elástico del concreto.

Según la norma Peruana de Concreto armado, para determinar el módulo de elasticidad del concreto (EC) existe una correlación entre dicho modulo y la resistencia a la compresión.

Esta relación es la siguiente:

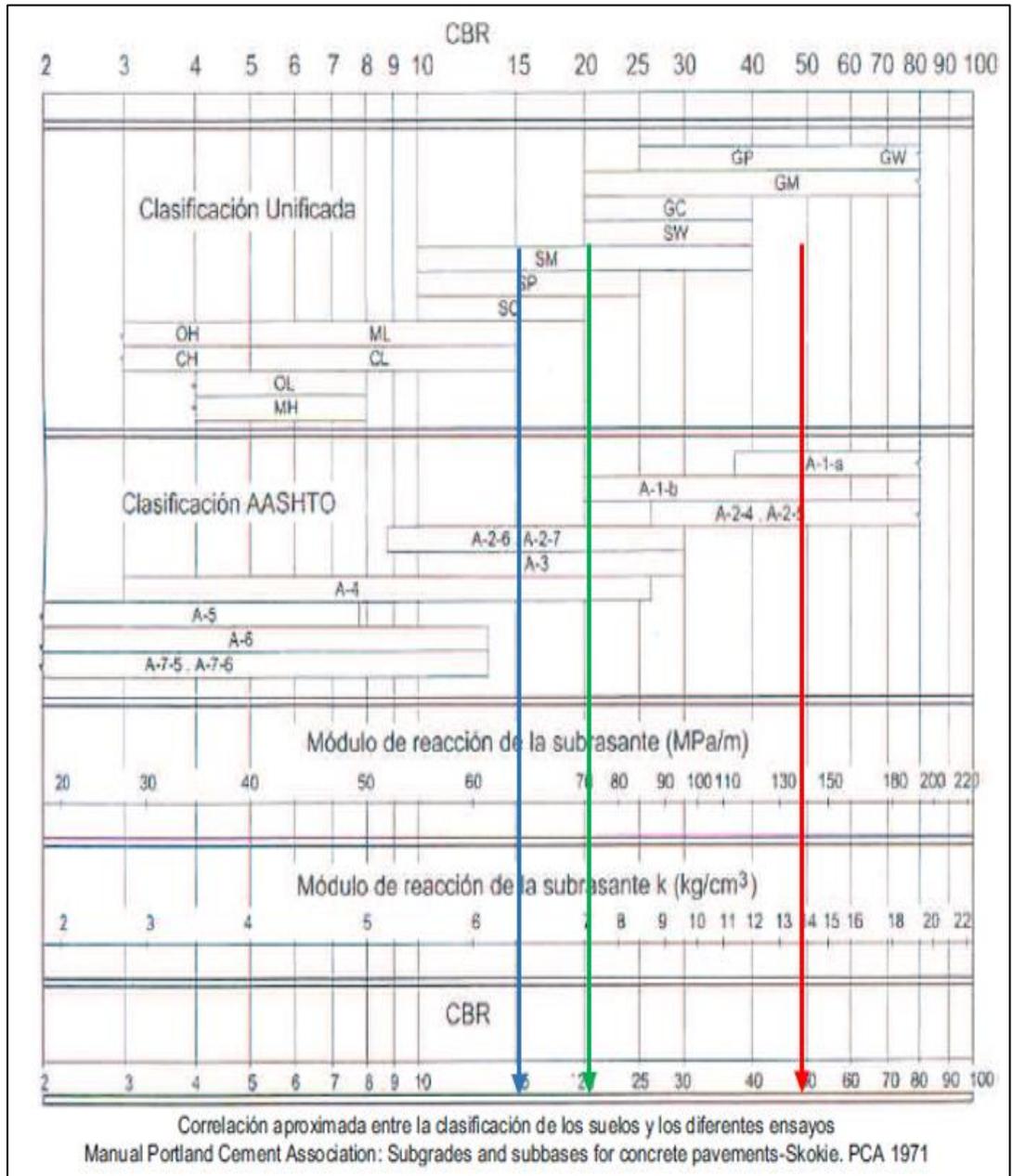
$$E_c = 57000(f'_c)^{0.5} =$$

Con el valor de resistencia considerado, resulta un módulo de elasticidad de 3112116.00 psi.

