

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**EVALUACION Y MEJORAMIENTO VIAL DEL JR. TUPAC
AMARU TRAMO RIO CHILCA – AV. 9 DE DICIEMBRE -
CHILCA**

PRESENTADO POR:

Bach. PORRAS GARCIA, GUISELA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

MIEMBRO

MIEMBRO

MIEMBRO

**MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

AGRADECIMIENTO

- En primer lugar, agradezco Dios y a la Virgen María, por derramar bendiciones a mi hogar.
- Agradezco a mis Padres por su esfuerzo, apoyo y comprensión que hicieron para culminar mis estudios profesionales y cumplir con una de mis metas.
- Agradezco a mi Hija por su apoyo moral, impulsándome cada día a ser un buen ser humano y profesional.
- Agradezco a cada uno de los docentes que me brindaron su conocimiento y apoyo en la vida universitaria y profesional.

Bach. Porras García, Guisela

DEDICATORIA

El presente trabajo va dirigido a mis padres, hermanos e hija por su apoyo incondicional durante la formación a mi carrera profesional.

RESUMEN

El presente informe técnico parte de la problemática: ¿Se cumplieron las metas establecidas en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca? Teniendo como el objetivo principal que consiste en: Corroborar las metas físicas planteadas en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca.

El tipo de investigación es Aplicada, nivel Descriptiva, diseño de investigación: Experimental. Presentando satisfacer las necesidades de la población afectada por este servicio.

Teniendo como principal conclusión, Se realizó el cumplimiento de todas las metas establecidas pasando los controles de calidad y dando buenos resultados en la resistencia y el flujo de la carpeta asfáltica.

Palabras clave: Construcción, evaluación, mejoramiento, vial.

ABSTRACT

The present technical report starts from the problem: Were the goals set out in the road evaluation and improvement project for the Jirón Tupac Amaru stretch of the Chilca River. Av. 9th of December - Chilca? The main objective is to corroborate the physical goals set out in the road evaluation and improvement project for the Jirón Tupac Amaru stretch of the Chilca River. Av. December 9th - Chilca.

The type of research is Applied, Descriptive Level, Research Design: Experimental. Presenting to meet the needs of the population affected by this service.

Having as main conclusion, It was carried out the fulfillment of all the established goals passing the quality controls and giving good results in the resistance and flow of the asphalt folder.

Keywords: Construction, evaluation, improvement, road.

INTRODUCCIÓN

En la época universitaria tuve una atracción por el desarrollo del área de Transportes la cual apliqué los diversos conocimientos adquiridos en las diferentes etapas del proyecto, lo cual me permitió poder desempeñarme satisfactoriamente gracias a los conocimientos adquiridos en mi época universitaria de la carrera de Ingeniería Civil.

La idea de preparar este informe técnico acerca de “Evaluación y Mejoramiento Vial Del Jr. Tupac Amaru Tramo Rio Chilca – Av. 9 de Diciembre - Chilca”, surge de la como una de la oportunidad de poder transmitir los conocimientos adquiridos en mi alma mater de la universidad Peruana de los Andes.

El presente informe técnico se ha desarrollado en cuatro capítulos:

CAPÍTULO I: Planteamiento del problema, donde se plantea la problemática de la obra de las necesidades de la vía, antecedentes que se presentan en esta localidad, donde se plantea el problema general y los problemas específicos, así como el objetivo general y los objetivos específicos.

CAPÍTULO II: Marco teórico; en los antecedentes internacionales, nacionales la cual se indica en los trabajos realizados en la construcción del pavimento flexible.

CAPÍTULO III: Metodología referido al tipo, nivel, diseño y técnica e instrumento de recolección y análisis de datos, población y muestra.

CAPÍTULO IV: Se presenta el desarrollo del Informe la cual se indica los trabajos realizados en el proceso constructivo.

Bach. Porras García, Guisela

ÍNDICE

CARATULA.....	I
FALSA PORTADA.....	II
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	VIII
INDICE DE ILUSTRACIONES	16
INDICE DE FOTOGRAFIAS	17
INDICE DE TABLAS.....	18
CAPITULO I.....	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.1. PROBLEMA GENERAL.....	20
1.1.1. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	20
1.2. OBJETIVOS.....	21
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.3.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	21
1.3.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	21
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.4.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	25
1.4.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	26
CAPÍTULO II.....	27
MARCO TEÓRICO.....	27
2.1 ANTECEDENTES.....	27
2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES.....	27
2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	29
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	31
2.2.1 EVALUACIÓN DE PAVIMENTO EN SERVICIO Y DISEÑO DE OBRAS DE MEJORAMIENTO.....	31
2.2.2 TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	32

2.2.3	PATOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO EN SERVICIO	33
2.2.3.1	INFORMACIÓN EXISTENTE	34
2.2.3.2	EXAMEN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO.....	34
2.2.3.3	CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS DEL PAVIMENTO	35
2.2.3.4	CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS DEGRADACIONES EN EL MÉTODO VIZIR.....	37
2.2.3.5	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL DETERIORO SUPERFICIAL	38
2.2.3.6	ALGUNAS DEGRADACIONES DE IMPORTANCIA NO CONTEMPLADAS POR EL SISTEMA.	40
2.2.3.7	APLICACIÓN DEL INVENTARIO DE FALLAS DEL PAVIMENTO.	40
2.2.3.8	AHUELLAMIENTO.....	41
2.2.3.9	DEPRESIONES.....	41
2.2.3.10	GRIETAS POR FATIGA (LONGITUDINALES Y DE PIEL DE COCODRILO).	41
2.2.3.11	BACHEOS Y PARCHEOS.....	42
2.2.3.12	GRIETAS LONGITUDINALES DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN	42
2.2.3.13	GRIETAS PARABÓLICAS.....	42
2.2.3.14	OTRAS GRIETAS LONGITUDINALES, TRANSVERSALES O EN BLOQUE	42
2.2.3.15	GRIETAS DE BORDE	43
2.2.3.16	OJOS DE PESCADO	43
2.2.3.17	ABULTAMIENTOS.....	43
2.2.3.18	DESPRENDIMIENTOS	44
2.2.3.19	DESCASCARAMIENTO	44
2.2.3.20	PULIMENTO DE AGREGADOS.....	44
2.2.3.21	EXUDACIÓN.....	44
2.2.3.22	AFLORAMIENTOS	44
2.2.3.23	DETERIOROS RELACIONADOS CON LAS BERMAS	45
2.2.3.24	COMBINACIÓN DE LAS FALLAS.....	45
2.2.3.25	UTILIDAD DE LA EVALUACIÓN.....	45
2.2.3.26	TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS.....	46
2.2.3.27	LIMITACIONES DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN DE FALLAS.....	47
2.2.3.28	EVALUACIÓN CON EL EQUIPO GERPHO	47
2.2.3.29	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CONTINUA POR REFLECTOMETRÍA	49
	CAPÍTULO III.....	58
	METODOLOGÍA.....	58
3.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	58
3.2.	NIVEL DE ESTUDIO.....	58
3.3.	DISEÑO DE ESTUDIO	58

3.4.	TÉCNICA E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	59
3.4.1.	TÉCNICA	59
3.4.2.	INSTRUMENTO.....	59
3.4.3.	CONFIABILIDAD	60
3.4.4.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	60
3.5.	POBLACION Y MUESTRA.....	60
3.5.1.	POBLACION	¡Error! Marcador no definido.
3.5.2.	MUESTRA	60
CAPITULO IV:		61
DESARROLLO DEL INFORME		61
4.1.	RESULTADOS	61
4.1.1.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	61
4.1.2.	COORDENADAS DEL PROYECTO	61
4.1.3.	SITUACIÓN INICIAL DEL PROYECTO	62
4.1.4.	ANTECEDENTES ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN	63
4.1.5.	ESTUDIOS PRELIMINARES DE CAMPO	65
4.1.5.1.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	65
4.1.5.2.	PROCTOR MODIFICADO	68
4.1.5.3.	DENSIDAD DE CAMPO EN LA SUB RASANTE.....	70
4.1.5.4.	DENSIDAD DE CAMPO EN LA SUB BASE	72
4.1.5.5.	DENSIDAD DE CAMPO EN LA BASE.....	74
4.1.6.	ESTUDIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.	76
4.1.6.1.	DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA	76
4.1.6.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	78
4.1.7.	ESTUDIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	79
4.1.7.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO:.....	79
4.1.7.2.	DETERMINACIÓN DEL EAL:	80
4.1.7.3.	CONTEO VEHICULAR:	81
4.1.7.4.	PESO VEHICULAR	81
4.1.7.5.	FACTOR CORRECCIÓN O DESTRUCTIVO (FD)	81
4.1.7.6.	PROYECCIÓN AL PERIODO DE DISEÑO (F.C)	82
4.1.8.	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	82
4.1.8.1.	ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS:	82
4.1.8.2.	NUMERO ESTRUCTURAL TOTAL:.....	83
4.1.8.3.	SOPORTE DEL SUELO PARA DISEÑO:	84
4.1.8.4.	CALIDAD DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE:.....	85
4.1.8.5.	DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO:.....	85
4.1.8.6.	DETERMINANDO ASÍ LOS VALORES DEL PAVIMENTO	85

4.1.9.	CONTROL DE CALIDAD DEL ASFALTO	85
4.1.9.1.	ENSAYO MARSHALL	85
4.1.9.2.	LAVADO DE ASFALTO	89
4.1.10.	CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS PARA LA MEZCLA DE CONCRETO.	91
4.1.10.1.	DISEÑO DE MEZCLA PARA UN F´C=175 KG/CM ²	91
4.1.10.2.	DISEÑO DE MEZCLA PARA UN F´C=210 KG/CM ²	95
4.1.11.	CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO.	97
4.2.	DISCUSION DE RESULTADOS	99
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES	105
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
	ANEXOS.....	108

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Ubicación de la obra geográficamente.....	25
Ilustración 2.- Evaluación con el equipo gerpho.....	48
Ilustración 3.- Vista lateral y detalles de posicionamiento.....	49
Ilustración 4.- El deflectógrafo se encuentra acoplado a un chasis.....	55
Ilustración 5.- El trineo de medida, está compuesto por una viga metálica en forma de T.....	55
Ilustración 6.- Deflectografo LACROIX.....	56
Ilustración 7.- Trineo medido.....	57
Ilustración 8.- Grafica del optimo contenido de humedad vs su máxima densidad seca.....	69
Ilustración 9.- Grafica del optimo contenido de humedad vs su máxima densidad seca de la muestra N°02.....	70
Ilustración 10.- Estudios de diseño geométrico.....	76
Ilustración 11.- Seccion Tipica Jr. Tupac Amaru (tramo Rio Chilca - Jr. 9 de Octubre).....	77
Ilustración 12.- Seccion Tipica Jr. Tupac Amaru (tramo Jr. 9 de Octubre - Av. 9 de Diciembre).....	78
Ilustración 13.- Volumen de trafico de promedio Diario 21/03/2014.....	82
Ilustración 14.- Volumen de trafico de promedio Diario 22/03/2014.....	83
Ilustración 15.- Volumen de trafico de promedio Diario 23/03/2014.....	84
Ilustración 16.- Volumen de trafico de promedio Diario 24/03/2014.....	85
Ilustración 17.- Volumen de trafico de promedio Diario 25/03/2014.....	86
Ilustración 18.- Numero Estructural Total.....	83
Ilustración 19.- Grafica de Peso Unitario.....	86
Ilustración 20.- Grafica de Porcentaje de Vacíos.....	87
Ilustración 21.- Grafica Porcentaje de V.M.A.....	87
Ilustración 22.- Porcentaje de Vacíos llenados con Cemento Asfaltico.....	87
Ilustración 23.- Grafica Porcentaje de Vacíos llenados con Cemento Asfaltico.....	88
Ilustración 24.- Grafica de estabilidad.....	88
Ilustración 25.- Porcentaje de Vacíos llenados con Cemento Asfaltico.....	89
Ilustración 26.- Lavado de asfalto.....	90
Ilustración 27.- Curva granulométrica.....	90
Ilustración 28.- Determinacion de relacion a/c.....	92
Ilustración 29.- Aportes de los agregados pétreos a la mezcla de concreto.....	93
Ilustración 30.- Dosificacion de materiales.....	93
Ilustración 31.- Materiales por metro cubico seco.....	93
Ilustración 32.- Volúmenes absolutos por metro cubico para una resistencia por m3.....	94
Ilustración 33.- Proporciones finales de 175 kg/cm2.....	95
Ilustración 34.- Características del Arena Grueso y la Piedra Chancada para una dosificacion de 210 kg/cm2.....	95
Ilustración 35.- agregados pétreos a la mezcla de concreto 210 kg/cm2.....	96
Ilustración 36.- Dosificación de materiales por metro cubico seco para un concreto 210 kg/cm2.....	97
Ilustración 37.- Obtención final de proporciones de dosificación para un concreto 210 kg/cm2.....	97

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1.- Levantamiento Topografico	62
Fotografía 2.- Antecedentes de la construcción	64
Fotografía 3.- Trabajos de movimiento de Tierras.....	65
Fotografía 4.- Identificación de la vía a intervenir	66
Fotografía 5.- Puntos para alineamiento y estudio de mecánica de suelos	68
Fotografía 6.- .- Grado de compactación de la sub base granular	74
Fotografía 7.- Grado de compactación de la sub base granular	76
Fotografía 8.- Identificacion de puntos de alta densidad Vehicular	81
Fotografía 9.- Soporte del Suelo para diseño.....	84
Fotografía 10.- Control de Temperatura del Asfalto.....	86
Fotografía 11.- Verificacion de trabajos con Diseño de concreto 175 kg/cm2.....	94
Fotografía 12.- Verificacion de encofrado para colocacion de concreto210 kg/cm2.....	96
Fotografía 13.- Control de calidad de encimacion de Buzones.....	98
Fotografía 14.- Verificacion para sardinel Expuesto	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Muestra del Estudio	59
Tabla 2.- CBR de diseño.....	67
Tabla 3.- Proctor Modificado	68
Tabla 4.- Muestra representativa N° 02 de material de la base granular.....	69
Tabla 5.- Densidad de Campo en la Sub rasante.....	71
Tabla 6.- El contenido de Humedad de la sub rasante	71
Tabla 7.- Determinación de Fracción Gruesa de la sub rasante	71
Tabla 8.- Corrección de la densidad del Proctor Modificado de la sub rasante	72
Tabla 9.- Densidad de Campo en la Sub base	72
Tabla 10.- El contenido de Humedad de la sub base granular.....	73
Tabla 11.- Determinación de Fracción Gruesa de la sub base granular.....	73
Tabla 12.- Corrección de la densidad del Proctor Modificado de la sub base	73
Tabla 13.- Densidad de campo en la base granular	74
Tabla 14.- El contenido de Humedad de la base granular	75
Tabla 15.- Determinación de Fracción Gruesa de la base granular	75
Tabla 16.- Corrección de la densidad del Proctor Modificado de base granular.....	75
Tabla 17.- Diseño vial Jr. Túpac Amaru (Tramo: Río Chilca – Jr. 9 de Octubre)	77
Tabla 18.- Diseño vial Túpac Amaru (Jr. 9 de octubre – Av. 9 de diciembre)	78
Tabla 19.- Ejes Equivalentes (ESAL Diseño).....	80
Tabla 20.- Tipo de Vehiculo para ESAL de diseño	80
Tabla 21.- Calculo de Ejes Equivalentes	81
Tabla 22.- Peso Vehicular	81
Tabla 23.- Factor Corrección o Destructivo (FD)	81
Tabla 24.- Clasificación de Vehiculos	82
Tabla 25.- Control de Calidad de los agregados.....	91
Tabla 26.- Características del Arena Grueso	91
Tabla 27.- Características de la piedra Chancada	92
Tabla 28.- Dosificación	92
Tabla 29.- Rotura de probetas de Veredas a los 28 días de edad para una resistencia de 175 kg/cm ²	98
Tabla 30.- Rotura de probetas de Sardinell a los 28 días de edad para una resistencia de 175 kg/cm ²	98
Tabla 31.- Rotura de probetas de Baden y losa a los 14 y 7 días respectivamente de edad para una resistencia de 210 kg/cm ²	99

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La zona a ser intervenida por el proyecto comprende al Jr. Túpac Amaru tramo: Río Chilca - Av. 9 de Diciembre, esta zona cuenta con los servicios básicos necesarios como son: agua potable, desagüe y alumbrado público, muy a pesar de ello se aprecia deficiencias en el servicio de alcantarillado, la zona a intervenir puesto que cuenta con los servicios que cubren las necesidades básicas aún no ha logrado alcanzar un desarrollo adecuado y por ende mejorar la calidad de vida de los vecinos, esto se debe al desinterés tanto de los vecinos como de la entidad (Municipalidad) durante los últimos años; a ello se suma la falta de cultura ambiental que tienen algunos vecinos, puesto que sus prácticas y costumbres no son las más adecuadas ya que en ciertas ocasiones se aprecia que arrojan la basura a la vía, del mismo modo las partículas de polvo que se generan en esta zona sin pavimento ocasionan en la población molestias que los convierte vulnerables a sufrir de enfermedades respiratorias, repercutiendo en el tiempo un deterioro de su salud.

La extensión de terreno a intervenir equivale a 12,899.83 M² de pavimento flexible con dos secciones viales: Tramo Río Chilca – Leoncio Prado con una sección de vía de 12.00m y cunetas en ambos márgenes de la calzada con un ancho de 0.40m, Tramo Leoncio Prado – 9 de Diciembre con una sección de vía de 14.00m y cunetas en ambos márgenes de la calzada con un ancho de 0.40m cada una. En cuanto a la acera peatonal se tiene un área de 6,323.87 M² incluyendo jardinería. Haciendo un total de área intervenida para mejoramiento de pistas y veredas de 19,223.70 M².

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de la realización de los trabajos de campo, se constató que no existe tramo alguno que haya recibido tratamiento en la calzada, en el total de la extensión de los 12,899.83 M² que se intervino en este proyecto.

Estas características sin duda ofrecen una vía inadecuada para el tránsito peatonal y vehicular. Al ser esta vía un componente de penetración a espacios aislados al anillo vial principal no permite interconectar el tránsito de manera fluida y directa de todo el sector comprendido y la vía principal más cercana, así mismo el estado de la actual carpeta de rodadura de material afirmado, con las ondulaciones existentes van en perjuicio de los vehículos que circulan por esta vía. Así mismo la falta de tratamiento hace que el uso para el tránsito peatonal sea desordenado, así como la presencia de polvo sea un agente que perjudica directamente a los moradores del sector y los transeúntes eventuales usuarios de esta vía.

1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Se cumplieron las metas establecidas en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca?

1.1.1. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el diseño geométrico empleado en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca?
- b) ¿Cómo es el comportamiento estructural empleado en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca?
- c) ¿Cuál son los parámetros empleados en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Evaluar las metas físicas planteadas en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre – Chilca.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Evaluar el diseño geométrico empleado en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca.
- b) Analizar el comportamiento estructural empleado en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca.
- c) Determinar los parámetros empleados en el proyecto evaluación y mejoramiento vial del Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca.

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Justificación Social

Con el informe técnico, se determina una metodología de cálculo, diseño y elaboración de un método para poder lograr la mayor durabilidad y vida útil de nuestros pavimentos flexibles mejorando las características y que los usuarios tengan un medio de transporte cómodo y seguro, a través del resultado de un diseño óptimo.

1.3.2. Justificación Metodológica

Para la elaboración de este informe técnico se ha considerado los criterios metodológicos explicadas en las siguientes etapas:

- I. Definir las necesidades a intervenir
- II. Determinar el área

- III. Evaluar un proceso constructivo de la zona
- IV. Realizar una programación metodológica del área.
- V. Realizar una corroboración de las metas establecidas.

Para esta secuencia metodológica nos permitirá presentar unos lineamientos correctos del proceso constructivo.

Justificación Práctica

La utilidad práctica del presente informe se resume en:

Hernández (2014) señala que, “además de los objetivos y las preguntas de investigación, es necesario justificar el estudio mediante la exposición de sus razones (el para qué del estudio o por que debe efectuarse)” (p. 40).