4.6.8.3.9 Módulo de reacción de la subrasante

Se consideran como materiales aptos, para las capas de la sub rasante, suelos con CBR igual o mayores de 6%, para nuestro caso se está trabajando con el CBR de 15.1% siendo este el CBR más bajo de todas las muestras que se obtuvieron.

Figura N° 10 Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Subrasante.



Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Ecuación N° 1 Modulo de Reacción Efectiva

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

K1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
 KC (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
 K0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante
 h : Espesor de la subbase granular

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Tabla N° 25 CBR mínimos recomendados para la Subbase Granular de pavimentos rígidos según intensidad de tráfico expresado en EE.

RANGO DE TRÁFICO PESADO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
EXPRESADO EN EE		(CBR MÍN)
<15000000	MTC E 132	40.00%
>15000000	MTC E 132	60.00%

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Tabla N° 26 Calculo de Modulo de reacción de la subrasante.

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (95% de la MDS a 0.1" de penetración)	k (kg/cm ³)	k (Mpa)
COEF. COMB. (CON SUB-BASE)	KC	20.84%	7.13	71
COEF. SUBRASANTE (SIN SUB-BASE)	K0	15.01%	6.35	63.5
COEF. SUB-BASE	K1	48.50%	13.75	137.5

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del espesor (H) de la Sub -Base

H	KC (Nominal)	KC (Calculado)		
15 cm	7.13 kg/cm ³	6.03 kg/cm ³	258.22	psi

Se considera un espesor de subbase de 15cm y utilizando la tabla anterior de guía de dicha asociación se interpola y se obtuvo un módulo de reacción efectivo (K efecto.) de 7.13 kg/cm³

4.6.8.3.10 Coeficiente de transferencia de carga

El coeficiente de transmisión o transferencia de carga (J) cuantifica la habilidad de la estructura del pavimento para distribuir las cargas a través de las discontinuidades como las juntas o grietas.

Para el presente proyecto se ha decidido utilizar pasadores para procurar mejorar las condiciones de deformación de las juntas definiendo así un valor de 2.8 para J.

Tabla N° 27 Módulo de transferencia de cargas

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
	2.7	3.8-4.4	2.8	3.8

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

4.6.8.3.11 Coeficiente de drenaje

La existencia de agua puede tener un impacto negativo en el pavimento, ocasionando erosión en el material granular o deteriorando la capa de rodadura debido a la humedad.

Para calcular el coeficiente de drenaje (Cd), es necesario tener en cuenta dos parámetros: la capacidad de drenaje del suelo de la subbase y el tiempo

en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.

El valor del coeficiente de drenaje C_d , varía entre 0.70 y 1.25, según las condiciones antes mencionadas. Un C_d alto implica un buen drenaje y esto favorece a la estructura, reduciendo el espesor de concreto a calcular. Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento, el coeficiente de drenaje para las capas granulares asumido, ($C_d=0.90$)

Tabla N° 28 Condiciones de drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	el agua no se evacúa

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Tabla N° 29 Coeficiente de Drenaje de las capas granulares C_d

Calidad del drenaje	Valores del coeficiente de drenaje C_d			
	Porcentaje de tiempo en la que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más de 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

4.6.8.3.12 Cálculo de Espesor de la losa de concreto

En el comienzo de esta sección se presentó la fórmula de diseño utilizada en este enfoque, posteriormente se han determinado los valores de cada término con una justificación adecuada. La síntesis de estos valores se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N° 30 Resumen de Variables de Diseño con el Método de la AASHTO para Pavimento rígido.

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes (w18)	7.32E+05	ESAL
Periodo de diseño	20.00	Años
Confiabilidad (R)	80%	
Desviación estándar normal (Zr)	-0.842	
Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.10	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.00	
Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)	2.10	
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	210 kg/cm ²	
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	3.11E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto (S'c)	534.11	psi
CBR de la subrasante	15.01%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	258.22	psi
Espesor de la subbase	15 cm	
Coefficiente de Transferencia (J)	2.80	
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos mostrados en la Tabla N° 30 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de pavimento de 20 cm.

4.6.8.3.13 Dimensiones de la losa

El objetivo de las juntas es controlar la fisuración y agrietamiento que sufre a losa de pavimento debido a la contracción propia del concreto por pérdida de humedad, así como a las variaciones de temperatura que sufre la losa por su exposición al medioambiente, y el gradiente de temperatura existente desde la superficie hasta la subbase.

Las Normas de Carreteras del Ministerio de transporte recomiendan, que en zonas de altura mayores a 3000 msnm se recomienda que las losas sean cuadradas o en tal caso la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50 m.

Tabla N° 31 Datos para calcular las dimensiones de losa

	JR. SAN ANTONIO CDA. 03		JR. ESTRELLA EL SUR	JR. SAN MATIAS CDA. 01	JR. SAN MATIAS CDA. 02	JR. SAN MATIAS CDA. 03	CALLE SIN NOMBRE 05		CALLE SIN NOMBRE 03 CDA.02
	CDA. 1 y 3	CDA. 2					CDA 01	CDA. 02	
Ancho de Calzada	6.00 M	5.60 M	2.80 M	5.60 M	7.00 M	5.60 M	2.80 M	5.60 M	5.60 M
Número de Carriles	2	2	1	2	2	2	1	2	2
Ancho de Carril	3.00 M	2.8 M	2.80 M	2.80 M	3.50 M	2.80 M	2.80 M	2.8 M	2.8 M

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 32 Dimensiones de Losa

ANCHO DE CARRIL (M)= ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Se tomará como dimensión de la losa definida, por recomendación a las normas de carreteras del MTC que las losas a mayores de los 3000msnm se aproximen a un cuadrado:

Ancho de losa= 2.80 m

longitud de losa= 1.25 x (Anch)
longitud de losa= 3.5

Ancho de losa= 2.80 m
Longitud de losa= 3.00 m

Ancho de losa= 3.00 m

longitud de losa= 1.25 x (Anch)
longitud de losa= 3.75

Ancho de losa= 3.00 m
Longitud de losa= 3.00 m

Ancho de losa= 3.50 m

longitud de losa= 1.25 x (Anch)
longitud de losa= 4.375

Ancho de losa= 3.90 m
Longitud de losa= 4.00 m

4.6.8.3.14 Pasadores o Dowels

El mecanismo de transferencia de carga en la junta transversal entre losa y losa se lleva a efecto mediante dispositivos de transferencia de carga (pasadores de varilla lisa de acero). En las juntas transversales de construcción se colocarán los pasadores de fierro liso que serán insertadas en la mitad de las juntas con el propósito de transferir las cargas sin restringir el movimiento de la losa y permitiendo el alineamiento horizontal y vertical. Por lo que en el presente proyecto se considera pasadores o Dowels, a pesar que estas vías tienen una carga vehicular menor a los 4 millones de ejes equivalentes.

Los pasadores o Dowels será de acero liso de $\varnothing = 1''$ (25 mm.), tendrán una longitud de 410 mm, y tendrán una separación de 300 mm.

Tabla N° 33 Diámetros y Longitudes recomendados en pasadores

ESPESOR DE LOSA (mm)		DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN DE PASADOR (mm)
		(mm)	(in)		
De 150	A 200	25	1"	410	300
De 200	A 300	32	1 1/4"	460	300
De 300	A 430	38	1 1/2"	510	380

**Fuente: Manual de carreteras suelos geología,
geotécnica y pavimentos.**

4.6.8.3.15 Barras de amarre

Son aceros corrugados colocados en la parte central de la Junta longitudinal con el propósito de anclar los carriles adyacentes.

El Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, recomienda el uso de la siguiente tabla:

Tabla N° 34 Diámetros y Longitudes recomendados en Barras de amarre

ESPESOR DE LOSA (mm)	P		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76
De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	,
De 300	1.59	91	91

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

Las barras de amarre serán de acero corrugado de $\varnothing = 1/2''$ (1.27 cm.), tendrán una longitud de 76 cm. d tendrán una separación de 76 cm.

CAPÍTULO V PRESUPUESTO

Cuadro N° 4 Presupuesto

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL (S/)
REMUNERACIONES				1,560.00
Topógrafo	DIA	3.00	120.00	360.00
Asistente	DIAS	20.00	60.00	1,200.00
BIENES				540.00
Alquiler de Equipo topográfico	DIA	3.00	100.00	300.00
Materiales de Impresión	GLB	1.00	200.00	200.00
Útiles de escritorio	GLB	1.00	40.00	40.00
SERVICIOS				750.00
pasajes, viáticos	GLB	1.00	500.00	500.00
Impresión y ploteo de planos	GLB	1.00	150.00	150.00
Empaste	GLB	1.00	100.00	100.00
TOTAL S/				2,850.00

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla N° 35 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Identificación y formulación del problema														
2. Revisión bibliográfica														
3. Redacción de objetivos y selección de variables														
4. Preparación del plan de estudio														
TRABAJOS DE CAMPO														
5. Recolección de los datos														
6. Organización y procesamiento de los datos														
7. Cálculo de indicadores														
8. Análisis de datos y resultados														
9. Redacción del informe														
10. Presentación del Informe														

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- Se ha elaborado un trabajo de investigación del proyecto “Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal del área urbana del Centro Poblado de Huaychao, Distrito de Huayllay, Región Pasco”, realizando una propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en las calles del Centro Poblado de Huaychao, obteniendo un presupuesto de inversión tentativo de S/ 1,476,351.69 soles.
- Se concluye que para el mejoramiento de transitabilidad vehicular y peatonal del Centro Poblado de Huaychao, se ha realizado estudios básicos como: estudios topográficos, estudio de tráfico, estudios hidrológicos, estudios de mecánica de suelos; con estos estudios se ha obtenido resultados cercanos a la realidad, garantizando así un diseño que consiga la buena serviciabilidad del Proyecto.
- Finalmente, se cumplió con el objetivo, ya que se logró reconocer los criterios fundamentales para realizar el cálculo del diseño de pavimento aplicando el método AASHTO 93, y basándonos con normas técnicas Peruanas Manual de Hidrología e Hidráulica del MTC, Manual de carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos y la Norma CE 010 Norma Técnica de pavimentos urbanos, con ello se puede garantizar el mejoramiento de transitabilidad vehicular y peatonal del Centro Poblado de Huaychao.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que, los estudios realizados en el trabajo de investigación se tomen en cuenta ya que los datos obtenidos concuerdan con lo más cercano a la realidad que presenta el lugar, lo cual se debe respetar los espesores recomendados según el diseño de pavimento y como también la calidad de los materiales.
- El factor de crecimiento del tráfico estimado puede ser en realidad mayor con el paso de los años a causa de crecimiento del País y las demandas de transporte por parte del sector agrícola, ganadero, etc.; por lo que se deberá realizar un monitoreo continuo del tráfico, de esta manera no se estaría intentando someter al pavimento a una carga mucho mayor a la esperada, y esta con el paso del tiempo no pueda generar fallas estructurales.
- Para el diseño del pavimento rígido de este trabajo de investigación se realizó por el método más convencional ASSHTO 93, sin embargo, existen otros tipos de tecnologías, se recomienda realizar el diseño con otras tecnológicas para comparar resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2003) Tecnología del Concreto. Perú: Edición San Marcos.
- Calla, E (2015) Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Capac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la municipalidad Distrital de Caminaca – Azángaro.
- Cárdenas, J. (2002) Diseño Geométrico de Carreteras. (1a.ed.) Colombia.: Ecoe Ediciones.
- Chereque, W. (2001), HIDROLOGÍA (2da.ed.) Perú: Universidad Católica de Perú.
 - Loayza, V. (2005) Manual de diseño geométrico de vías urbanas – 2005 – VCHI. (2a. ed.) Perú: ICG.
- Granda Acha, Rudy Rolandy. 2013. Analisis numerico de la red de drenaje pluvial de la Urbanización Angamos. Piura: s.n., 2013.
- Manual de Carreteras: DG-2018 Diseño Geométrico. Perú: MTC.
- Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI
- Mecánica de suelos” Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos.
- Montejo, A. (2008) Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Fundamentos, estudios básicos y diseño. Tomo I. (3a.ed.) Colombia.: Universidad Católica de Colombia. □ Mora, S. Pavimentos de Concreto Hidráulico, FIC-UNI ASOCEM.
- Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos
- Pérez Coronado, Esdras Amílcar. 2007. Estudio y Diseño para la pavimentación y drenajes de las calles de sabana larga, de la aldea de Amberes: y estudio y diseño para la pavimentación de la entrada a la colonia La Unión, que conduce hacia el Instituto, ambos proyectos en jurisdicción de Sta. Rosa. Guatemala: s.n., 2007.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