Bernal (2010) menciona; “toda investigación está orientado a la resolución de algún problema; por consiguiente, es necesario justificar, o exponer, los motivos que merecen la investigación” (p.106).

Se considera que una investigación tiene justificación practica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, proponer estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo (Bernal, 2010, p.106).

El trabajo servirá para que la municipalidad de Chilca elabore una planificación adecuada de sus ingresos en función a la valorización predial y así poder implementar políticas de planificación estratégica en materia de recaudación y ordenamiento urbano. Así se podrá conocer el incremento del precio de los predios como efecto del mejoramiento vial. La municipalidad puede actualizar la tabla de valorizaciones de predios y exigir a cambio los propietarios cumpla con la tributación municipal.

Así mismo, permitirá conocer los beneficios de la ejecución de proyectos de mejoramiento vial, a todo propietario de los predios de las dos avenidas, con un incremento en el precio, lo cual ayudará a los gobiernos a diseñar políticas de mejoramiento vial, dado que se tiene las dos únicas avenidas asfaltadas,

quedado el resto de las avenidas por asfaltar (además, dar a conocer a los beneficiarios del proyecto, el precio m² de predio actual).

Con la presente investigación se podrán tomar medidas tendientes a mejorar el desarrollo del distrito como también la gestión municipal.

En base a la solución a uno de los problemas identificados siendo necesario contar con calles acorde con un diseño vial que contemple la evaluación y construcción de vías de tránsito peatonal como veredas y tránsito vehicular pavimento flexible (asfalto), se plantea esta propuesta de diseños y futura pavimentación como una alternativa para solucionar la carencia de infraestructura básica en la zona.

E así que posee una utilidad práctica desde el punto de vista de la ingeniería y obras civiles el cual radica más en contar con una infraestructura vial de las calles en buen estado con capacidad de rodadura óptima, esto se obtiene como resultado de una obra nueva según diseño definitivo conforme a los estudios respectivos de ingeniería. Así mismo, la reducción de accidentes peatonales por falta de veredas, se defina la zona peatonal y los pobladores no circularían por toda la vía como actualmente lo hacen, desde el punto de vista económico estimula la economía y desarrollo de los centros comerciales y aumenta del valor de las propiedades beneficiadas del proyecto.

Para ser más explícitos y en función a lo formulado en párrafos anteriores podemos categorizarlas en los siguiente:

Servicios a la población: Facilita el tránsito de los peatones y su acceso a las instituciones colindantes proporcionando además de seguridad.

Proceso productivo: Estimula la economía y desarrollo de centros comerciales Integrando los centros de producción con los principales mercados de abastos zonal y departamental, posibilitando la comercialización interna y externa.

La investigación: Brinda nuevos aportes y criterios a la Evaluación de Conservación Vial, aplicado a Instituciones que se dedican a la Administración Vial, proponiendo un Modelo de Gestión, que ayudará a preservar las distintas redes viales de la provincia, reduciendo los costos de

operación vehicular y de mantenimiento, para optimizar los recursos invertidos, mejorando los niveles de servicio y produciendo la reactivación social y económica de los usuarios.

Técnica: El interés del presente informe técnico, se basa en la necesidad de conocer las posibles causas que dieron origen a las fallas/deterioros severos (os) que posee la estructura del pavimento asfáltico en Jirón Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre, en función a una evaluación estructural. Una de las necesidades más apremiantes en las obras públicas, específicamente en la construcción de vías debería ser un buen estudio definitivo del proyecto a ejecutar y por supuesto el control de calidad antes, durante y después de su ejecución; logrando así cumplir su función y vida útil.

Social: En la actualidad el aumento del parque automotor, tanto de tránsito liviano y pesado sobre las vías, requieren de un estudio de tráfico que muchas veces no se realiza correctamente o en otros casos no se realiza, siendo este uno de los factores que ocasionan el rápido deterioro del pavimento. Es por eso que el confort que se debería tener en las carreteras no se cumple, debido a que los vehículos tienen que zigzaguear evitando así los desperfectos presentes en la mencionada vía, lo que causa una incomodidad en la población. Por consiguiente, para un mejor y placentero viaje se debería realizar estas evaluaciones de forma rutinaria.

Económica: Nos permitirá determinar el grado de deterioro de la vía, así como sus causas de origen, de tal manera que elaborar una propuesta de rehabilitación sea económicamente viable, además esta información será muy útil para la Municipalidad distrital de Chilca, Gobierno regional de Junín, Ministerio de transportes y comunicaciones, etc.; entidades autorizadas para poder intervenir y solucionar al problema que viene presentándose a lo largo de los últimos 20 años.

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. Delimitación Espacial

La zona donde se realizó el proyecto, y se ejecutara la obra geográficamente está ubicada en el lugar del Jr. Túpac Amaru tramo: Rio Chilca - Av. 9 de Diciembre como límites geográficos:

- I. Longitud Oeste : 75° 12' 30"
- II. Latitud Sur : 12° 03' 51"
- III. Altitud : 3,249 .m.s.n.m.
- IV. Extensión : 18,189.93 m²

Los linderos del terreno del Proyecto comprenden los siguientes:

- I. Por el Norte : Con el límite Barrio Chilcapata
- II. Por el Sur : Con el límite Barrio LLamus
- III. Por el Este : Con el sector de Puzo
- IV. Por el Oeste : Con el sector de Auquimarca

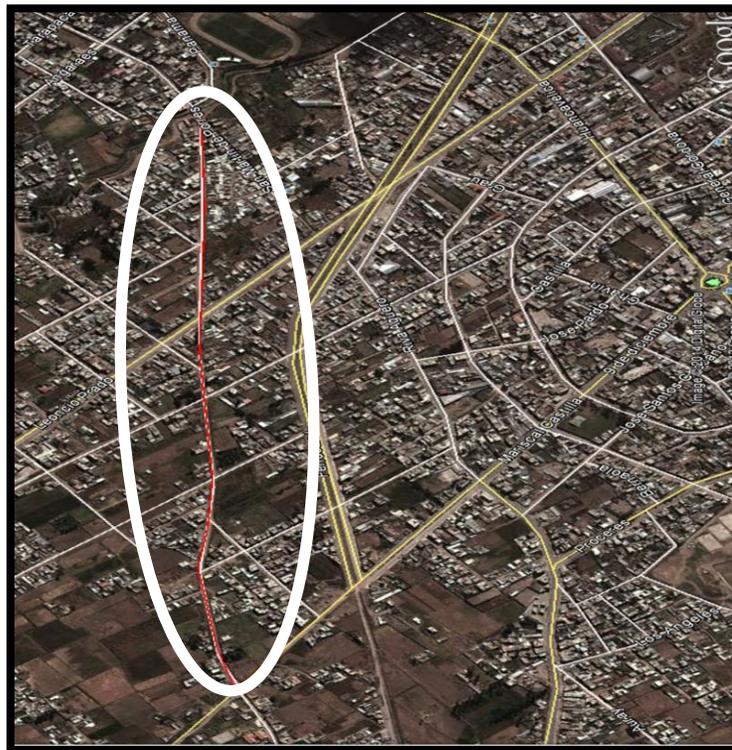


Ilustración 1.- Ubicación de la obra geográficamente.

1.4.2. Delimitación Temporal

Las actividades que se realizaron en el proyecto denominado Mejoramiento vial del Jr. Tupac Amaru tramo Rio Chilca - Av. 9 de diciembre, distrito de Chilca – Provincia de Huancayo – departamento de Junín fue realizado en 210 días calendarios de marzo del 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Según Gómez Vallejo, S. J. (2014). En la tesis: “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del ovalo Grau – Trujillo – La Libertad”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Trujillo, Perú. En la presente investigación tiene como objetivo general: Para determinar la estructura del pavimento flexible del Ovalo Grau – en Trujillo en la Libertad. Presentando una metodología de Nivel Descriptivo y concluyendo que la estructura del pavimento flexible elaborado mediante el método de AASHTO – 93 donde se determinó los espesores del pavimento afectado por los factores de los ejes equivalentes son de tipo 80 Kn y/o 18 Kpis (ESAL), para luego calcular el numero estructural SN y poder determinar el cálculo del espesores del pavimento, con la determinación de poder obtener resultados de las capas del pavimento flexible con lo que generaría muchos valores altos en las capas del pavimento para no poder sobredimensionar las capas estructurales del pavimento flexible. Los espesores del pavimento flexible están determinados ante las necesidades a la que es sometido la superficie de rodadura es por ello que ante las solicitaciones se determina un óptimo diseño del pavimento con espesores reales.

Según Martínez Rodríguez, D. S. (2015). En la tesis: “Impacto del Control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma, facultad de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Lima, Perú. En la presente investigación tiene como objetivo general: Al poder evaluar los impactos reales a la que es sometido la estructura del pavimento real por el aumento de vehículos pesados y el control que puedan aumentar la serviciabilidad del

pavimento en el Perú y a través de un control que puedan servir de prevenciones en el mantenimiento de nuestros pavimentos flexibles y se puedan tomar las medidas conservativas que nos puedan ayudar a conservar nuestras carreteras. La metodología empleada es de un nivel Descriptivo y llegando a una conclusión que las carreteras en la etapa de diseño son las importantes puesto a que generan un conservación en función a la durabilidad logrando que se formen medidas correctivas en la superficie del pavimento flexible ya que las demandas exigidas del pavimento provoca un factor más importante para la transitabilidad de un camión logrando así determinar los ejes de las cargas equivalentes para lo cual será sometido en su vida útil por ello se estima que un 37% de estos vehículos presentan una sobrecarga en el pavimento y siendo por último el equivalente a la exponencial de incremento al peso de los ejes y el esfuerzo al cual será sometido el pavimento pasando por una etapa de deterioro en la superficie de rodadura.

Según Mamani Apaza, E. y Chura Delgado O. E. (2016) en la tesis: “Diseño de intercambio vial a desnivel en las intersecciones de la carretera panamericana sur y la avenida el estudiante de la ciudad de Puno”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano, facultad de ingeniería Civil y Arquitectura, escuela profesional de Ingeniería Civil. Puno, Perú. En la presente investigación tiene como objetivo general: Para poder diseñar una vía de intercambio con desnivel para poder solucionar una acumulación vehicular y poder brindar una vía más segura y cómoda para los diferentes usuarios, conductores que puedan hacer uso de la intersección de la panamericana y una vía de acceso al Centro Poblado Salcedo en Puno, aplicando una norma existente para este tipo de proyectos. Usando una metodología de tipo cuantificativo, descriptivo y llegando a la conclusión que los tesisistas determinan un diseño para el pavimento flexible y un intercambio en la vía en un desnivel que puedan tener las características que una vía principal debe tener es por ello que la vía principal está compuesto por

ramales, puente y vehículos que transitan en la vía principal con diferentes accesos y distribuciones que están compuestos por puentes en el recorrido de la vía, el estudio de suelos presenta un nivel de agua a los 0.40 por debajo de la rasante de la vía con un material de arena limosa con un diseño para el puente con una carga vehicular de HL-93.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Según Fontalba Gallardo, E. W. (2015). En la tesis: “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector Guacamayo 1° etapa”, para optar el título de Ingeniero Civil en obras Civiles. Universidad Austral de Chile, facultad de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Trujillo, Perú. En la presente investigación tiene como objetivo general: Para poder proyectar un pavimento flexible en la Avenida Circunvalación en el sector de Guacamayo en la primera Etapa que está en función a las solicitudes en el tráfico. La metodología será de tipo aplicada, con un Nivel Descriptivo y llega a la conclusión de la investigación de la zona a intervenir analizando primeramente la calidad del suelo que fue óptima en todo el recorrido presentando un estudio de CBR con una calificación de óptima siendo mayor al CBR de diseño. Para el sector en el cual hay una presencia de humedades del suelo tratado antes de iniciar una preparación de la subrasante y una posterior pavimentación. El tráfico vehicular queda claro un sector de alto flujo de vehículos pesados que proviene de diferentes plantas forestales de la zona. Estos vehículos son los principales causantes del deterioro actual de la vía, por lo que con una estimación y una consideración nos determina un diseño que pueda cumplir unas características de calidad del pavimento. En el diseño propiamente planteada son capas de distintas características que nos entregaran una óptima seguridad en el diseño que pueda ser capaz de soportar un alto tráfico dentro de su vida útil.

Según Villacis Machuca, W. G. (2014). En la tesis: “Manual práctico de optimización para la revisión de estudios de diseño de pavimentos”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Internacional del Ecuador, facultad de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Quito, Ecuador. En la presente investigación tiene como objetivo general: Para poder desarrollar un manual que pueda permitir analizar una carretera u pueda contemplar una información metodológica y sistemática para las labores de una revisión de un estudio de diseño en pavimentos. Aplicando una Metodología de tipo aplicada, con un nivel descriptivo y llegando a la conclusión se elabora un resumen de los criterios para un diseño del pavimento flexible, un diseño para pavimentos rígidos y otro diseño para pavimentos articulados de una forma sintética y con una referencia directa pertenecientes a normas para sus diseños. Proponiendo un nuevo diseño en obras de pavimentos, con fórmulas que puedan guiar en los diferentes procesos y adicionando así un flujograma que lo que nos indica secuencialmente las diferentes actividades que indica secuencialmente las actividades que deben realizarse en la revisión de estudios para diseños de pavimentos.

Según Salamanca Niño, M. A. y Zuluaga Arturo Z, B. (2014). En la tesis: “Diseño De La Estructura De Pavimento Flexible Por Medio De Los Métodos INVIAS, AASHTO 93 E Instituto Del Asfalto Para La Vía La Ye- Santa Lucia Barranca Lebrija Entre Los Abscisas K19+250 A K25+750 Ubicada En El Departamento Del Cesar”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia, facultad de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. En la presente investigación tiene como objetivo general: Al diseñar las diferentes estructuras de un pavimento flexible que por medio de un método de INVIAS para los medios y los altos volúmenes de densidad vehicular diseñadas por el método del AASHTO 93 y con un diseño del instituto de asfalto en la vía de La Ye en distrito de Santa Lucia y la Provincia de Barranca de Lebrija con los puntos de las abscisas

K19+250 a 25+750 en el departamento del Cesar. Con una metodología de tipo Aplicada, nivel descriptivo con una conclusión de que la capacidad portante de la subrasante que estará apoyada en la estructura del pavimento para las dos condiciones, con un CBR menor al 3% con un alto índice de hinchamiento y un marginal para los tramos de 1,3 y 5 y con un CBR promedio de 95% a una alta densidad mayor de 6% la cual corresponde a los diferentes sectores 2 y 4. Para las estructuras del pavimento están definidas por cada método evaluado la cual se baso en un diseño para una vida útil de 10 años para los pavimentos flexibles o con una equivalencia de que pueda acumular un numero de ejes equivalentes de 8.2 ton para el diseño adoptado.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Evaluación de Pavimento en Servicio y Diseño de Obras de Mejoramiento

La ocurrencia de factores de diferentes fuentes determina los cambios en la superficie de rodadura del pavimento, estos cambios afectan la seguridad, el confort y la velocidad, por lo que el tráfico vehicular actual y futuro debe circular. El propósito fundamental de cualquier proceso de mantenimiento o refuerzo del pavimento en servicio es corregir los defectos antes mencionados con el fin de lograr una transitabilidad suficiente en un tiempo lo suficientemente largo como para justificar la inversión necesaria. Las razones de los defectos mencionados tienen diferentes orígenes y propiedades. Debe destacarse lo siguiente:

- a) La carga circular y su frecuencia aumentan en relación con la altura esperada en el diseño original.
- b) Durante el proceso de construcción, la verdadera calidad (espesor) del material o los defectos en el proceso de construcción, especialmente en términos de densificación de la capa.
- c) Diseño deficiente (por ejemplo: utilizar métodos de diseño inadecuados actuales; realizar evaluaciones incorrectas de las propiedades de los

materiales utilizados; realizar evaluaciones incorrectas de los volúmenes de tráfico existentes y esperados durante el diseño del pavimento).

- d) Factores climáticos regionales desfavorables (por ejemplo: aumento del nivel del agua subterránea, inundaciones, lluvias prolongadas, drenaje superficial insuficiente o profundidad esperada).
- e) Mantenimiento inadecuado debido a la falta de recursos financieros disponibles, equipo, maquinaria profesional y personal bien capacitado.
- f) Debido al agotamiento de suficientes materiales cerca del punto de empleo, los problemas de abastecimiento en ciertas áreas del país han obligado a mayores distancias de transporte.

A veces, por razones urbanas e incluso ambientales, esta restricción es legal. Por lo anterior y otros temas, existe una necesidad urgente de optimizar el uso de materiales (agregados pétreos y ligantes), maquinaria, mano de obra especializada y recursos económicos en las tareas de construcción y mantenimiento de la red vial; además, el foco está en construir nuevos tramos y de esta forma mantener las redes existentes.

2.2.2 Tipos de Fallas en los Pavimentos Flexibles

Los pavimentos presentan dos tipos de fallas:

Fallas de superficie: Incluye los defectos de la superficie de rodadura causados por defectos en la capa asfáltica, y no tiene nada que ver con la estructura de la carretera, estos defectos sólo pueden corregirse regularizando la superficie y dotándola de la impermeabilidad y rugosidad. Esto se puede lograr a partir de una fina capa de asfalto, que hace poca contribución desde un punto de vista estructural directo.

Fallas estructurales: Incluye los defectos de la superficie rodante, cuyo origen es la falla de la estructura del pavimento, es decir, los defectos de una o más capas constituyentes que deben resistir tensiones complejas provocadas por el tráfico y factores climáticos. Al corregir este tipo de fallas, es necesario fortalecer las aceras existentes para que el paquete estructural pueda

responder a las demandas de tránsito actuales y proyectadas a futuro. Por lo tanto, es necesario diseñar una nueva estructura formada por las subrasante-pavimento antiguo y refuerzo adicional.

Considerando que el pavimento es una estructura con cierta capacidad, la estructura puede absorber el trabajo de deformación aplicado por cada carga cíclica durante su vida útil como energía elástica potencial; una vez quitada la carga, la energía es el resultado de la deformación. El factor decisivo para la recuperación elástica o cuasi elástica, cuanto menor es la relajación de la energía elástica que se produce durante la acción de la carga, más completa se vuelve la energía. El fallo estructural se debe a dos causas fundamentales:

a) Si la capacidad anterior excede el valor determinado por la deformación recuperable de elasticidad instantánea y elasticidad retardada, se producirá una deformación permanente cada vez que se aplique una carga. Estas deformaciones permanentes se acumularán modificando el perfil de la vía al valor final. Para mayor comodidad, La seguridad y la velocidad del transporte son insoportables y aún causarán colapso estructural.

Si no se supera la capacidad antes mencionada, pero la deformación recuperable es alta, el material (especialmente la capa asfáltica) sufrirá un fenómeno llamado fatiga en el caso de aplicaciones de carga pesada, lo que conducirá a sus propiedades mecánicas reducidas. En este caso, cuando la estructura está doblada, la deformación por tracción horizontal de la parte inferior de la capa de asfalto superará el límite crítico y comenzará el proceso de agrietamiento.

2.2.3 Patología de las Estructuras de Pavimento en Servicio

En términos simples, antes de cualquier intervención, se deben analizar los siguientes estudios y luego diagnosticar el cambio (daño) en el pavimento.

2.2.3.1 Información Existente

Se debe resumir toda la información útil para el proyecto, especialmente para el diagnóstico del estado de la estructura del pavimento. La información a la que se hace referencia involucra los siguientes aspectos.

Tiene las siguientes funciones:

- Geología
- Topografía
- Suelos y fuentes de materiales
- Espesores y calidad de cada uno de las capas del pavimento existente
- Drenaje y su drenaje
- Transito
- Ambientales
- Diseño de mezclas
- Diseño de pavimentos y refuerzos colocados

2.2.3.2 Examen Superficial del Pavimento

Consiste en las condiciones de la superficie que definen la vía y su entorno circundante. El entorno circundante incluye todo tipo de ingeniería o elementos auxiliares relacionados con las aceras, que pueden afectar directa o indirectamente la comodidad y seguridad de los usuarios. A través de la inspección superficial del pavimento se pueden extraer una serie de importantes conclusiones sobre el desarrollo de futuros proyectos de protección, a saber:

- a. Determinar el inicio de las posibles fallas y sus causas que lo generaron.
- b. Establecer zonas prioritarias para conservación.
- c. Determinar si es necesario llevar a cabo una evaluación estructural para el diseño de los refuerzos.
- d. Presentar sustento técnico que permita afirmar o modificar el criterio de diseño vigente.

Para realizar las inspecciones visuales es necesario establecer un sistema que debe estar orientado a la finalidad de justificar dichas inspecciones

((base de datos de inventario, ordenamiento de acciones en partes específicas, definición de áreas específicas). Además, se requiere mantenimiento, etc.). La inspección visual más sencilla, pero igualmente efectiva, se puede realizar siguiendo el método previamente establecido a través de una persona con la suficiente calificación y experiencia para realizar la inspección del itinerario, y prestando atención a todos los defectos e irregularidades que se observen.

2.2.3.3 Clasificación y Cuantificación de los Deterioros del Pavimento

La lista de daños visibles suele ser el primer paso de una serie de pasos necesarios para evaluar el estado general del pavimento. Esta información determina la ubicación y el alcance de la inspección de seguimiento para que se puedan emitir juicios apropiados sobre las condiciones del pavimento que son objeto de evaluación. Hay muchos tipos de degradación del pavimento asfáltico y cada tipo tiene una gravedad diferente. Se deben considerar los siguientes tres factores para identificar estos daños:

Tipo. Según el mecanismo que causó el daño, el daño se divide esencialmente en varias categorías. En el primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con sus posibles razones principales, ya sea la actividad del tráfico, la actividad meteorológica, los materiales de construcción o el suelo débil de la subrasante.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que, además de las enumeradas en la tabla, pueden aparecer otras características indeseables según las necesidades de los usuarios actuales. Defectos como niveles de ruido excesivos que afectan a los residentes cerca de las carreteras o un rendimiento óptico insuficiente (que afecta a los usuarios) pueden ser el resultado de una selección insuficiente de materiales de construcción, pero también pueden deberse al desgaste o contaminación de las superficies rodantes y las marcas horizontales. Otra forma de clasificar las fallas se

basa en la relación entre la falla y el comportamiento estructural del pavimento. Desde esta perspectiva, se pueden distinguir dos casos extremos: falla estructural y falla funcional.

Los daños estructurales incluyen aquellos defectos superficiales, cuyo origen es la degradación de una o más capas constitutivas de la calzada, en la medida en que el ciclo de diseño de la estructura haya expirado en el área afectada. Los defectos funcionales pueden contener o no defectos previos. Estos defectos incluyen defectos que están básicamente relacionados con la capa superficial de asfalto. Si bien estos defectos no están relacionados con el comportamiento estructural de la calzada, sí impiden que realice su función esperada sin causar daño o causar molestias a los usuarios.

- a. **Gravedad.** Desde la perspectiva de su progresión, representa la clave del deterioro. Cuanto más grave sea el daño, más importantes serán las medidas para corregirlo.
- b. **Extensión.** Se refiere al área o longitud de la parte evaluada, afectada por un cierto tipo de degradación, y el grado de cierto daño se define por el número de ocurrencias.

Incluso cualquier procedimiento de evaluación de la degradación que ignore uno de estos tres factores no proporcionará suficiente información para establecer un juicio correcto del estado de la superficie del pavimento. Sin embargo, no existe un estándar uniforme para la evaluación de cada factor, por lo que en ocasiones existen diferencias significativas entre los estándares adoptados por una agencia u otra. Por ejemplo, la tabla compara los niveles de gravedad de ciertos tipos de lesiones según los estándares de 4 organizaciones de todo el mundo. Aunque esta información no se incluye en este artículo, las cuatro agencias tienen diferentes evaluaciones del grado de falla. En el método propuesto en la "Guía de Métodos de Diseño de Ingeniería de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos", se recomienda utilizar indicadores numéricos para

definir el estado general del pavimento. Después de evaluar las tres condiciones anteriores, se puede considerar que el índice de condición de la carretera de ASTM D 6433-99 tiene cierta complejidad para determinar. Aunque el índice de condición descrito en el informe FHWA / OH-99/004 es de concepto claro y fácil de aplicar, es importante considerar ciertos factores de deterioro al sopesar estos factores. Estos factores de deterioro son muy importantes en la región donde hay temporadas muy obvias, pero no en áreas tropicales; Finalmente, VIZIR es un sistema fácil de entender y aplicar, que establece una clara distinción entre fallas estructurales y fallas funcionales, y LCPC ha probado con éxito aceras en países en desarrollo en regiones tropicales. Por lo tanto, el índice de condición de la superficie del pavimento que debe definirse en la evaluación siguiendo este método se basa básicamente en la descripción del sistema VIZIR.

2.2.3.4 Clasificación y Cuantificación de las Degradaciones en el Método VIZIR

Este método divide la degradación del pavimento asfáltico en dos categorías, A y B, con su identificación y niveles de severidad.

Las degradaciones del tipo A, ya sea que esté relacionado con las condiciones de cada capa y subrasante del suelo, o la relación entre la capa de asfalto, se caracteriza el estado estructural del pavimento. Se trata de degradaciones provocadas por la insuficiencia de la capacidad de la estructura de la carretera, y sus medidas correctoras suelen requerir el conocimiento de otros criterios de evaluación (ensayo de resistencia, deflexión, etc.). Estos datos incluyen deformaciones y grietas relacionadas con la fatiga de la carretera.

Las degradaciones del tipo B, En la mayoría de los casos, conducen a reparaciones, que generalmente no están relacionadas con las capacidades estructurales de la carretera. Su origen fue descubierto bajo condiciones locales específicas donde los defectos de construcción y el

tráfico ayudaron a resaltar. El deterioro de tipo B incluye rotura debida a fatiga, ojo de pez, desprendimiento y afloramiento.

En el plano del itinerario, la variación está representada por un rectángulo cuyo fondo (blanco, gris o negro) indica la gravedad, y los lados del rectángulo determinan el inicio y el final de cada zona de la zona, dividiendo el ítem en este tipo de valoración. Para investigaciones destinadas al diseño de obras de mantenimiento y reparación de carreteras, la longitud de cada área de análisis debe ser de 100 metros. En el caso de dos carriles, cada carril se evaluará de forma independiente. Coloque un número dentro del rectángulo para indicar el grado de deterioro en el área de evaluación. A menos que se especifique lo contrario, la extensión corresponde al porcentaje de la longitud del área de evaluación afectada por la degradación correspondiente.

2.2.3.5 Determinación del Índice del Deterioro Superficial

Para corregirlos, los daños Tipo A y Tipo B se enfrentan de diferentes maneras. En el caso del Tipo B, la solución de mantenimiento se deriva de un simple reconocimiento de su existencia, y no se requieren otros parámetros para el diagnóstico. Por lo tanto, por ejemplo, se deben reparar las fallas tipo ojo de pez, se debe tratar el área que supura para que la superficie tenga propiedades antideslizantes, etc. Por otro lado, la resolución de los problemas que presenta la degradación Tipo A depende de muchos factores, por lo que el diagnóstico deberá considerar los siguientes aspectos, como la capacidad de carga, la calidad del rodamiento, los materiales existentes, el flujo futuro, etc. Este tipo de deterioro suele dar lugar a importantes trabajos de reparación del pavimento, que en secreto proporciona un tratamiento paliativo para los defectos tipo B, por lo que, por ejemplo, si se acepta una operación, no es necesario sellar las grietas para evitar la entrada de agua. Reciclaje para compensar defectos importantes. Generalmente, la degradación del tipo B solo interviene en la solución cuando no hay tipo A. Por lo tanto, el índice

visual global que define la condición de la carretera solo considera la degradación tipo A.

El primer paso para determinar este índice general (denominado índice de deterioro de la superficie "Is") implica calcular el índice de fisuración (If), que depende de la gravedad y extensión de las fisuras y fisuras estructurales. En cada área de evaluación. Dado que los dos tipos de grietas se consideran de forma independiente en la tabla, el mayor de los dos índices calculados debe utilizarse como representante del área.

A continuación, calcule el índice de deformación (Id), que también depende de la severidad y extensión de la deformación en el origen de la estructura. La combinación de "Si" e "Id" producirá un índice de primer nivel de la calzada, que debe corregirse de acuerdo con el alcance y la calidad del proyecto del bache. En este punto, es importante considerar que, aunque algunos métodos de calificación del estado de la carretera no incluyen áreas con parches y placas, LCPC cree que deberían ser parte de la evaluación, argumentando que, aunque las reparaciones parciales recientes han eclipsado Los problemas se pueden confirmar mediante un mantenimiento frecuente. Una vez realizada esta corrección, en las circunstancias adecuadas, se obtendrá el "índice de degradación superficial (Is), que hace que la longitud calculada de la carretera cumpla con los requisitos. El valor de Is varía de 1 a 7, y el método de cálculo es como se muestra en la figura. Sin embargo, no debe olvidarse que la evaluación de fallas de categoría A no constituye un estándar suficiente para definir las acciones necesarias para reparar la carretera. Como se describe en este capítulo, el ingeniero debe recopilar toda la información necesaria para desarrollar una estrategia de rehabilitación razonable.

2.2.3.6 Algunas Degradaciones de Importancia no Contempladas por el Sistema

Para fines de diagnóstico, el sistema no considera ciertas fallas de pavimentos, en ocasiones incluso fallas espectaculares, que no están directamente relacionadas con el comportamiento de pavimentos y subrasantes. Por ejemplo, en este caso, debido a la inestabilidad, aparecerán grietas longitudinales o en forma de media luna en la pendiente exterior de la parte de la superficie de la carretera en el medio de la pendiente; si la carretera afectada por el movimiento de rotación de la pendiente de excavación está agrietada y si está agrietada; Deformación y agrietamiento excesivo de terraplenes en suelos con capacidad portante muy limitada o características de expansión y contracción exageradas; deformaciones y grietas causadas por inestabilidad local y regional. Este tipo de defectos ocurren a menudo en las carreteras de ciertos países y tienen efectos relacionados en su comportamiento, por lo que se debe utilizar una gama más amplia de métodos geotécnicos para analizarlos y solucionarlos, lo que está fuera del alcance de lo anterior.

2.2.3.7 Aplicación del Inventario de Fallas del Pavimento

La información obtenida de la lista de fallas del pavimento tiene muchas aplicaciones, que incluyen:

- a. Permite delimitar áreas de diferentes comportamientos a lo largo del proyecto.
- b. Las inspecciones periódicas de las condiciones de la carretera pueden proporcionar datos sobre el proceso de deterioro, adecuados para los modelos de gestión de mantenimiento.
- c. Varios tipos de fallas suelen estar relacionados con ciertos mecanismos de deterioro. Aquellos que están básicamente relacionados con el papel de la carga del tráfico requieren trabajos de reparación de refuerzo estructural, y los relacionados con los materiales y el clima deben enfrentarse primero para encontrar formas de remediar los defectos o

causas. Minimice su impacto en el desempeño de la acera. Sin embargo, es obvio que, por razones materiales o ambientales, algunos problemas muy serios pueden requerir la modificación del pavimento.

d. Finalmente, los resultados de la lista de verificación visual son la base para la programación ideal de la posterior evaluación destructiva y no destructiva de la calzada.

2.2.3.8 Ahuellamiento

La banda de rodadura está hundida y abultada en el área adyacente. Este es el resultado de la consolidación del material o el movimiento lateral causado por las cargas del tráfico, lo que resulta en una deformación permanente de las capas de acera o subrasante. El ahuellamiento puede ser causado por la deformación plástica de la mezcla de asfalto a alta temperatura o por un efecto de compactación pobre durante la construcción. A mayor grado de deterioro, mayor daño estructural del pavimento.

2.2.3.9 Depresiones

Un área parcial de un pavimento cuya elevación es menor que la elevación de la superficie circundante. Pueden ser causados por el asentamiento del suelo de cimentación, o pueden producirse durante el proceso de construcción debido a una mala compactación o al uso de materiales inadecuados.

2.2.3.10 Grietas por Fatiga (Longitudinales y de Piel de Cocodrilo)

La piel de cocodrilo es un grupo de grietas interconectadas, estas grietas son causadas por la falla por fatiga de la capa de asfalto provocada por la acción repetida de la carga del tráfico. Las fisuras parten de la parte inferior de estas capas, donde el esfuerzo de tracción y la deformación por gastos de transporte llegan al máximo. Inicialmente, aparecen como una única fisura longitudinal o una serie de fisuras paralelas en la banda de rodadura. Luego, bajo la acción de cargas repetidas, se conectan entre sí para

formar un patrón de malla similar a un alambre de malla o una piel de cocodrilo. Este tipo de falla solo ocurre en áreas con tráfico frecuente, por lo que a menos que todas las carreteras estén sujetas a cargas de vehículos, no deben cubrir toda el área de la carretera. La piel de cocodrilo se considera un síntoma muy importante del deterioro de la estructura del pavimento asfáltico.

2.2.3.11 Bacheos y Parcheos

El área donde se demolió el pavimento original y se reemplazó con materiales similares o diferentes. Las capas involucradas en la reparación pueden ser solo asfalto (reparación) o asfalto y la parte inferior de la superficie del pavimento (reparación). Estas reparaciones se utilizan como remedios temporales o permanentes para ciertos defectos del pavimento.

2.2.3.12 Grietas Longitudinales de Junta de Construcción

Por defectos estructurales, las fisuras longitudinales coinciden con las juntas de construcción.

2.2.3.13 Grietas Parabólicas

Grietas parabólicas cuyos extremos apuntan en el sentido de la marcha. Son causados por frenadas bruscas de las ruedas, giros o conducción a velocidades muy bajas, lo que hace que la capa superior del pavimento se deslice y se deforme. Suelen producirse en mezclas asfálticas con baja estabilidad o donde la adherencia entre la capa de rodadura y la capa subyacente es escasa.

2.2.3.14 Otras Grietas Longitudinales, Transversales o en Bloque

Las grietas longitudinales son aproximadamente paralelas al eje de la carretera y las grietas transversales son más o menos perpendiculares al eje de la carretera. Las grietas masivas dividen la superficie de la carretera en fragmentos de aproximadamente 0,1 a 2,5 metros cuadrados.

Las grietas son provocadas por la contracción de la capa de asfalto a bajas temperaturas, el endurecimiento del asfalto o el reflejo de las grietas

subyacentes. Este tipo de agrietamiento no tiene nada que ver con la carga de tráfico, aunque es obvio que puede aumentar su gravedad.

El origen de la fisura se puede verificar extrayendo el núcleo de la acera, en este caso no existe evidencia de que la fisura se propague a la capa inferior.

2.2.3.15 Grietas de Borde

Cerca se produjo una grieta continua, aproximadamente longitudinal desde el borde de la calzada o en la berma. Las razones pueden ser muy diversas:

- a) Ampliar las juntas de dilatación de la carretera ampliando el área.
- b) Señales de la no estabilidad del talud.
- c) Debido a los cambios estacionales de la humedad se originan cambios volumétricos en los suelos de la subrasante.
- d) Los carriles estrechos obligan a los vehículos a circular muy cerca del borde de la banda de rodadura.
- e) Deficiente drenaje.

2.2.3.16 Ojos de Pescado

Son cavidades de varios tamaños que tienen una forma aproximadamente circular, debido a la separación de las alfombras causada por grietas, depresiones o desintegración parcial de la mezcla asfáltica tipo piel de cocodrilo. Dependiendo de su severidad, las reparaciones deben incluir solo el proceso de desgaste o toda la estructura. Cuando su número es grande, deben repararse de acuerdo con el concepto de reparación de degradación tipo A.

2.2.3.17 Abultamientos

Las ondulaciones laterales continuas en el pavimento suelen ser causadas por una estabilidad insuficiente de la mezcla asfáltica, aunque esto también puede ocurrir debido a una adherencia insuficiente entre las capas superior e inferior o una humedad excesiva en la calzada. El deterioro

también puede ocurrir en áreas donde el tráfico somete a la acera a una tensión tangencial alta: grandes pendientes longitudinales, áreas de frenado y de salida, etc.

2.2.3.18 Desprendimientos

Cuando el agregado de piedra pierde su revestimiento asfáltico en presencia de humedad debido a su hidrofiliidad, se produce la pérdida de la película adhesiva. La pérdida de áridos es el desplazamiento de las partículas de áridos pétreos de la superficie de la acera, fenómeno que casi solo se da en el tratamiento superficial.

2.2.3.19 Descascaramiento

La pérdida de escombros de la capa superficial de asfalto no afectará la capa inferior. Ocurre debido a una adhesión insuficiente a la capa inferior o un grosor insuficiente o inestabilidad de la capa de la banda de rodadura.

2.2.3.20 Pulimento de Agregados

Debido al uso de agregados altamente pulidos durante el uso, la apariencia de la superficie de la carretera es muy suave.

2.2.3.21 Exudación

Hay una película de asfalto libre en la superficie de la acera, que hará que la superficie de la pintura se vuelva negra, brillante y, a veces, muy pegajosa, lo que provocará enormes pérdidas por fricción en condiciones de superficie húmeda. El sangrado se debe a defectos en el proceso de fabricación de la mezcla, que son causados por un exceso de asfalto o un contenido de vacíos extremadamente bajo en el aire.

2.2.3.22 Afloramientos

El afloramiento de mortero es la fuga de agua que permea y materiales finos de la capa base a través de las grietas y a través de las grietas. La acumulación de manchas o material en la superficie del borde de la fisura indica la existencia de este fenómeno. Debido a los defectos del sistema

de drenaje subterráneo, hay una pendiente, por lo que cuando no hay lluvia, el rocío de la carretera indica el afloramiento de agua.

2.2.3.23 Deterioros Relacionados con las Bermas

El borde del pavimento se derrumbó. Esto sucede cuando las bermas no están alineadas y los vehículos a menudo se estacionan en ellas o circulan cerca del borde del pavimento. El asentamiento de la berma debido a la consolidación de las capas que constituyen la berma. Esto también es causado por materiales que son arrastrados por vehículos que circulan por bermas sin revestimiento. Debido al sistema de drenaje superficial imperfecto, el terraplén se erosionó y el terraplén descubierto se destruyó. Como se mencionó en las páginas anteriores, las fallas del pavimento flexible se pueden dividir básicamente en cuatro categorías principales: deformaciones, grietas y grietas, desprendimientos y afloramientos. Además de identificar la falla, también es necesario determinar su nivel de intensidad con el fin de cuantificar su avance en el tiempo, de modo que se pueda determinar el momento de los trabajos de protección necesarios.

2.2.3.24 Combinación de las Fallas

Cuando una determinada falla alcanza un cierto nivel, evolucionará a otra falla mayor, lo que dificulta la interpretación. Así, por ejemplo, en una superficie de carretera flexible, el asentamiento no corregido puede formar pequeñas grietas, que con el tiempo se conectarán entre sí para formar un sistema tipo piel de cocodrilo, permitiendo que el agua entre y por lo tanto se degrade. La estructura que provocó la desintegración de la acera. Por lo tanto, es importante monitorear y evaluar regularmente las aceras para que detectar e interpretar el envejecimiento a lo largo del tiempo sea simple y oportuno.

2.2.3.25 Utilidad de la Evaluación

Las secciones homogéneas, la definición de las secciones de falla, algunos datos sobre las características geotécnicas de cada capa del

material del pavimento y el conocimiento del comportamiento estructural general permitirán a los ingenieros inferir el trabajo de protección con estándares realmente razonables. Las medidas convencionales y mejoradas garantizan que la vida útil de la acera se extienda al menor costo.

2.2.3.26 Tipos de Fallas en los Pavimentos

Deformaciones

- Variación del nivel de losas: Debido al bombeo, la expansión de la calzada y la penetración de agua, la calzada pierde uniformidad. Mala compactación de la capa inferior.

Desprendimientos

- Desintegración: Debido al uso de cemento de metal alcalino de alto contenido que reacciona con los componentes silíceos de la piedra, el concreto se hincha.