- Rico, R. (2001) La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Volumen I. (2a.ed.) México.: EDITORIAL LIMUSA-Grupo Noriega Editores.
- Rojas, D. (2008) Compendio Geología General. (1a. ed.) Perú: UNI Lima.
- Villón, M. (2002) Hidrología. (2a.ed.) Perú.: Ed. Villón.

ANEXOS

ANEXO N° 01 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **0201002** "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO, DISTRITO DE HUAYLLAY, REGION DE PASCO"
 Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLAY** Costo al
 Lugar **PASCO - PASCO - HUAYLLAY**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				4,554.60
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 2.40 x 3.60 m.	und	1.00	924.60	924.60
01.02	ALQUILER PROVISIONAL DE OFICINAS	mes	4.00	400.00	1,600.00
01.03	INSTALACION PROVISIONAL DE ENERGIA ELECTRICA	glb	1.00	530.00	530.00
01.04	SERVICIOS HIGIENICOS DE OBRA	mes	3.00	500.00	1,500.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES				105,956.26
02.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	71,586.48	71,586.48
02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	11,652.04	11,652.04
02.03	DEMOLICION DE VEREDAS EXISTENTES	m3	30.73	37.78	1,160.98
02.04	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4,822.54	1.14	5,497.70
02.05	TRAZO Y REPLANTEO DE EJES Y NIVELES	m2	4,822.54	1.78	8,584.12
02.06	TRAZO Y REPLANTEO DE NIVELES DURANTE EL PROCESO DE EJECUCION	m2	4,822.54	1.55	7,474.94
03	SEGURIDAD Y SALUD				5,537.04
03.01	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				5,537.04
03.01.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
03.01.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	35.00	58.22	2,037.70
03.01.03	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD	glb	1.00	1,695.00	1,695.00
03.01.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00	304.34	304.34
04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				90,757.73
04.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	2,237.32	17.27	38,638.52
04.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3	701.07	20.36	14,273.79
04.03	ACARREO INTERNO DE MATERIAL	m3	1,997.12	7.12	14,219.49
04.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO D=4KM	m3	1,997.12	11.83	23,625.93
05	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				500,979.96
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				10,754.57
05.01.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	2,642.40	4.07	10,754.57
05.02	PAVIMENTO RIGIDO				418,449.80
05.02.01	BASE GRANULAR DE E=0.20 m EN PAVIMENTO	m2	2,642.40	27.54	72,771.70
05.02.02	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN PAVIMENTO (INC. ACABADO)	m3	528.48	446.05	235,728.50
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA EN PAVIMENTO	m2	536.29	64.79	34,746.23
05.02.04	ACERO LISO DE Ø 1" EN JUNTAS TRANSVERSALES (DOWELLS)	kg	4,234.52	11.27	47,723.04
05.02.05	ACERO CORRUGADO DE ø 1/2" EN JUNTAS LONGITUDINALES (BARRAS DE AMARRE)	kg	570.32	6.18	3,524.58
05.02.06	CURADO DE LOSAS DE CONCRETO	m2	2,642.40	1.79	4,729.90
05.02.07	JUNTAS ASFALTICAS EN PAVIMENTO	m	2,681.43	7.17	19,225.85
05.03	CUNETAS				57,105.21
05.03.01	BASE GRANULAR DE E=0.20 m EN CUNETAS	m2	466.20	27.54	12,839.15
05.03.02	CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA CUNETAS (ACABADO PULIDO)	m3	93.24	446.05	41,589.70
05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS	m2	31.52	49.06	1,546.37
05.03.04	JUNTAS ASFALTICAS EN CUNETAS	m	157.60	7.17	1,129.99
05.04	SEÑALIZACION				14,670.38
05.04.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL				14,104.12
05.04.01.01	PINTADO DE SIMBOLOS Y LETRAS	m2	56.80	28.78	1,634.70
05.04.01.02	PINTADO PAVIMENTO LINEAS CONTINUAS	m	1,165.50	7.17	8,356.64
05.04.01.03	PINTADO PAVIMENTO LINEAS DISCONTINUAS	m	573.61	7.17	4,112.78
05.04.02	SEÑALIZACION VERTICAL				566.26