Fisuras y grietas

- Cuero de caimán: Divide el pavimento en todas direcciones, pareciendo piel de cocodrilo.

Longitudinales

- Las grietas son más o menos paralelas al eje del pavimento, en forma ovalada tienden a ser parabólicas.

Transversales

- Debido al fenómeno de bombeo, el bloque está en voladizo, luego se agrieta y se rompe.

De esquina

- Falta de apoyo unificado y carga pesada.

Voladura

- Cuando algún material incompresible penetra en la costura transversal y la placa no puede expandirse con el aumento de temperatura, la fuerza de compresión en la costura transversal.

2.2.3.27 Limitaciones del Método de Evaluación de Fallas

Las principales desventajas del sistema de inspección visual descrito incluyen las siguientes:

- a) Es lento y laborioso, por lo que, si quieres evaluar una extensa red de carreteras, necesitas mucho equipamiento.
- b) Cuando muchas personas amplían y desarrollan este método, aunque se dan las pautas de evaluación necesarias y se producen regularmente muestras de verificación, la subjetividad sigue siendo inevitable.

Debido a la necesidad de una gran cantidad de vehículos y personal, el costo final del sistema es alto.

2.2.3.28 Evaluación con el Equipo Gerpho

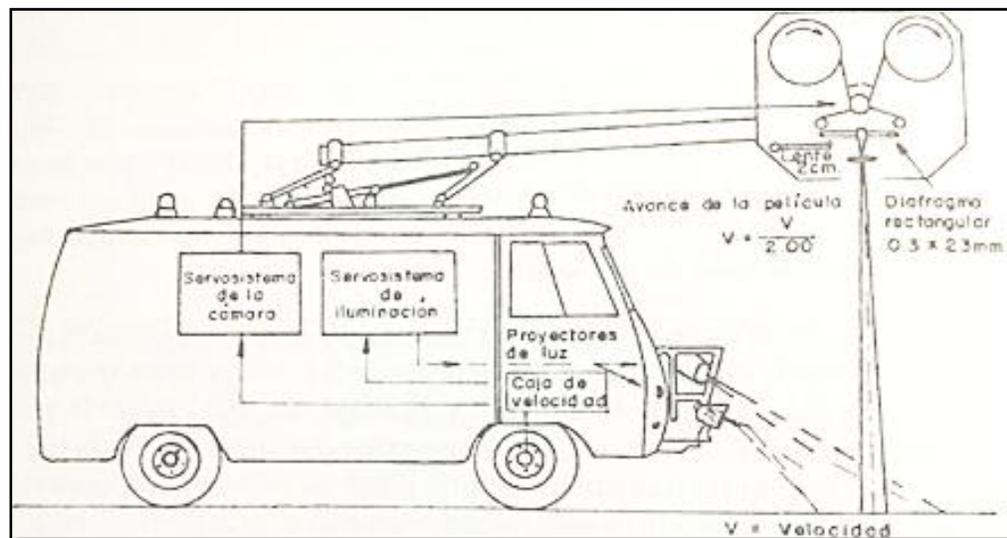
Para evitar las deficiencias expresadas en los métodos anteriores, se ha creado un equipo de inspección visual mecanizado. GERPHO es un dispositivo desarrollado por Francia sobre la base de Japón, que consiste esquemáticamente en una cámara fotográfica suspendida en un brazo metálico, que suele circular a una velocidad de 60 km/h. Al conducir por la carretera, se obtiene una imagen de superficie en una película de 35mm con una relación de 1/200 en un ancho de contorno de 5m, que a veces puede registrar bordes, señales, drenaje, etc. Para evitar la variabilidad de la iluminación durante el día, el trabajo se realiza de noche, utilizando iluminación artificial y haces de luz que resaltan las irregularidades de la superficie. En el turno de 8 horas, el rendimiento medio se estima en 200 km/d.

Puede usar una mesa especial para ver una película en el gabinete. Se pueden proyectar dos pistas sobre la mesa al mismo tiempo. Las dos

pistas pueden venir de la misma carretera o de la misma ruta en dos momentos diferentes. Con la ayuda de una pantalla de malla, se puede cuantificar la degradación, de modo que se pueden ejecutar gráficos y programas de acuerdo con el catálogo de degradaciones. Estas observaciones se ingresaron usando un teclado en una cinta procesada por computadora. Las ventajas de este dispositivo en la inspección visual son obvias: además de la velocidad muy mejorada, también es exhaustivo y, lo más importante, elimina varios estándares de evaluación o diferentes sistemas de trabajo para las personas que recorren la ruta. Otra ventaja adicional es que puede existir un documento detallado y justo que permite comparar y apreciar la evolución de la acera en diferentes momentos. El equipo GERPHO es muy útil para los ingenieros de mantenimiento a la hora de evaluar el estado general de la red o tramo de carretera. Sin embargo, cuando se debe adoptar una solución, esta no puede reemplazar la inspección visual personal porque el equipo mecánico no puede ver un ancho superior a 5 m.

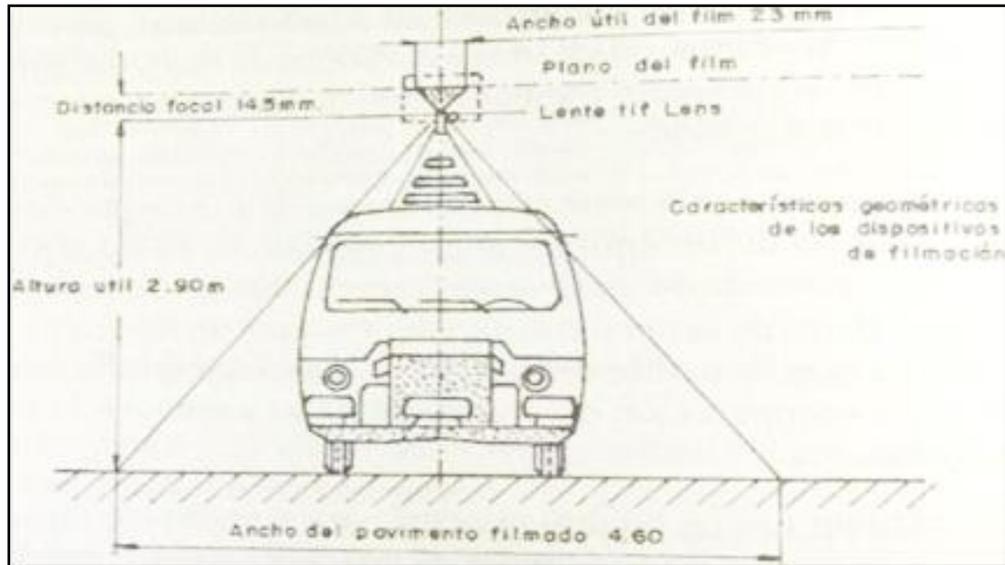
Por otro lado, tiene una serie de limitaciones, entre las que se encuentran las siguientes:

Ilustración 2.- Evaluación con el equipo gerpho



Unidad filmadora, vista lateral y detalles de posicionamiento y accionamiento

Ilustración 3.- Vista lateral y detalles de posicionamiento y accionamiento



Unidad filmadora, vista frontal

- No aprecia fisuras de pequeño espesor.
- Funciona según lo planeado y no determina la profundidad, por lo que las irregularidades de la deformación plástica y la regularidad de la superficie no las mostrarán.

El rendimiento de la película obtenida en la etapa de interpretación es muy inferior al rendimiento obtenido en la prueba del vehículo en carretera.

2.2.3.29 Evaluación estructural continua por reflectometría

El procedimiento de trabajo incluye la evaluación continua por método de reflexión, y para determinar la auscultación de toda la sección.

- La deflexión elástica recuperable
- El radio de curvatura de la deformada

Determinación de la deflexión elástica recuperable: Se entiende por deflexión la deformación elástica que experimenta un pavimento flexible bajo cargas de rodadura estándar. A través de él, se puede evaluar el debilitamiento gradual de la estructura debido a la demanda del flujo de la estructura. La medición de la deflexión se puede realizar utilizando un dispositivo portátil llamado haz Benkelman o un medidor de deflexión Lacroix, que es una unidad propiedad de I.N.V.

Medición de deflexiones: El instrumento más utilizado para medir la deformación elástica de una determinada superficie de la carretera es el haz de deflexión desarrollado por A.C. Benkelman, puede comprender los diferentes estados y propiedades de las aceras, es muy útil para el diseño, construcción y protección de su estructura.

La viga de Ben Kerman representada esquemáticamente en la figura consta básicamente de una parte fija y una parte móvil. La parte fija o estructura de soporte se apoya en tres soportes en la calzada. La parte móvil compuesta por el brazo de medición está conectada a la estructura de soporte a través de un pasador de pivote, y uno de sus extremos móviles (punta) contacta con la superficie de la carretera en la posición donde se debe medir la deflexión. El otro extremo está en contacto con la galga extensométrica montada en la estructura de soporte. El pivote divide el brazo de medición en dos partes, y existe una relación llamada "constante de haz" entre estas dos partes.

Diagrama de la viga Benkelman: El camión consiste en un camión de dos ejes, que pesa alrededor de 5 toneladas y tiene una carga de eje trasero de 8.2 toneladas, se distribuye uniformemente en dos ruedas, y cada rueda debe tener dos neumáticos. El neumático debe ser de 10 "x 20" y doce cortinas, inflado a una presión de 5,6 kg / cm² (80 psi). Los neumáticos deben tener las mismas características y estar en buen estado. La prueba de dirección debe realizarse en la rueda exterior del

camión. El punto utilizado para medir la deflexión debe estar ubicado en la superficie de conducción a unos 70 cm del borde de la carretera, la zona más afectada por el paso de vehículos. Generalmente, las mediciones con una distancia máxima de 50 m deben tomarse alternativamente en cada lado de la carretera para representar el estado general del pavimento.

El punto de medición debe estar relacionado con el kilometraje. Además, debes prestar atención a los aspectos más destacados de la carretera como referencia, como monumentos, nombres de fincas, cruces, pueblos, ríos, etc. Para medir la deflexión, la punta de la viga debe estar en el medio de las dos llantas y justo debajo del centro del eje. A continuación, suelte el dispositivo de seguridad de la viga y compruebe si el extremo del brazo está en contacto con el medidor de tensión. El montacargas avanza lentamente al menos 5 m. Cuando la tasa de recuperación es igual o menor a una milésima de pulgada por minuto (0.025 mm por minuto), se debe leer la lectura del medidor. El estudio de la deflexión de un determinado tramo de pavimento no solo implica el uso de un método de medición, sino también un estándar de evaluación que ayuda a obtener el valor de deflexión representativo del tramo estudiado. Los procedimientos de evaluación utilizados en este artículo son los recomendados por la Asociación Estadounidense de Asfalto.

El método se puede resumir así:

- a. El tramo de carretera en estudio se divide en múltiples partes, las cuales vienen determinadas por las siguientes características:
- b. Uniformidad en las medidas de deflexión
- c. Cambios de la topografía que afectan las condiciones de drenaje.
- d. Modificación de los tipos de subrasante y la estructura del pavimento
- e. Variación del tránsito referente a la frecuencia y magnitud de cargas.

Cambios en las condiciones climáticas. El departamento de carreteras se puede dividir en varias partes, y cada parte constituye una muestra estadística de al menos 10 lecturas de deflexión.

Análisis de los resultados por métodos estadísticos. Lo que implica el cálculo de:

f. Valor medio de la deflexión

$$D = \frac{\sum d}{n}$$

Donde:

D=Media aritmética de los valores individuales

d=Valor individual de un ensayo

n=Numero de ensayos individuales

La desviación estándar ayuda a obtener la deflexión característica de la sección que representa las condiciones clave del pavimento. El valor de la sección se calcula en base a la deflexión promedio más el doble de la desviación estándar. Si el valor individual sigue la ley de distribución normal, el 97% del valor individual es menor que la deflexión característica.

El radio de la curvatura de la deformada: El radio de curvatura permite determinar la magnitud de la deformación por tracción lineal de la capa de asfalto cuando se dobla bajo carga de tráfico. La forma más razonable de determinar el radio de curvatura es utilizar el radio de curvatura francés. Este método se basa en el supuesto de que la curva de deflexión cambia con la distancia desde el eje de carga hasta que se aproxima a una parábola. La distancia es superior a 25 cm, y luego inclínala para nivelar gradualmente. La curvatura de la parábola se define entonces por su parámetro, que se confunde con el radio del arco tangente en ese punto en el área de máxima curvatura, es decir, justo debajo del eje de la rueda

cargada. El radio de curvatura se puede obtener mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{6.250}{2(d_o - d_{25})}$$

Donde:

R=Radio de curvatura en metros.

do=Deflexión máxima observada en 1/100 mm.

D25=Deflexión a 25 cm del punto de deflexión máxima en 1/100 mm.

Ventajas y desventajas de la viga Benkelman: Se trata de una prueba específica cuya secuencia espacial es demasiado grande (50 m) para caracterizar correctamente la superficie de la carretera. Al tratarse de una viga metálica, puede expandirse o contraerse por influencia de la temperatura, lo que afectará a la medición, especialmente en días calurosos o fríos. En carreteras con mucho tráfico, incluso para los operadores de equipos, las pruebas pueden causar problemas en el ciclo y riesgos de accidentes.

No obstante, no se descarta el uso de vigas Ben Kerman, ya que pueden tener áreas de aplicación muy claras. Dado que la viga Ben Kerman es una medida universal de deflexión, su determinación es crucial para obtener la correlación entre cualquier deflector y la viga.

En áreas cortas o áreas muy locales donde ocurren anomalías, las pruebas con vigas Benkelman pueden ser más eficientes y rápidas que un equipo de alto rendimiento (se deben realizar grandes desplazamientos al medir). En la red de carreteras auxiliares con menos accidentes de tráfico, debido a la falta de equipos de alto rendimiento existentes en nuestro entorno, la viga Ben Kerman es la única prueba que se puede utilizar para la auscultación general. En el tramo en construcción, el uso de vigas Benkelman siempre es útil para evaluar el posible impacto de ciertos

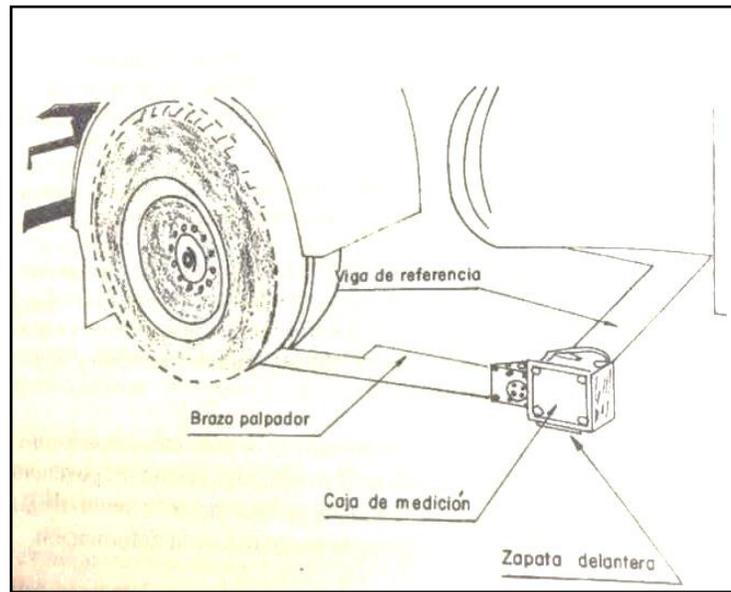
factores constructivos sobre las capacidades estructurales del proyecto que se está ejecutando.

El deflectografo lacroix 01: El deflector Lacroix es solo un dispositivo automatizado de la viga Benkelman, que mide casi continuamente la desviación de la carretera bajo la carga del eje trasero del camión. La deflexión se mide automáticamente entre las dos ruedas a ambos lados del eje trasero del vehículo y se registra en papel cuando el vehículo circula a una velocidad continua de aproximadamente 3 km/h.

El deflector está conectado al chasis y la distancia entre ejes (4,50 m) del chasis coincide con la longitud del carro de medición debajo de él. El chasis tiene una sala de control en su parte media, y el operador se ubica en la sala de control a través de elementos de control electrónico. Hay un tanque de agua en la parte trasera, a través del cual se puede cambiar la carga del eje trasero en el rango de 6 a 13. Tonelada. La carga por eje de los equipos con I.N.V. es de 10 toneladas, que es el límite máximo legal del país al momento de su recepción.

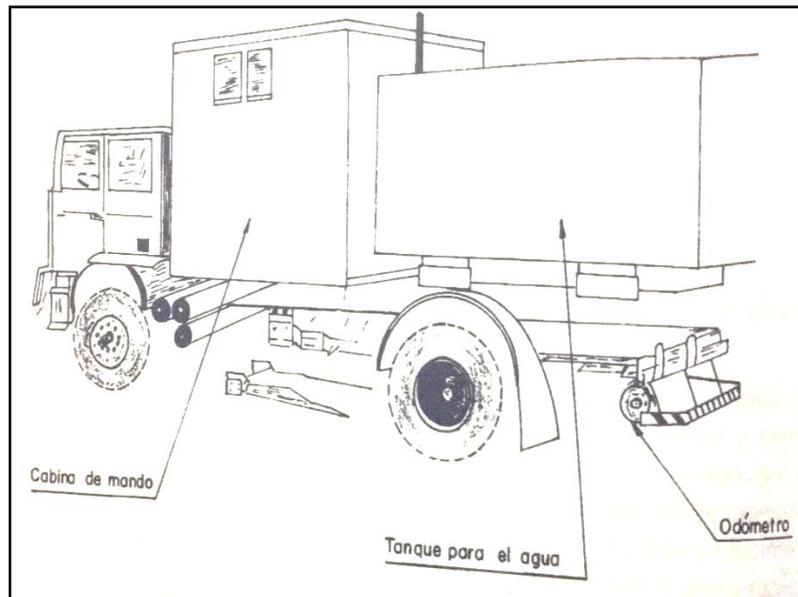
El carro de medición consta de una viga metálica en forma de T, que sirve como plano de referencia para medir la desviación. El plano está definido por tres puntos de apoyo: las dos zapatas delanteras debajo de la caja de medición y la zapata central en la parte trasera de la forma de T.

Ilustración 4.- El deflectógrafo se encuentra acoplado a un chasis



Trineo medido.

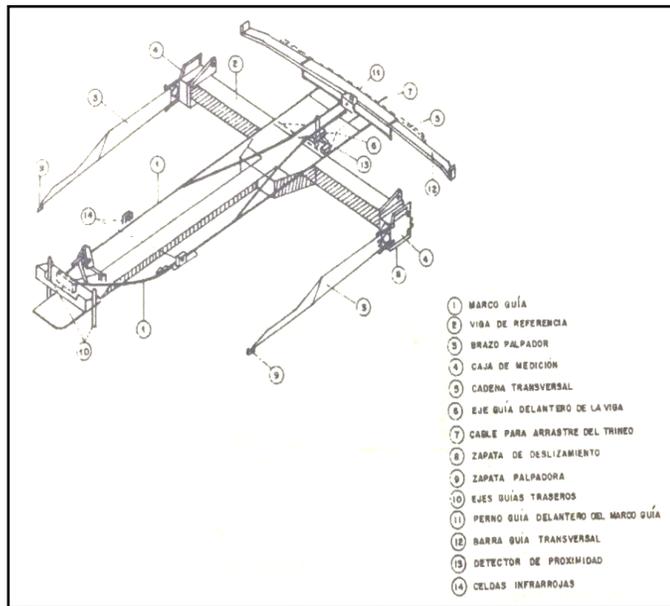
Ilustración 5.- El trineo de medida, está compuesto por una viga metálica en forma de T



Deflectógrafo LACROIX: Conectados a la caja de medición hay dos brazos palpadores o vigas de medición. La rotación generada por la deformación de la calzada provocada por las ruedas del camión genera una señal eléctrica en la caja de medición, que es registrada por el equipo.

La caja de medición que acabamos de mencionar constituye el núcleo del dispositivo y tiene sensores e imanes como componentes principales. Cuando se inicia la medición de deflexión, el movimiento angular del brazo de la sonda hará que el imán reaccione y lo convierta en movimiento lineal, lo que hará que el núcleo magnético del transductor se mueva al estado de inducción y genere una señal eléctrica proporcional a la deflexión a MH-200 unidad de mando para procesamiento y registro.

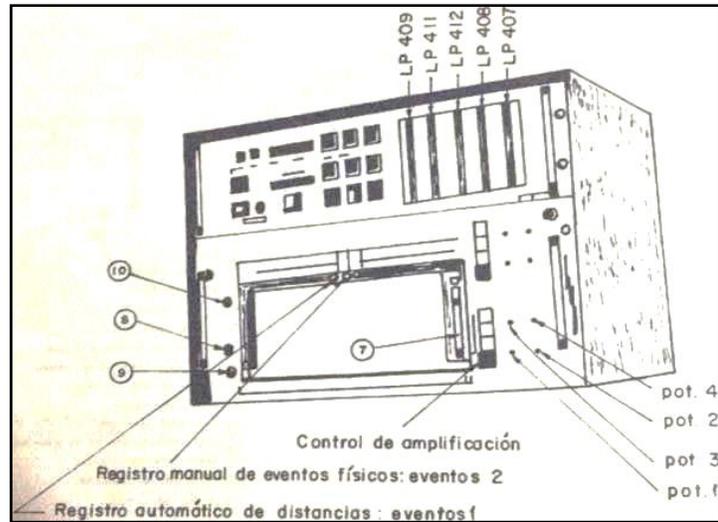
Ilustración 6.- Deflectografo LACROIX



Trineo medido: El trineo también cuenta con un sistema de guiado que permite centrarlo correctamente para garantizar un funcionamiento continuo y mediciones fiables, especialmente al girar. Después de cada medición de deflexión, la patineta se tira automáticamente a su posición inicial mediante un cabrestante con un embrague electromagnético, que se encuentra en la parte delantera inferior del camión. El dispositivo tiene un odómetro para ajustar la velocidad de avance del papel que registra el valor medido en la unidad MH-200 según la velocidad del vehículo. Cada metro que recorre corresponde a una revolución de rueda. El dispositivo

de control del deflector del dispositivo MH-200 está ubicado en la parte superior del dispositivo y consta de un gran circuito integrado.

Ilustración 7.- Trineo medido



Unidad MH-200: Hay un registrador gráfico de deflexión en la parte inferior, algunos potenciómetros se utilizan para ajustar el dispositivo y algunos controles se utilizan para seleccionar el tamaño de deflexión y la velocidad de alimentación del papel.

Sistema de medida de deflexión bajo carga vibratorio sinusoidal: Como se muestra en la figura, el equipo que utiliza este sistema aplicará una precarga estática en la acera y generará vibraciones sinusoidales en la acera a través de un generador de energía para asegurar que el equipo no salte de la superficie de la acera. La fuerza dinámica entre los picos debe ser menos del doble de la superficie estática.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE ESTUDIO

El informe técnico presenta un tipo de investigación APLICADA que trata de conceptualizar el problema principal que enlaza una óptima ejecución del pavimento flexible. Además de sus principales características la cual fue enfocado en las etapas o ciclos que conllevo a poder construir el proyecto evaluación y Mejoramiento vial del jr. Tupac Amaru tramo rio chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), nos dicen que los métodos cuantitativos son secuenciales y basados en evidencias. Cada etapa es anterior a la siguiente y no podemos evitar dar pasos. En este informe técnico se utilizará una herramienta de medición a estudiar para recolectar y analizar datos y procesos, y luego reportar los resultados.

3.2. NIVEL DE ESTUDIO

El nivel de investigación es descriptivo, también llamado investigación diagnóstica, que es una gran parte de la investigación escrita sobre la sociedad, y no supera este nivel. Incluye principalmente caracterizar un fenómeno o una situación específica para indicar sus características más singulares o distintivas.

El propósito de la investigación descriptiva es comprender la situación actual a través de descripciones precisas de actividades, objetos, procesos y personas.

3.3. DISEÑO DE ESTUDIO

El tipo de estudio es EXPERIMENTAL determinado por la obtención de la información se realiza simultáneamente con la ocurrencia de la maniobra y, por lo tanto, simultáneo a la ocurrencia del resultado. (Talavera Diseño de la investigación 2011).

3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

3.4.1. Técnica

El proceso de recolección de los datos consiste en presentar un registro sistemático, que pueda ser válido y de una fuente confiable a través de los comportamientos y los fenómenos observables a través de un grupo de categorías y estas presentadas en subcategorías. (Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p 252).

La técnica empleada en este informe de trabajo de investigación es la observación y el control.

Tabla 1.- Muestra del Estudio

Técnicas	Instrumentos	Datos a observar
Fichaje	Fichas bibliográficas, resumen, descripción y resumen.	El marco conceptual teórico, recogiendo y poniendo a prueba la máxima información relacionada con el trabajo de investigación.
Cuestionarios	Cuestionarios de las satisfacciones de necesidades.	La descripción de los niveles de las de las necesidades en la construcción de la vía del Jr. Tupac Amaru tramo Rio Chilca - Av. 9 de diciembre, distrito de Chilca - Huancayo - Junín.

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Instrumento

Con la información obtenida a través de un procesamiento de datos y un análisis de investigación. Es en cuanto a la variable de proyectos se elabora del informe mensual y su cronograma de Gantt para parametrar las actividades realizadas, así también se presenta los avances de obra.

3.4.3. Confiabilidad

“La confiabilidad de un instrumento de medida se refiere al grado en que produce resultados cuando se aplica repetidamente a la misma persona y objeto” (Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p. 200).

La información de este informe técnico represento a los trabajos realizados en la ejecución de la obra con el fin poder obtener la mayor cantidad de datos y los mejores controles de obra proyectas en la ejecución de la obra.

3.4.4. Procesamiento y Análisis de la Información

Se utilizan modelos de tablas numéricos y gráficos, y se utiliza software descriptivo como Ms-Excel v. 2013 y el mundo; dónde se considerará.

Los recuentos de flujo (media aritmética, mediana y moda), la dispersión (varianza y desviación estándar y coeficiente de variación) son medidas de tendencia central. Estadísticas inferenciales, como la prueba "r" y la prueba "t" de Pearson, utilizadas en investigaciones relacionadas.

3.5. POBLACION Y MUESTRA

3.5.1. Población

Según (Saavedra Villar, 2017) “La población es el conjunto o suma de unidades de investigación, que pueden involucrar a las personas, instituciones, eventos, etc. involucrados en la investigación, y las conclusiones extraídas serán válidas”.

Mejoramiento vial del Jr. Tupac Amaru tramo Rio Chilca - Av. 9 de diciembre, distrito de chilca - Huancayo - Junín.

3.5.2. Muestra

Según (Saavedra Villar, 2017) "El tamaño de la muestra no es simplemente una cuestión de porcentaje relativo a la población, porque no importa el número de unidades, sino su representatividad".

Tramo Rio Chilca - Av. 9 de diciembre.

CAPITULO IV:

DESARROLLO DEL INFORME

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Ubicación del Proyecto

El proyecto denominado Mejoramiento vial del jr. Tupac amaru tramo Rio Chilca - Av. 9 de diciembre, distrito de Chilca - Huancayo – Junín, ubicada geográficamente:

Lugar : Jr. Túpac Amaru tramo: Rio Chilca - Av. 9 de diciembre
Sector : Chilcapata - Puzo- Auquimarca- LLamus
Distrito : Chilca
Provincia : Huancayo
Departamento : Junín

Con un presupuesto de 3, 623,821.21 (tres millones seiscientos veinte y tres mil ochocientos veinte y un con 21/100 nuevos soles) con un plazo de ejecución de 210 días calendarios (07 meses).

4.1.2. Coordenadas del Proyecto

La ubicación geográfica con coordenadas es de la siguiente manera en el Jr. Túpac Amaru tramo: Rio Chilca - Av. 9 de diciembre como límites geográficos:

Longitud Oeste : 75° 12' 30"
Latitud Sur : 12° 03' 51"
Altitud : 3,249 m.s.n.m.
Extensión : 18,189.93 M2

Los linderos del terreno del Proyecto comprenden los siguientes:

Por el Norte : Con el límite Barrio Chilcapata
Por el Sur : Con el límite Barrio LLamus
Por el Este : Con el sector de Puzo
Por el Oeste : Con el sector de Auquimarca



Fotografía 1.- Levantamiento Topografico

4.1.3. Situación Inicial del Proyecto

La zona en estudio, cuenta con los servicios habilitados siguientes:

- a. Red de desagüe pluvial:** el desagüe pluvial del Jr. Tupac Amaru tramo Rio Chilca - Av. 9 de diciembre, no está considerado en el proyecto porque pertenece a otra función programática, recomendándose se realice un proyecto de inversión pública aparte para el desagüe pluvial del Jr. Túpac Amaru y las zonas aledañas, debiendo realizarse su construcción física antes de la ejecución del presente expediente técnico.
- b. Red de desagüe:** En el estudio de pre inversión a nivel de perfil se menciona que se cuenta con redes de desagüe que ya cumplieron su tiempo útil, por lo que se recomienda, antes de la ejecución de la obra, se verifique esta información y se planteen las acciones necesarias para la formulación del proyecto de inversión pública respectivo.
- c. Red de agua potable:** En el estudio de pre inversión a nivel de perfil se menciona que se cuenta con redes de agua potable que cumplieron su tiempo útil, por lo que se recomienda, antes de la ejecución de la obra, se verifique esta información y se planteen las acciones necesarias para la formulación del proyecto de inversión pública respectivo.

4.1.4. Antecedentes antes de la Construcción

La zona que se intervino en la ejecución comprende al Jr. Túpac Amaru tramo: Rio Chilca - Av. 9 de Diciembre, esta zona cuenta con los servicios básicos necesarios como son: agua potable, desagüe y alumbrado público, muy a pesar de ello se aprecia deficiencias en el servicio de alcantarillado, la zona a intervenir puesto que cuenta con los servicios que cubren las necesidades básicas aún no ha logrado alcanzar un desarrollo adecuado y por ende mejorar la calidad de vida de los vecinos, esto se debe al desinterés tanto de los vecinos como de la entidad (Municipalidad) durante los últimos años; a ello se suma la falta de cultura ambiental que tienen algunos vecinos, puesto que sus prácticas y costumbres no son las más adecuadas ya que en ciertas ocasiones se aprecia que arrojan la basura a la vía, del mismo modo las partículas de polvo que se generan en esta zona sin pavimento ocasionan en la población molestias que los convierte vulnerables a sufrir de enfermedades respiratorias, repercutiendo en el tiempo un deterioro de su salud.

El Proyecto se desarrolló dentro de la faja utilizada como vía pública la misma que es de uso general para el tránsito peatonal y vehicular y se ubica en el tramo Jr. Tupac Amaru tramo Rio Chilca Av. 9 de diciembre; bajo la jurisdicción de distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín.



Fotografía 2.- Antecedentes de la construcción

La extensión de terreno a intervenir equivale a 12,899.83 m² de pavimento flexible con dos secciones viales: Tramo Río Chilca – Leoncio Prado con una sección de vía de 12.00 m y cunetas en ambos márgenes de la calzada con un ancho de 0.40m, Tramo Leoncio Prado – 9 de Diciembre con una sección de vía de 14.00m y cunetas en ambos márgenes de la calzada con un ancho de 0.40m cada una. En cuanto a la acera peatonal se tiene un área de 6,323.87 M2 incluyendo jardinería. Haciendo un total de área intervenida para mejoramiento de pistas y veredas de 19,223.70 M2.



Fotografía 3.- Trabajos de movimiento de Tierras

4.1.5. Estudios Preliminares de Campo

4.1.5.1. Estudio de Mecánica de Suelos

Con el propósito poder diseñar una estructura optima para la vía intervenida se realizó estudios de acuerdo a las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (E-050: Suelos Y Cimentaciones, Ce-010: Pavimentos Urbanos), donde los presentes estudios se analizaron a acorde con el expediente técnico determinando la necesidad de corroboración de datos con la finalidad de diseñar la estructura del pavimento se han realizado 05 calicatas, cantidad mínima requerida según la Norma Técnica C.E.010: Pavimentos Urbanos, del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual establece que para vías locales se deben de realizar 01 punto de exploración cada 3,600m².

Dicho estudio fue realizado en la empresa de IMUPESAC, dichas calicatas tuvieron una profundidad de mínima de 1.60 metros, y las ubicaciones abordaron el área representativa a trabajar, de los cuales se realizaron

diferentes ensayos siendo el primordial el ensayo de CBR (California Bearing Ratio) siendo 01 por cada calicata intervenida.

a. Muestreo y Registro de Exploraciones: El método de ejecución de las calicatas fue “a cielo abierto”, en donde se obtuvieron muestras representativas de cada horizonte de suelo, las muestras de suelo fueron obtenidas por los profesionales y técnicos del laboratorio encargado, desde la excavación de calicatas, hasta la obtención de muestras, siendo enviadas al laboratorio envueltas en bolsas de polietileno con sus respectivas fichas de identificación.

Durante la investigación de campo, se llevó un registro, que registró la ubicación de cada punto donde se realizó el muestreo, describiendo el rango propuesto en el estudio. Y el grosor de cada capa de terreno.



Fotografía 4.- Identificación de la vía a intervenir

b. Ensayos de Laboratorio: En el laboratorio, se determinaron las características de las muestras extraídas del suelo; realizándose los siguientes ensayos:

- **Análisis Granulométrico.** - realizándose de acuerdo a las normas y a las especificaciones normadas por el ASTM-D-422, la fracción menor de la malla N.º 200 se determinó en base a la clasificación de suelos.

- **Límites de Atterberg.** - se efectuaron las pruebas del híbrido, plástico, material que pasa la malla N° 40 de acuerdo a las normas ASTM-D-423 y ASTM-D-424, con estos ensayos se obtuvo el valor del índice de plasticidad.
- **Ensayo de Compactación (Proctor Modificado).** - se realizó este ensayo con el fin de determinar la máxima densidad y óptima humedad de las muestras de los suelos correspondientes, este ensayo se llevó a cabo según la norma ASTM-D-1557.
- **California Bearing Ratio (CBR).** - este ensayo se realizó para determinar la capacidad portante del suelo, para lo cual se ejecutó ensayos de penetración y expansión en las muestras de los suelos compactados a la máxima densidad y óptima humedad después de un periodo de saturación de 72 horas continuas, habiendo obtenido las cargas de fuerza de penetración lo que nos permitió el cálculo CBR de las muestras.

Se obtienen los siguientes resultados de los análisis a las muestras extraídas en campo al ensayo del CBR.

Tabla 2.- CBR de diseño

CALICATA	CBR .1"
	AL 95%
C1	10.49
C2	9.74
C3	9.37
C4	5.25
C5	10.12



Fotografía 5.- Puntos para alineamiento y estudio de mecánica de suelos

4.1.5.2. Proctor Modificado

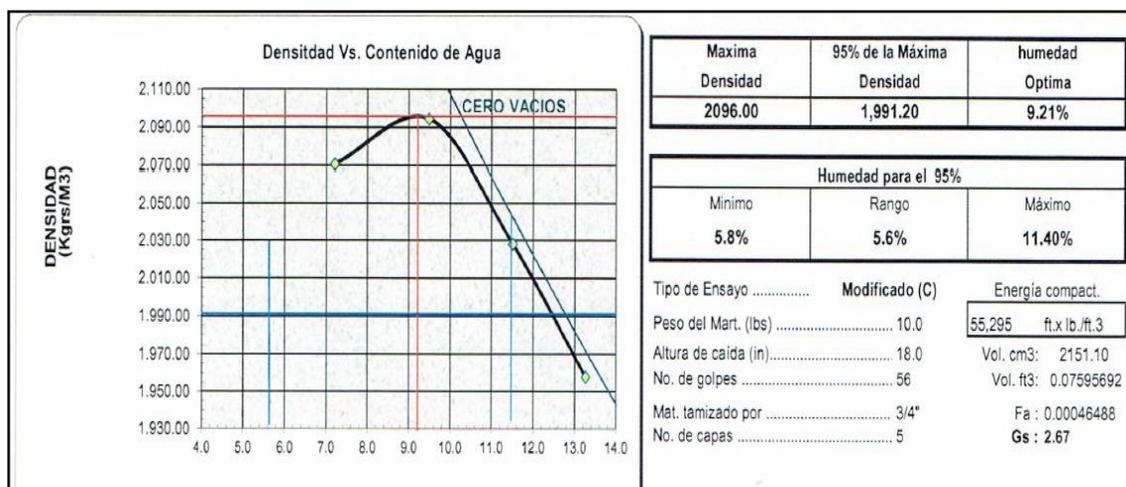
Para la exploración de sondajes en campo se determinó de acuerdo a las normas establecidas A.N.S.I – ASTM – 1556, donde se extrajo muestras representativas de los suelos, los cuales son protegidas para el análisis respectivo.

Tabla 3.- Proctor Modificado

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
2	3275.00					2151.10
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1		Punto. 2		Punto. 3	
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	-1%		1%		3%	
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	8.050.00		8.208.00		8.140.00	
3 - Peso neto muest. compac. (Gr.), (2-a)	4.775.00		4.933.00		4.865.00	
4 - Recipiente N°.	004	013	009	011	003	007
5 - Peso del recipiente (Gr.)	26.44	15.10	27.17	27.42	26.09	26.88
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	95.99	93.67	115.14	119.28	117.53	111.22
7 - Peso seco + recipiente (Gr..)	91.49	88.19	107.30	111.55	107.84	102.75
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	4.50	5.48	7.84	7.73	9.69	8.47
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	65.05	73.09	80.13	84.13	81.75	75.87
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	6.92	7.50	9.78	9.19	11.85	11.16
10.1 - % Humedad al horno promedio	7.21		9.49		11.51	
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	2.219.79		2.293.25		2.261.63	
12 - Densidad seca al horno (11 /(10.1+100))	2.070.56		2.094.55		2.028.22	

Obteniendo la siguiente grafica del optimo contenido de humedad vs su máxima densidad seca:

Ilustración 8.-Grafica del optimo contenido de humedad vs su máxima densidad seca



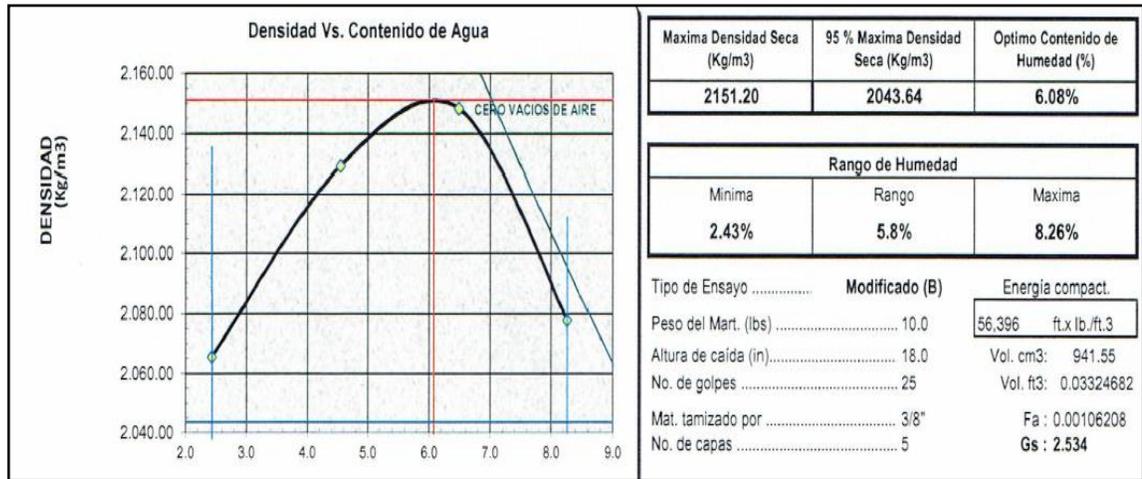
Muestra representativa N° 02 de material de la base granular.