Presupuesto

Presupuesto 0201002 "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE HUAYCHAO ,DISTRITO DE HUAYLLAY , REGION PASCO"

Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLAY

Costo al

Lugar PASCO - PASCO - HUAYLLAY

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.04.02.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	283.13	566.26
06	VEREDAS				228,935.58
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				49,309.85
06.01.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	1,691.59	8.70	14,716.83
06.01.02	CONFORMACION Y COMPACTACION CON BASE GRANULAR EN VEREDAS E=0.10 M.	m2	1,691.59	20.45	34,593.02
06.02	VEREDAS				165,980.20
06.02.01	CONCRETO fc= 175 kg/cm2, e=0.10M, EN VEREDAS, ACABADO FROTACHADO CON BRUÑAS	m3	266.03	398.20	105,933.15
06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	m2	1,062.64	51.90	55,151.02
06.02.03	JUNTAS ASFALTICAS EN VEREDAS	m	682.85	7.17	4,896.03
06.03	PINTURA				13,645.53
06.03.01	PINTADO EN SARDINEL	m	1,411.12	9.67	13,645.53
07	AREAS VERDES				9,666.33
07.01	SARDINEL				8,318.17
07.01.01	CONCRETO fc=175 kg/cm2	m3	7.48	398.20	2,978.54
07.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SARDINEL (ACABADO CARAVISTA)	m2	99.74	51.90	5,176.51
07.01.03	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINEL	m	22.75	7.17	163.12
07.02	JARDINERIAS				383.67
07.02.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TIERRA AGRICOLA	m3	4.21	40.23	169.37
07.02.02	SEMBRADO DE GRASS	m2	21.03	10.19	214.30
07.03	PINTURA				964.49
07.03.01	PINTADO EN SARDINEL	m	99.74	9.67	964.49
08	IMPACTO AMBIENTAL				10,127.16
08.01	MITIGACION E IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	6,772.00	6,772.00
08.02	ACOMODO DE MATERIAL EXCEDENTE EN BOTADEROS	m3	1,997.12	1.68	3,355.16
09	VARIOS				27,090.29
09.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	4,822.54	0.90	4,340.29
09.02	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.00	22,750.00	22,750.00
	COSTO DIRECTO				983,604.95
	GASTOS GENERALES (10%)				98,360.50
	UTILIDADES (10%)				98,360.50
	SUB TOTAL				1,180,325.94
	IGV (18%)				212,458.67
	COSTO DE EJECUCION				1,392,784.61
	SUPERVISION DE OBRA (6%)				83,567.08
	TOTAL DE PRESUPUESTO				1,476,351.69

ANEXO N° 02 PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO.