Tabla 4.- Muestra representativa N° 02 de material de la base granular

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	1758.00					941.55
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1		Punto. 2		Punto. 3	
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	1%		3%		5%	
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	3.750.00		3.854.00		3.912.00	
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	1,992.00		2,096.00		2,154.00	
4 - Recipiente N°.	003	011	008	016	007	012
5 - Peso del recipiente (Gr.)	27.17	27.41	27.72	15.39	26.20	26.44
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	105.36	102.87	94.52	82.45	99.28	101.67
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	103.35	101.23	91.48	79.67	94.88	97.03
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	2.01	1.64	3.04	2.78	4.40	4.64
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	76.18	73.82	63.76	64.28	68.68	70.59
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	2.64	2.22	4.77	4.32	6.41	6.57
10.1 - % Humedad al horno promedio	2.43		4.55		6.49	
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	2.115.66		2.226.12		2.287.72	
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	2.065.47		2.129.31		2.148.30	

Obteniendo la siguiente grafica del optimo contenido de humedad vs su máxima densidad seca de la muestra N°02:

Ilustración 9.- Grafica del optimo contenido de humedad vs su máxima densidad seca de la muestra N°02



4.1.5.3. Densidad de Campo en la Sub rasante

Se realizó el ensayo de densidad de campo mediante el método del Cono de Arena con lo cual se ha determinado el empleo de 20 ensayos de densidad campo obtenidos los siguientes grados de compactación para los tramos intervenidos. Este ensayo nos permite obtener la densidad del terreno y así poder determinar el grado de compactación del suelo para las edificaciones y cuanto a su humedad y su densidad. Existiendo diferentes métodos de compactación se determinan el uso de método del cono de Arena.

Obteniendo el cuadro representativo de la densidad de campo en la sub rasante.

Tabla 5.- Densidad de Campo en la Sub rasante

D E N S I D A D D E C A M P O									
1	Peso de frasco + arena	(g)		7350	7240	6355	7048	6760	6495
2	Peso de frasco + arena que queda	(g)		1795	1525	1340	1645	1846	1468
3	Peso de arena empleada	(g)	1 - 2	5555	5715	5015	5403	4914	5027
4	Peso de arena en el Cono y Placa	(g)		1685	1702	1702	1702	1702	1702
5	Peso de arena en el hoyo	(g)	3 - 4	3870	4013	3313	3701	3212	3325
6	Peso unitario de la arena	(g/cm ³)		1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430
7	Volumen del hoyo	(cm ³)	5 / 6	2706.3	2806.3	2317	2588	2246	2325
	Altura de Hoyo Aproximado	cm	(7*4)/(n*15.2*15.2)	14.9	15.5	12.8	14.3	12.4	12.8
8	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)		5880	6310	5480	5640	4890	4926
9	Peso del recipiente	(g)		10	10	10	10	10	10
10	Peso del suelo húmedo	(g/cm ³)	8 - 9	5870	6300	5470	5630	4880	4916
11	Densidad del suelo húmedo	(g/cm ³)	10 / 7	2.169	2.245	2.361	2.175	2.173	2.114

El contenido de Humedad

Tabla 6.- El contenido de Humedad de la sub rasante

C O N T E N I D O D E H U M E D A D									
Ensayo N°				7	8	9	10	11	12
RECIPIENTE		N°		15	12	16	18	20	22
12	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)		78.99	85.65	104.01	106.55	103.92	94.65
13	Peso del recipiente + suelo seco	(g)		73.62	78.02	90.18	100.35	96.43	90.18
14	Agua	(g)	12 - 13	5.37	7.63	13.83	6.20	7.49	4.47
15	Peso del recipiente	(g)		14.75	15.87	15.77	27.03	14.61	15.86
16	Suelo seco	(g)	13 - 15	58.87	62.15	74.4	73.3	81.8	74.3
17	Humedad	(%)	(14 * 100) / 16	9.12	12.28	18.59	8.46	9.15	6.01
18	Densidad del suelo seco	(g/cm ³)	(11*100)/(17+100)	1.988	1.999	1.991	2.006	1.990	1.994

Determinación de Fracción Gruesa

Tabla 7.- Determinación de Fracción Gruesa de la sub rasante

D E T E R M I N A C I O N D E L A F R A C C I O N G R U E S A									
19	Peso total del suelo seco	(g)	(10*100)/(17+100)	5379.31	5611.13	4612.678	5191.041	4470.738	4637.1
20	Peso fracción gruesa	(g)		1050.0	1320.0	978.0	1055.0	695.0	850.0
21	Fracción gruesa	(%)	(20/19)*100	19.52	23.52	21.20	20.32	15.55	18.33
22	Peso específico de la fracción gruesa	(g/cm ³)		2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200

Corrección de la densidad del Proctor Modificado y determinación del grado de compactación de la sub rasante

Tabla 8.- Corrección de la densidad del Proctor Modificado de la sub rasante

CORRECCIÓN DE LA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO									
23	Volumen de la fracción gruesa	(cm ³)	20 / 22	477.27	600.00	444.55	479.55	315.91	386.36
24	Peso de la fracción fina	(g)	19 - 20	4329.3	4291.1	3634.7	4136.0	3775.7	3787.1
25	Volumen de la fracción fina	(cm ³)	7 - 23	2229.02	2206.29	1872.24	2108.57	1930.24	1938.81
26	Densidad seca de la fracción fina	(g/cm ³)	24 / 25	1.94	1.94	1.941	1.962	1.956	1.953
27	Máxima Densidad (Proctor Modificado)	(g/cm ³)		2.096	2.096	2.096	2.096	2.096	2.096
28	Optimo contenido de humedad	(%)		9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21
29	Correc. Densidad Proctor (fracción gruesa > 40%)	(g/cm ³)	*	-	-	-	-	-	-
DETERMINACIÓN DEL GRADO DE COMPACTACIÓN									
30	Compactación			95	95	95	96	95	95

Se observa que el grado de compactación de la sub rasante es de 95%.

4.1.5.4. Densidad de Campo en la Sub base

Se realizó el ensayo de densidad de campo mediante el método del Cono de Arena con lo cual se ha determinado de densidad campo obtenido los siguientes grados de compactación para los tramos intervenidos en la sub base granular.

Obteniendo el cuadro representativo de la densidad de campo en la sub base granular.

Tabla 9.- Densidad de Campo en la Sub base

D E N S I D A D D E C A M P O						
1	Peso de frasco + arena	(g)			7140	7000
2	Peso de frasco + arena que queda	(g)			3250	2950
3	Peso de arena empleada	(g)	1 - 2		3890	4050
4	Peso de arena en el Cono y Placa	(g)			1702	1702
5	Peso de arena en el hoyo	(g)	3 - 4		2188	2348
6	Peso unitario de la arena	(g/cm ³)			1.430	1.430
7	Volumen del hoyo	(cm ³)	5 / 6		1530.1	1642.0
	Altura de Hoyo Aproximado	cm	(7*4)/(π*15.2*15.2)		8.4	9.0
8	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)			3474	3738
9	Peso del recipiente	(g)			10	10
10	Peso del suelo húmedo	(g/cm ³)	8 - 9		3464	3728
11	Densidad del suelo húmedo	(g/cm ³)	10 / 7		2.264	2.270

El contenido de Humedad de la sub base granular

Tabla 10.- El contenido de Humedad de la sub base granular

C O N T E N I D O D E H U M E D A D						
Ensayo N°				1	2	
RECIPIENTE		N°		13	14	
12	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)		92.81	101.06	
13	Peso del recipiente + suelo seco	(g)		90.26	98.62	
14	Agua	(g)	12 - 13	2.55	2.44	
15	Peso del recipiente	(g)		15.12	26.98	
16	Suelo seco	(g)	13 - 15	75.14	71.64	
17	Humedad	(%)	$(14 * 100) / 16$	3.39	3.41	
18	Densidad del suelo seco	(g /cm ³)	$(11*100)/(17+100)$	2.190	2.196	

Determinación de Fracción Gruesa de la sub base granular

Tabla 11.- Determinación de Fracción Gruesa de la sub base granular

D E T E R M I N A C I O N D E L A F R A C C I O N G R U E S A						
19	Peso total del suelo seco	(g)	$(10*100)/(17+100)$	3350.30	3605.21	
20	Peso fracción gruesa	(g)		830.0	822.0	
21	Fracción gruesa	(%)	$(20/19)*100$	24.77	22.80	
22	Peso específico de la fracción gruesa	(g /cm ³)		2.258	2.258	

Corrección de la densidad del Proctor Modificado

Tabla 12.- Corrección de la densidad del Proctor Modificado de la sub base

C O R R E C C I O N D E L A D E N S I D A D D E L P R O C T O R M O D I F I C A D O						
23	Volumen de la fracción gruesa	(cm ³)	20 / 22	367.54	363.99	
24	Peso de la fracción fina	(g)	19 - 20	2520.3	2783.2	
25	Volumen de la fracción fina	(cm ³)	7 - 23	1162.53	1277.96	
26	Densidad seca de la fracción fina	(g /cm ³)	24 / 25	2.168	2.178	
27	Máxima Densidad (Proctor Modificado)	(g /cm ³)		2.151	2.151	
28	Optimo contenido de humedad	(%)		6.08	6.08	
29	Correc. Densidad Proctor (fracción gruesa > 40%)	(g /cm ³)	*	-	-	
D E T E R M I N A C I O N D E L G R A D O D E C O M P A C T A C I O N						
30	Compactación			101	101	

Se observa que el grado de compactación de la sub base granular es de 101%.



Fotografía 6.-.- Grado de compactación de la sub base granular

4.1.5.5. Densidad de Campo en la Base

Se realizó el ensayo de densidad de campo mediante el método del Cono de Arena con lo cual se ha determinado de densidad campo obtenido los siguientes grados de compactación para los tramos intervenidos de la base granular.

Obteniendo el cuadro representativo de la densidad de campo en la base granular.

Tabla 13.- Densidad de campo en la base granular

		D E N S I D A D D E C A M P O						
1	Peso de frasco + arena	(g)		7974	7926	7880	7864	7826
2	Peso de frasco + arena que queda	(g)		2770	2770	2727	2640	2627
3	Peso de arena empleada	(g)	1 - 2	5204	5156	5153	5224	5199
4	Peso de arena en el Cono y Placa	(g)		1685	1702	1702	1702	1702
5	Peso de arena en el hoyo	(g)	3 - 4	3519.006	3454.15	3451.288	3522.336	3497.45
6	Peso unitario de la arena	(g /cm ³)		1.430	1.430	1.430	1.430	1.430
7	Volumen del hoyo	(cm ³)	5 / 6	2460.8	2415.5	2413	2463	2446
	Altura de Hoyo Aproximado	cm	(7*4)/(π*15.2*15.2)	13.6	13.3	13.3	13.6	13.5
8	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)		6006	5968	5874	5986	5842
9	Peso del recipiente	(g)		10	10	10	10	10
10	Peso del suelo húmedo	(g /cm ³)	8 - 9	5996	5958	5864	5976	5832
11	Densidad del suelo húmedo	(g /cm ³)	10 / 7	2.437	2.467	2.430	2.426	2.385

El contenido de Humedad de la base granular

Tabla 14.- El contenido de Humedad de la base granular

C O N T E N I D O D E H U M E D A D					7	8	9	10	11
Ensayo N°									
RECIPIENTE		N°		1	8	9	4	6	
12	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)		76.44	85.62	104.01	104.62	100.10	
13	Peso del recipiente + suelo seco	(g)		69.41	77.45	95.02	96.41	91.88	
14	Agua	(g)	12 - 13	7.03	8.17	8.99	8.21	8.22	
15	Peso del recipiente	(g)		14.75	15.87	15.77	27.03	14.61	
16	Suelo seco	(g)	13 - 15	54.66	61.58	79.3	69.4	77.3	
17	Humedad	(%)	$(14 * 100) / 16$	12.86	13.27	11.34	11.83	10.64	
18	Densidad del suelo seco	(g /cm ³)	$(11*100)/(17+100)$	2.159	2.178	2.182	2.169	2.155	

Determinación de Fracción Gruesa de la base granular

Tabla 15.- Determinación de Fracción Gruesa de la base granular

D E T E R M I N A C I O N D E L A F R A C C I O N G R U E S A								
19	Peso total del suelo seco	(g)	$(10*100)/(17+100)$	5312.71	5260.12	5266.56845	5343.663874	5271.243888
20	Peso fracción gruesa	(g)		876.0	984.0	1008.0	1178.0	934.0
21	Fracción gruesa	(%)	$(20/19)*100$	16.49	18.71	19.14	22.04	17.72
22	Peso específico de la fracción gruesa	(g /cm ³)		2.200	2.200	2.200	2.200	2.200

Corrección de la densidad del Proctor Modificado

Tabla 16.- Corrección de la densidad del Proctor Modificado de base granular

C O R R E C C I O N D E L A D E N S I D A D D E L P R O C T O R M O D I F I C A D O								
23	Volumen de la fracción gruesa	(cm ³)	20 / 22	398.18	447.27	458.18	535.45	424.55
24	Peso de la fracción fina	(g)	19 - 20	4436.7	4276.1	4258.6	4165.7	4337.2
25	Volumen de la fracción fina	(cm ³)	7 - 23	2062.66	1968.22	1955.31	1927.72	2021.22
26	Densidad seca de la fracción fina	(g /cm ³)	24 / 25	2.151	2.173	2.178	2.161	2.146
27	Máxima Densidad (Proctor Modificado)	(g /cm ³)		2.151	2.151	2.151	2.151	2.151
28	Óptimo contenido de humedad	(%)		6.08	6.08	6.08	6.08	6.08
29	Correc. Densidad Proctor (fracción gruesa > 40%)	(g /cm ³)	*	-	-	-	-	-
D E T E R M I N A C I O N D E L G R A D O D E C O M P A C T A C I O N								
30	Compactación			100	101	101	100	100

Se observa que el grado de compactación de la base granular es de 100%.



Fotografía 7.- Grado de compactación de la sub base granular

4.1.6. Estudios de Diseño Geométrico

Para la vía intervenida Av. Tupac amaru, de acuerdo al plan de desarrollo urbano de Huancayo (2006-2011) vigente, le corresponde la clasificación de vía local.

Ilustración 10.- Estudios de diseño geométrico



4.1.6.1. Determinación de la Sección Transversal Típica

a. Diseño vial Jr. Túpac Amaru (Tramo: Rio Chilca – Av. Leoncio Prado):

- Sección Normada :12.00 m.

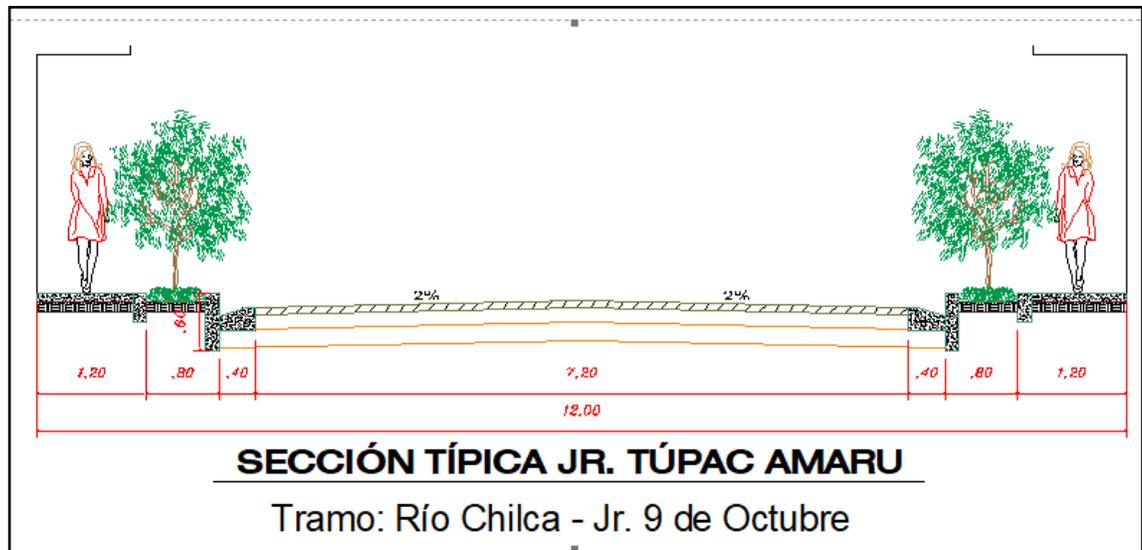
- Acera Laterales (2) : 1.20 m.
- Jardín lateral : 0.80 m.
- Cuneta : 0.40 m.
- Calzada Vehicular : 7.20 m.

Tabla 17.- Diseño vial Jr. Túpac Amaru (Tramo: Río Chilca – Av. Leoncio Prado)

VEREDAS	: 1.20 M	(Ambos lados)
DRENAJE	: 0.40 M	(Ambos lados)
JARDIN	: 0.80 M	(Ambos lados)
CALZADA	: 7.20 M	

- Sección Propuesta (Grafico):

Ilustración 11.- Seccion Tipica Jr. Tupac Amaru (tramo Rio Chilca - Jr. 9 de Octubre)



b. Diseño vial Túpac Amaru (Av. Leoncio Prado – Av. 9 de diciembre)

- Sección Normada : 14.00 m.
- Acera Laterales (2) : 1.80 m.

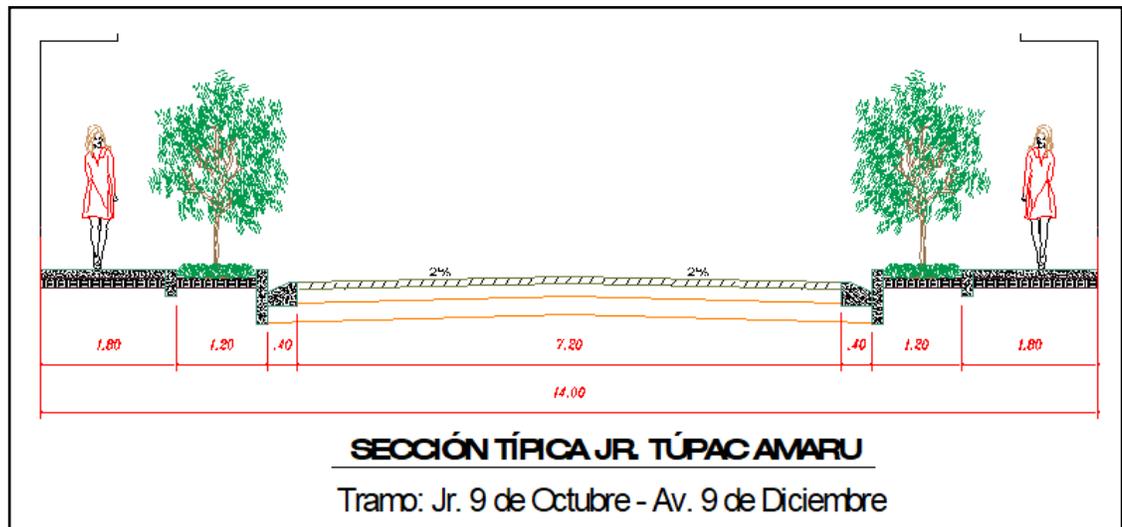
- Jardín lateral : 1.20 m.
- Cuneta : 0.40 m.
- Calzada Vehicular : 7.20 m

Tabla 18.- Diseño vial Túpac Amaru (Jr. 9 de octubre - Av. 9 de diciembre)

VEREDAS	: 1.80 M	(Ambos lados)
DRENAJE	: 0.40 M	(Ambos lados)
JARDIN	: 1.20 M	(Ambos lados)
CALZADA	: 7.20 M	

- Sección Propuesta (Grafico):

Ilustración 12.- Seccion Tipica Jr. Tupac Amaru (tramo Jr. 9 de Octubre - Av. 9 de Diciembre)



4.1.6.2. Parámetros de diseño Geométrico:

a. Los parámetros de diseño para estas vías son los siguientes:

- Longitud del tramo : Variable

- Velocidad Directriz : 30 Km/hr
- Ancho de la vía : Entre 12.00m y 14.00m.
- Ancho de vereda peatonal : Entre 1.20m y 1.80m.
- Sección de calzada vehicular : 7.20m.
- Cunetas : 0.40 m a ambos extremos de la vía
- Bombeo de calzado : 2.0%

4.1.7. Estudios de Diseño Estructural del Pavimento

Al efectuar los estudios de tráfico correspondiente, analizando el tráfico vehicular total, el tráfico proyectado, el tráfico generado y finalmente, determinar la cantidad de números de ejes equivalentes dentro del periodo de diseño.

4.1.7.1. Parámetros de Diseño Geométrico:

En el desarrollo del presente se verifico el estudio de tráfico la cual contempló las siguientes etapas

- **Evaluación de la Zona y Tráfico:** Se realizó “In Situ” para determinar previamente la ubicación de los puntos de conteo del aforo vehicular, coordinaciones logísticas para el personal de conteo, así como para una evaluación previa de los tipos de vehículos que transitan por las zonas de estudio.
- **Metodología del Trabajo de campo:** Se basó en las observaciones realizadas en cada una de las estaciones de conteo establecidas en la zona de trabajo por parte del personal capacitado para tales labores, para el desarrollo del trabajo de campo, se tuvieron las siguientes etapas:
- **Cálculo De Ejes Equivalentes:** Para la conversión de vehículos a ejes equivalentes se tuvieron en consideración los siguientes parámetros.

4.1.7.2. Determinación del EAL:

El EAL se calcula multiplicando el número de vehículos de cada clase de peso, por el factor camión y sumando los productos. Para la determinación de los pesos por eje de cada vehículo, emplearemos el reglamento de peso y dimensión vehicular:



Fotografía 8.- Conteo vehicular en punto crítico.

Para cada vehículo identificado en el aforo se halla el factor equivalente de carga (FEC) ello considerando el peso por eje de cada tipo de vehículo, con el efecto de evaluar el efecto dañino, en un pavimento flexible, de las cargas diferentes a un eje estándar por ello se han considerado factores de equivalencia de carga por eje ellos obtenidos a partir de los resultados experimentales del ASSHTO, los resultados obtenidos han permitido determinar la equivalencia entre cargas diferentes transmitidas al pavimento por el mismo sistema de ruedas y ejes como se muestra.

- **Periodo de Diseño:** 10 años
- **Trafico Desviado** : Es el 30% del tráfico contado en el Jr. Tupac Amaru.
- **Trafico Generado** : Se consideró el 40% del tráfico contado en la Jr. Tupac Amaru.

- **Trafico Proyectado:** Para vehículos ligeros se utilizó la tasa de crecimiento de la provincia de Huancayo y para la proyección de vehículos pesados el PBI.
- **Índice Medio Diario** : Para nuestro caso, es la sumatoria del tráfico desviado y generado.
- **Índice Medio Diario Anual:** Es la multiplicación del INDICE MEDIO DIARIO x 365 días

4.1.7.3. **Conteo Vehicular**

El conteo vehicular se realizó en los días 21 de marzo hasta el día 25 de marzo, realizando una contabilización vehicular por un periodo de 24 horas y en el punto de la Av. Tupac Amaru – Chilca y en el punto de estación con código E-01 y atravez de un sentido de que va desde el Jr. Tupac Amaru.



Fotografía 8.- Identificación de puntos de alta densidad Vehicular

Ilustración 13.- Volumen de tráfico de promedio Diario 21/03/2014

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																				
TRAMO: AV. TUPAC AMARU - CHILCA CODIGO DE ESTACION: E-01 ESTACION: 01 SENTIDO: AV. TUPAC AMARU - JR. HUALLAGA																		DIA : VIERNES 21/03/14		
HORA	VEHICULOS LIGEROS					VEHICULOS PESADOS													TOTAL	%
	AUTO MOVIL	CMTA PICK UP	CMTA	COMBI	OMNIBUS		CAMION			SEMITRAYLERS				TRAYLERS						
					B-2E	B-3E	C-2E	C-3E	C-4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00	01	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.93
01	02	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.93
02	03	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.86
03	04	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.24
04	05	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.55
05	06	1	1	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	10	3.10
06	07	2	1	2	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5.26
07	08	2	1	2	10	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	19	5.88
08	09	3	1	2	10	2	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	23	7.12
09	10	4	1	1	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.57
10	11	3	1	1	10	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5.26
11	12	4	2	1	10	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	21	6.50
12	13	2	2	3	10	2	0	2	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	27	8.36
13	14	1	2	3	10	2	0	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	25	7.74
14	15	2	2	1	10	0	0	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	23	7.12
15	16	1	1	2	10	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5.26
16	17	2	1	1	10	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	17	5.26
17	18	2	1	1	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.95
18	19	2	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.02
19	20	2	1	2	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.02
20	21	1	1	2	6	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14	4.33
21	22	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.86
22	23	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.93
23	24	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.93
TOTAL	44	22	37	154	6	0	21	9	13	12	3	2	0	0	0	0	0	0	323	
%	13.62	6.81	11.46	47.68	1.86	0.00	6.50	2.79	4.02	3.72	0.93	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		100.00

Ilustración 14.- Volumen de tráfico de promedio Diario 22/03/2014

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																					
TRAMO: AV. TUPAC AMARU - CHILCA CODIGO DE ESTACION: E-01 ESTACION: 01 SENTIDO: AV. TUPAC AMARU - JR. HUALLAGA																			DIA : SÁBADO 22/03/14		
HORA	VEHICULOS LIGEROS					VEHICULOS PESADOS														TOTAL	%
	AUTO MOVIL	CMTA PICK UP	CMTA	COMBI	OMNIBUS		CAMION			SEMITRAYLERS				TRAYLERS							
					B-2E	B-3E	C-2E	C-3E	C-4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00	01	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.62	
01	02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.31	
02	03	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23	
03	04	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23	
04	05	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23	
05	06	2	2	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	11	3.38	
06	07	2	1	2	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5.23	
07	08	2	2	0	10	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	18	5.54	
08	09	3	2	0	10	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	20	6.15	
09	10	3	3	2	10	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	6.46	
10	11	4	1	2	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.54	
11	12	3	3	4	10	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	24	7.38	
12	13	2	3	3	10	2	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	26	8.00	
13	14	1	3	2	10	2	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	23	7.08	
14	15	2	3	5	10	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	25	7.69	
15	16	1	3	4	10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	6.15	
16	17	1	1	3	10	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	18	5.54	
17	18	2	1	3	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.92	
18	19	1	2	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4.62	
19	20	2	1	1	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.69	
20	21	1	1	1	6	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.00	
21	22	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.54	
22	23	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23	
23	24	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23	
																			0	0	
TOTAL	40	37	42	150	6	0	18	8	11	12	0	1	0	0	0	0	0	0	325		
%	12.31	11.38	12.92	46.15	1.85	0.00	5.54	2.46	3.38	3.69	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		100.00	

Ilustración 15.- Volumen de tráfico de promedio Diario 23/03/2014

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																				
TRAMO: AV. TUPAC AMARU - CHILCA CODIGO DE ESTACION: E-01 ESTACION: 01 SENTIDO: AV. TUPAC AMARU - JR. HUALLAGA																			DIA : DOMINGO 23/03/14	
HORA	VEHICULOS LIGEROS					VEHICULOS PESADOS													TOTAL	%
	AUTO	CMTA PICK	CMTA	COMBI	OMNIBUS			CAMION			SEMITRAYLERS				TRAYLERS					
	MOVIL	UP			B-2E	B-3E	C-2E	C-3E	C-4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00	01	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.62
01	02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.31
02	03	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23
03	04	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23
04	05	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23
05	06	2	2	1	2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	11	3.38
06	07	2	1	2	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	4.31
07	08	2	2	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.00
08	09	3	2	0	8	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.85
09	10	3	3	2	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5.23
10	11	4	1	2	8	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.54
11	12	3	3	4	8	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	23	7.08
12	13	2	3	3	8	2	0	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	24	7.38
13	14	1	3	2	8	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	22	6.77
14	15	2	3	5	8	0	0	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	26	8.00
15	16	1	3	4	8	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5.85
16	17	1	1	3	6	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	14	4.31
17	18	2	1	3	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	4.31
18	19	1	2	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.00
19	20	2	1	1	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3.69
20	21	1	1	1	6	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4.00
21	22	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.54
22	23	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23
23	24	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23
																			0	0
TOTAL		40	37	42	122	6	0	22	8	12	5	4	1	1	0	0	0	0	300	
%		12.31	11.38	12.92	37.54	1.85	0.00	6.77	2.46	3.69	1.54	1.23	0.31	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00		92.31

Ilustración 16.- Volumen de tráfico de promedio Diario 24/03/2014

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO (AMBOS SENTIDOS)																				
TRAMO: AV. TUPAC AMARU - CHILCA CODIGO DE ESTACION: E-01 ESTACION: 01 SENTIDO: AV. TUPAC AMARU - JR. HUALLAGA																			DIA : LUNES 24/03/14	
HORA	VEHICULOS LIGEROS					VEHICULOS PESADOS													TOTAL	%
	AUTO	CMTA PICK	CMTA	COMBI	OMNIBUS			CAMION			SEMITRAYLERS				TRAYLERS					
	MOVIL	UP			B-2E	B-3E	C-2E	C-3E	C-4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00	01	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.68
01	02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.23
02	03	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.37
03	04	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.59
04	05	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.59
05	06	4	4	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	16	3.64
06	07	4	2	4	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5.01
07	08	4	4	0	10	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	22	5.01
08	09	6	4	0	10	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	26	5.92
09	10	6	6	4	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	6.38
10	11	8	2	4	10	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.15
11	12	6	6	8	10	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	7.52
12	13	4	6	6	10	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	30	6.83
13	14	2	6	4	10	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	26	5.92
14	15	4	6	10	10	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	32	7.29
15	16	2	6	8	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6.15
16	17	2	2	6	11	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	24	5.47
17	18	4	2	6	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5.47
18	19	2	4	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5.47
19	20	4	2	2	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.64
20	21	2	2	2	6	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3.64
21	22	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.82
22	23	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.59
23	24	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1.59
TOTAL		80	74	84	155	6	0	17	6	7	9	1	0	0	0	0	0	0	439	
%		18.22	16.86	19.13	35.31	1.37	0.00	3.87	1.37	1.59	2.05	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		100.00

Ilustración 17.- Volumen de tráfico de promedio Diario 25/03/2014

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																				
TRAMO: AV. TUPAC AMARU - CHILCA CODIGO DE ESTACION: E-01 ESTACION: 01 SENTIDO: AV. TUPAC AMARU - JR. HUALLAGA																		DIA : MARTES 25/03/14		
HORA	VEHICULOS LIGEROS					VEHICULOS PESADOS													TOTAL	%
	AUTO	CMTA PICK	CMTA	COMBI	OMNIBUS			CAMION			SEMITRAYLERS				TRAYLERS					
	MOVIL	UP			B-2E	B-3E	C-2E	C-3E	C-4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00	01	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.62
01	02	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.62
02	03	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23
03	04	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.92
04	05	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1.54
05	06	1	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.85
06	07	1	1	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	15	4.62
07	08	2	1	1	10	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16	4.92
08	09	2	2	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4.62
09	10	3	3	1	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5.54
10	11	4	1	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	19	5.85
11	12	3	3	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	6.46
12	13	2	3	4	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20	6.15
13	14	1	3	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.92
14	15	2	3	4	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20	6.15
15	16	1	3	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5.23
16	17	2	1	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.92
17	18	2	1	2	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.92
18	19	2	1	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4.92
19	20	2	1	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3.38
20	21	1	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2.46
21	22	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.23
22	23	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.92
23	24	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.92
																			0	0
TOTAL	37	29	45	154	0	0	6	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	276		
%	11.38	8.92	13.85	47.38	0.00	0.00	1.85	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00		84.92	

Tabla 19.- Ejes Equivalentes (ESAL Diseño)

EJE EQUIVALENTES (ESAL Diseño)								
r = 2.50%		% Tasa de Crecimiento	0.025	r = 5.00%		0.05		
n (años) = 10.00		Periodo de Diseño el cual se espera un transito promedio						
TIPO DE VEHICULOS		TRANSITO EXISTENTE 2014- (TE)	TRANSITO ATRAIDO (Tat)	TRANSITO ACTUAL (TA)	TRAFICO GENERADO (TG)	TRAFICO DESARROLLADO (TD)	TRAFICO TOTAL	VEH/AÑO
LIGERO	AUTOS	44	0	44	5	5	54	19,710
	CAMIONETA PICK UP	22	0	22	3	3	28	10,220
	CAMIONETA	37	0	37	4	4	45	16,425
	COMBI	154	0	154	16	16	186	67,890
PESADO	BUS-2E	6	0	6	1	1	8	2,920
	BUS-3E	0	0	0	0	0	0	0
	CAMION C-2E	21	0	21	3	3	27	9,855
	CAMION C-3E	9	0	9	1	1	11	4,015
	CAMION C-4E	13	0	13	2	2	17	6,205
	SEMI TRAYLER							
	2S1/2S2 ò T2S1/T2S2	12	0	12	2	2	16	5,840
	2S3 ò T2S3	3	0	3	1	1	5	1,825
	2S1/3S2 ò T2S1/T3S2	2	0	2	1	1	4	1,460
	3S3 ò T3S3	0	0	0	0	0	0	0
	TRAYLERS							
	2T2 ò C2R2	0	0	0	0	0	0	0
	2T3 ò C2R3	0	0	0	0	0	0	0
	3T2 ò C3R2	0	0	0	0	0	0	0
	3T3 ò C3R3	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL		323	0	323	39	39	401

Obteniendo así un análisis general de todo el análisis desarrollando así un diseño optimo del paquete estructural del pavimento. Los estudios se realizaron por el periodo de 21 de marzo hasta el 25 de marzo.

Tabla 20.- Tipo de Vehiculo para ESAL de diseño

TIPO DE VEHICULOS		VEH/AÑO	FEC ò FC	FACTOR PRESION	ESAL en el carril de Diseño	FACTOR DE CRECIMIENTO	ESAL de Diseño
LIGERO	AUTOS	19,710	0.0001	1	1.97	11.20	22.08
	CAMIONETA PICK UP	10,220	0.0001	1	1.02	11.20	11.45
	CAMIONETA	16,425	0.0001	1	1.64	11.20	18.40
	COMBI	67,890	0.0001	1	6.79	11.20	76.06
PESADO	BUS-2E	2,920	3.5800	2	20907.20	12.58	262,968.51
	BUS-3E	0	1.8100	1.9	0.00	12.58	0.00
	CAMION C-2E	9,855	3.5800	1	35280.90	12.58	443,759.37
	CAMION C-3E	4,015	2.5300	1.6	16252.72	12.58	204,424.97
	CAMION C-4E	6,205	2.3300	1.7	24578.01	12.58	309,139.51
	SEMI TRAYLER						
	2S1/2S2 ò T2S1/T2S2	5,840	6.6300	1.5	58078.80	12.58	730,508.90
	2S3 ò T2S3	1,825	5.3300	1.7	16536.33	12.58	207,992.12
	2S1/3S2 ò T2S1/T3S2	1,460	6.6300	1.7	16455.66	12.58	206,977.52
	3S3 ò T3S3	0	4.3200	1.9	0.00	12.58	0.00
	TRAYLERS						
	2T2 ò C2R2	0	9.6800	1.9	0.00	12.58	0.00
	2T3 ò C2R3	0	8.6300	1.9	0.00	12.58	0.00
	3T2 ò C3R2	0	8.6300	1.8	0.00	12.58	0.00
	3T3 ò C3R3	0	7.5700	1.8	0.00	12.58	0.00
							ESAL Diseño =
						ESAL Diseño =	2.37E+06

Obteniendo así conteo vehicular que es transformado a la cantidad de Ejes Equivalentes total para el diseño del pavimento flexible:

Tabla 21.- Calculo de Ejes Equivalentes

W18	1.18E+06	EJE EQUIVALENTE SOLO UN CARRIL
-----	----------	--------------------------------

4.1.7.4. Peso Vehicular

El peso vehicular es estandarizado para el diseño por el método AASHTO 93 puesto a que está definido por un factor de cargo o corrección para el tipo de vehículo que circula, obteniendo así los siguientes valores:

Tabla 22.- Peso Vehicular

EJE(S)	Neumáticos	Kilos
Simple	2	7 000
Simple	4	11 000
Doble	6	16 000
Doble	8	18 000
Triple	10	23 000
Triple	12	25 000

4.1.7.5. Factor Corrección o Destructivo (FD)

Son factores determinados en base a estudios realizados por el AASHTO.

Para ello tenemos:

Tabla 23.- Factor Corrección o Destructivo (FD)

C2	C3	C4	8X4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C3R2	C3R3	B2	B3-1
1	1.6	1.7	1.5	1.6	1.9	1.7	1.9	2	2.1	2	1.9

4.1.7.6. Proyección al Periodo De Diseño (F.C)

$$FC = [(1+i)^n - 1] / i$$

Donde:

n = Cantidad de años o periodo de diseño

i = Tasa de crecimiento ello se considera tanto para los vehículos pesado y vehículos ligeros.

Para el proyecto se han considerado unas tasas de crecimiento de:

Tabla 24.- Clasificación de Vehículos

V. Pesados	i = 5.50%	n= 10 años
V. Ligeros	i = 2.50%	

E.A.L Numero de Ejes Equivalentes: está diseñado para el periodo de diseño que es equivalente con la tasa de crecimiento.

Eje de Diseño (W18): Es el pavimento a emplear en la fórmula del diseño de la metodología AASHTO 93.

4.1.8. Diseño de Pavimento Flexible

Al efectuar los estudios de tráfico correspondiente, analizando el tráfico vehicular total, el tráfico proyectado, el tráfico generado y finalmente, determinar la cantidad de números de ejes equivalentes dentro del periodo de diseño.

4.1.8.1. Association Of State Highway And Transportation Officials:

El método utilizado para el diseño de pavimentos es AASHTO 93, que es el método de la Asociación Estadounidense de Oficiales Nacionales de Carreteras y Transporte (AASHTO). Este método determina que la estructura del pavimento debe cumplir con un cierto número de estructura.

El cálculo se basa en:

El tráfico que transcurrirá por la vía durante un determinado número de años (período de diseño)

- La resistencia del suelo que soportará el pavimento
- Los niveles de serviciabilidad deseados para la vía, tanto al inicio como al final de su vida de servicio.

Además, se deben considerar ciertos parámetros estadísticos, que se utilizan como factores de seguridad para asegurar que la solución obtenida cumpla con un cierto grado de confianza.

4.1.8.2. Numero Estructural Total

Para calcular el número total de estructura (SN) que debe cumplir la estructura del pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

Ilustración 18.- Numero Estructural Total

$$\log W_{18} = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{1094} + 2.32 \times \log M_R - 8.07 - 0.40 + \frac{0.40}{(SN+1)^{5.19}}$$

Dónde:

Log W18 : Número Total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño

Zr : Desviación Standard Normal

So : Desviación Standard de todas las variables

Pi : Serviciabilidad inicial

Pt : Serviciabilidad final

MR : Módulo de resistencia de la sub-rasante

Para la estructuración de un pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

$$SNT = a_1 D_1 + a_2 m_2 d_2 + a_3 m_3 d_3$$

Donde:

SNT : Número Estructural Total requerido
a₁; a₂; a₃ : Coeficientes estructurales de los materiales
m₂; m₃ : Coeficientes de drenaje de materiales granulares
D₁; D₂; D₃ : Espesores asumidos de las capas

Para el presente caso, al tratarse de una sola capa, la expresión se convierte en:

$$\text{SNT} = a_3 m_3 d_3$$

4.1.8.3. Soporte del Suelo Para Diseño

Para calcular el Módulo Resiliente en función del CBR, se utiliza la ecuación que correlaciona el Mr – CBR, obtenida del Appendix CC-1 “Correlation of CBR values with soil index properties” preparado el 2001 por NCHRP Project 1-37A (National Cooperative Highway Research Program), documento que forma parte de MEPDG Mechanistic - Empirical Pavement Design Guide – AASHTO interim 2008).

$$\text{Mr (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$



Fotografía 9.- Soporte del Suelo para diseño

4.1.8.4. Calidad de los Materiales a Emplearse

Los coeficientes estructurales o de capa, también se determinan en función del Mr (Módulo Resiliente). Para el presente caso, el material de cantera a emplearse es A-1-A (según la clasificación AASHTO) o GM (según la clasificación SUCS).

4.1.8.5. Definición de los Parámetros de Diseño

El método AASHTO considera el uso de ciertos parámetros, los cuales están relacionados con la confiabilidad del diseño y la usabilidad inicial y final del pavimento, por lo que se deben establecer valores.

4.1.8.6. Determinando Así los Valores del Pavimento

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos, se colocará una capa de mejoramiento de subrasante de diversos espesores a través de todo el tramo intervenido de la Jr. Tupac Amaru, mejorando de esta manera la calidad de la subrasante.

La estructura del pavimento calculada para el Jr. Tupac Amaru será la siguiente:

- **CARPETA ASFALTICA** : **0.05m (2")**
- **BASE GRANULAR** : **0.15m (6")**
- **SUB BASE GRANULAR** : **0.20m (8")**
- **MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE:** **diversos espesores**

4.1.9. Control de Calidad del Asfalto

4.1.9.1. Ensayo Marshall

El diseño de la mezcla asfáltica en caliente se desarrollo con proporciones de 60% de grava chancada y un 40 % de arena Chancada, con una dosificación de Cemento Asfáltico de PEN 85-100.

Obteniendo las siguientes características como un peso unitario de 2.309 gr/cm³, un porcentaje de vacíos de 4.8 % un V.M.A de 17.9%, vacíos llenados con cemento asfáltico en un 73.5%, un flujo establecido de 3.3

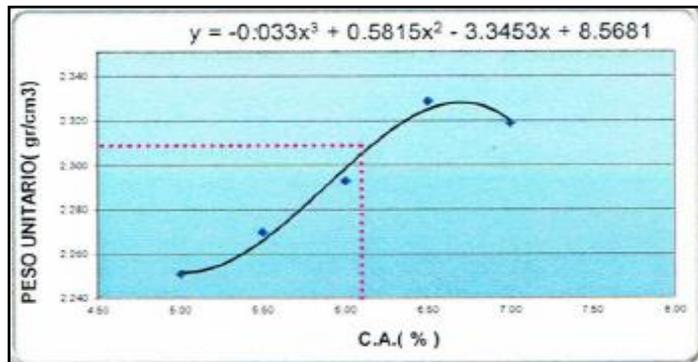
mm, una estabilidad de 967 kg y un índice de rigidez de 2.932 kg/cm, obteniendo una dosificación por metro cubico de (29 galones, 1680 kg de arena, 720 kg de grava por metro cubico) obteniendo las siguientes graficas representativas:



Fotografía 10.- Control de Temperatura del Asfalto

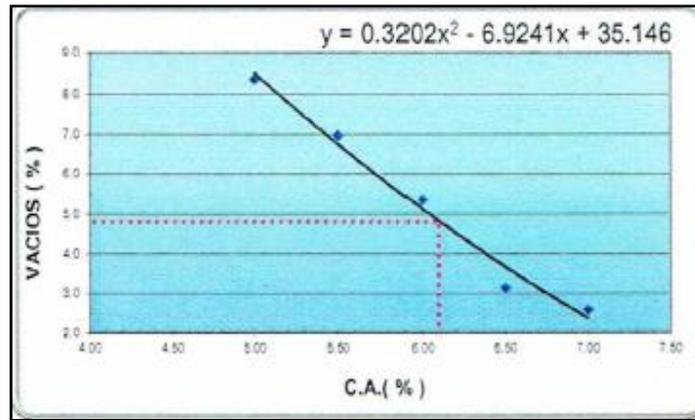
- Peso Unitario

Ilustración 19.- Grafica de Peso Unitario



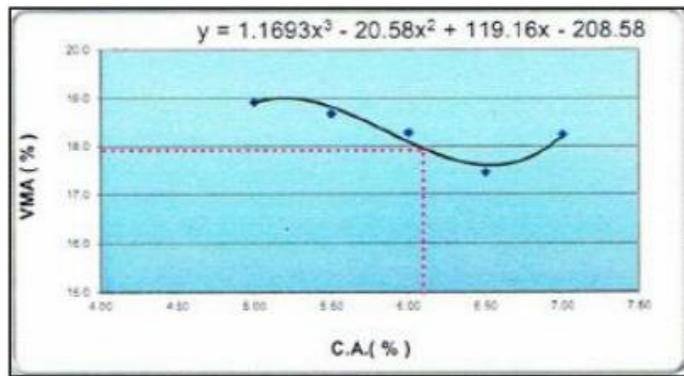
- **Porcentaje de Vacíos**

Ilustración 20.- Grafica de Porcentaje de Vacíos



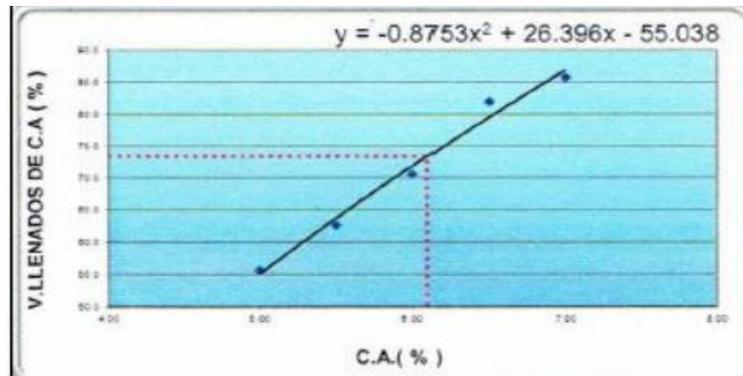
- **Porcentaje de V.M.A**

Ilustración 21.- Grafica Porcentaje de V.M.A



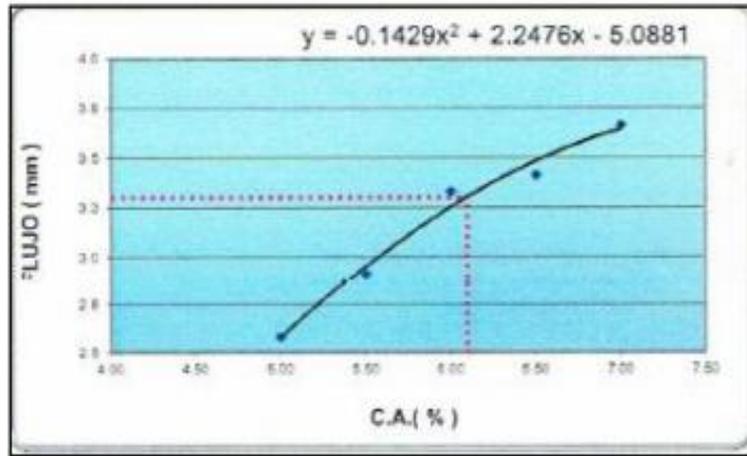
- **Porcentaje de Vacíos llenados con Cemento Asfáltico**

Ilustración 22.- Porcentaje de Vacíos llenados con Cemento Asfáltico



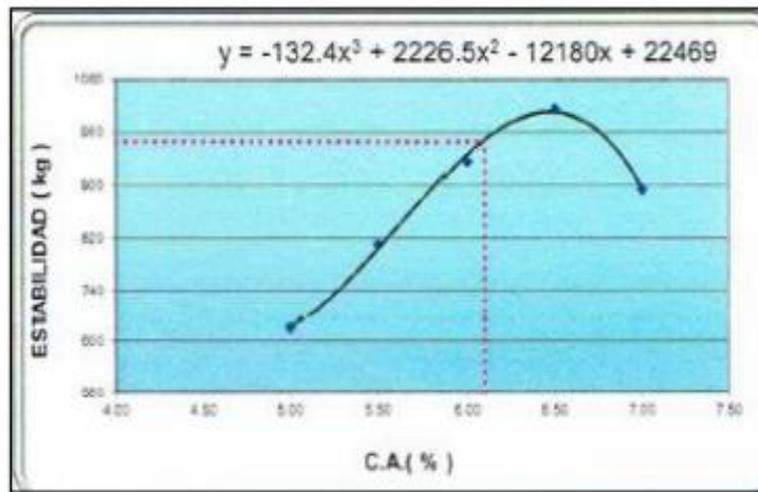
- **Porcentaje de Vacíos Llenados con Cemento Asfaltico**

Ilustración 23.- Grafica Porcentaje de Vacíos Llenados con Cemento Asfaltico



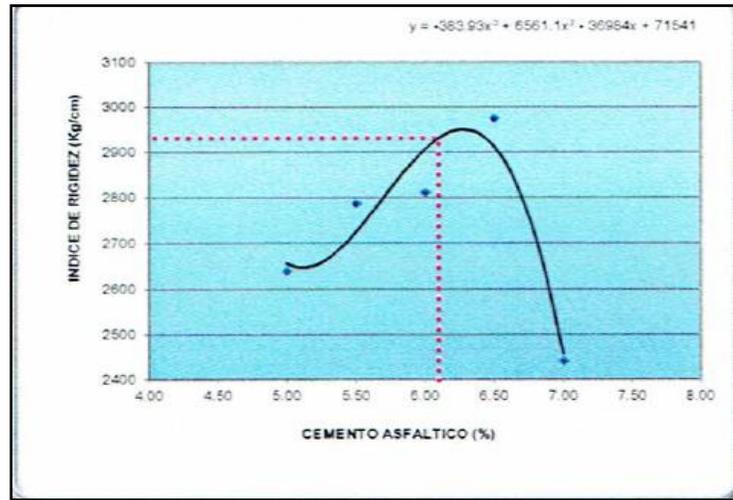
- **Estabilidad**

Ilustración 24.- Grafica de estabilidad



- Porcentaje de Vacíos Llenados con Cemento Asfáltico

Ilustración 25.- Porcentaje de Vacíos llenados con Cemento Asfáltico



4.1.9.2. Lavado de Asfalto

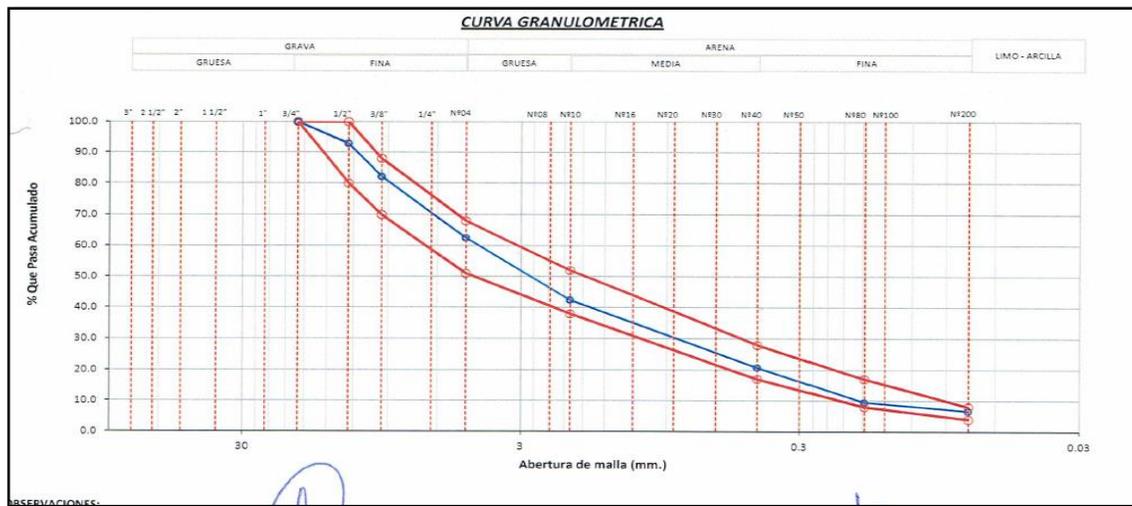
Para poder corroborar el ligante en el pavimento en servicio, es necesario establecer la composición o el posterior comportamiento el mismo que será un factor importante para determinar la cantidad de Bitumen, ya que las mezclas bituminosas están compuestas por una cierta combinación de los agregados pétreos y el ligante de hidrocarburos formando así un material elastoplástico y viscoelástico para su extendido y compactado es por ello que se tiene que analizar el grado elástico que presentara la mezcla bituminosa.

Ilustración 26.- Lavado de asfalto

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN MAC-2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Min.	Máx.	
3"	75.000							TAMAÑO MÁXIMO : 1/2 Pulg.
2 1/2"	63.000							Hora de lavado : 12.00 a.m Hrs.
2"	50.000							Peso de material sin lavar : 946.0 g.
1 1/2"	37.500							Peso de material lavado : 890.3 g.
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0			Peso del asfalto : 55.7 g.
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100		Contenido de asfalto : 5.89 %
1/2"	12.500	63.3	7.1	7.1	92.9	80 - 100		Relación Polvo-Asfalto : 1.12
3/8"	9.500	95.4	10.7	17.8	82.2	70 - 88		
1/4"	6.300							
Nº04	4.750	174.4	19.6	37.4	62.6	51 - 68		
Nº08	2.360							
Nº10	2.000	180.0	20.2	57.6	42.4	38 - 52		
Nº16	1.190							
Nº20	0.850							
Nº30	0.600							
Nº40	0.425	192.6	21.6	79.3	20.7	17 - 28		
Nº50	0.300							
Nº80	0.177	100.8	11.3	90.6	9.4	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	24.9	2.8	93.4	6.6	4 - 8		
< Nº200	FONDO	58.9	6.6	100.0	0.0			

Obteniendo así una curva granulométrica de los resultados del lavado asfáltico.

Ilustración 27.- Curva granulométrica



Obteniendo el contenido de asfalto de las muestras extraídas con un valor de Contenido Asfáltico de 5.89% y en el diseño Marshall se obtuvo un 6.10% de contenido de asfalto, el cual estará normado bajo los estándares de variación máxima de 0.3% y obteniendo una diferencia de 0.21% dando por afirmado el análisis del lavado asfáltico.

4.1.10. Control de Calidad de los Agregados Para la Mezcla de Concreto

Los agregados pétreos se encuentran dentro de los husos granulométricos normados obteniendo sus principales características de pasante la Malla N° 200 y admitido por la norma:

Tabla 25.- Control de Calidad de los agregados

MUESTRA	PASANTE POR LA MALLA N° 200	REQUERIMIENTO	CUMPLE
Material Grueso	0.87 %	Max. 1.00%	Cumple
Material Fino	2.25 %	Max. 5.00%	Cumple

El método de fineza empleado en el diseño de mezcla se encuentra dentro de los parámetros establecidos en los requerimientos de diseño por el método del ACI.

4.1.11. Diseño de Mezcla Para un $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Para el empleo de las concretos con resistencia de 175 kg/cm^2 se utilizara una dosificación de 8.13 bolsas de cemento, 16 lampas de agregado fino y 22 lampas de piedra chancada, según la dosificación requerida en los siguientes cuadros:

Características del Arena Grueso:

Tabla 26.- Características del Arena Grueso

ARENA GRUESA		
Peso Especifico	2.778	Tn/m ³
Peso Unitario Compactado	2.004	Tn/m ³
Peso Unitario Suelto	1.872	Tn/m ³
Absorcion	1.696	%
Humedad	4.49	%
Modulo de Fineza	3.24	

Características de la piedra Chancada:

Tabla 27.- Características de la piedra Chancada

PIEDRA CHANCADA		
Tamaño Maximo	1"	
Peso Especifico	2.315	Tn/m3
Peso Unitario Compactado	1.748	Tn/m3
Peso Unitario Suelto	1.590	Tn/m3
Absorcion	0.604	%
Humedad	1.28	%
Modulo de Fineza	7.09	

Dosificación

Tabla 28.- Dosificación

AGUA A EMPLEAR	205	lt/m3
AIRE ATRAPADO	1.50	%

Ilustración 28.- Determinacion de relacion a/c

<u>Determinacion de Relacion a/c</u>		
a/c Durabilidad :		N.A.
a/c Resistencia :		0.63
Cemento :		326.43
Factor :		8.13

Aportes de los agregados pétreos a la mezcla de concreto.

Ilustración 29.- Aportes de los agregados pétreos a la mezcla de concreto

Determinación de Aportes de Material Grueso y Material Fino:

$$\text{Aporte Ag. Fino} = \frac{(MF-M)}{(MF-M_f)} * 100$$

MF = Modulo de fineza agregado grueso
M = Resulta de la Interpolacion
Mf = Modulo de fineza agregado fino

8.13	5.42
7.00	5.34
8.00	5.41

Aporte Ag. Fino :	43.48%
Aporte Ag. G. :	56.52%

Dosificación de materiales.

Ilustración 30.- Dosificación de materiales

MATERIALES	CANTIDAD	
Cemento	326.43	Kg.
Agua	205.00	Lt.
Aire Atrapado	0.00	%
Aporte Ag. Fino :	810.25	Kg.
Aporte Ag. G. :	877.63	Kg.

Dosificación de materiales por metro cubico seco.

Ilustración 31.- Materiales por metro cubico seco

VALORES POR METRO CUBICO SECO		
Cemento	326.43	Kg.
Agua	205.00	Lt.
Aire Atrapado	0.00	%
Aporte Ag. Fino :	810.25	Kg.
Aporte Ag. G. :	877.63	Kg.
2219.31		

Volúmenes absolutos por metro cubico para una resistencia por m3.

Ilustración 32.- Volúmenes absolutos por metro cubico para una resistencia por m3

VOLUMENES ABSOLUTOS POR M3		
Cemento	0.109	Kg.
Agua	0.205	Lt.
Aire Atrapado	0.015	%
Aporte Ag. Fino :	0.292	Kg.
Aporte Ag. G. :	0.379	Kg.
1.000		
CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION/M3		
Cemento	326.43	Kg.
Agua	157.44	Lt.
Aire Atrapado	0.00	%
Aporte Ag. Fino :	846.59	Kg.
Aporte Ag. G. :	888.85	Kg.
2219.31		



Fotografía 11.- Verificación de trabajos con Diseño de concreto 175 kg/cm2

Obtención final de proporciones de dosificación:

Ilustración 33.- Proporciones finales de 175 kg/cm²

IV. Proporciones Finales		
PROPORCIÓN BOLSA / CEMENTO (PESO)		
Cemento	42.50	Kg.
Aporte Ag. Fino :	19.92	Kg.
Aporte Ag. G. :	20.91	Kg.
Agua	26.69	Lt.
PROPORCIÓN BOLSA / CEMENTO (VOLUMEN)		
Cemento	8.13	m ³
Aporte Ag. Fino :	15.98	m ³
Aporte Ag. G. :	19.74	m ³
Agua	26.69	Lt.
PORCENTAJE DE LOS AGREGADOS		
Aporte Ag. G. :	56.52	%
Aporte Ag. Fino :	43.48	%
PROPORCIÓN (VOLUMEN)		
Cemento	1.00	p ³
Aporte Ag. Fino :	1.96	p ³
Aporte Ag. G. :	2.43	p ³
Agua	26.69	Lt.
BOLSA DE CEMENTO POR M³		
Nro de Bolsas	8.13	Bolsa/m ³

4.1.11.1. Diseño de Mezcla Para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Para el empleo de las concretos con resistencia de 210 kg/ cm² se utilizará una dosificación de 9.22 bolsas de cemento, 14 lampas de agregado fino y 20 lampas de piedra chancada, según la dosificación requerida en los siguientes cuadros:

Características del Arena Grueso y la Piedra Chancada

Ilustración 34.- Características del Arena Grueso y la Piedra Chancada para una dosificación de 210 kg/cm²

II. Características del Hormigon:		
ARENA GRUESA		
Peso Especifico	2.778	Tn/m ³
Peso Unitario Compactado	2.004	Tn/m ³
Peso Unitario Suelto	1.872	Tn/m ³
Absorción	1.696	%
Humedad	4.49	%
Modulo de Fineza	3.24	
PIEDRA CHANCADA		
Tamaño Maximo	1"	
Peso Especifico	2.315	Tn/m ³
Peso Unitario Compactado	1.748	Tn/m ³
Peso Unitario Suelto	1.590	Tn/m ³
Absorción	0.604	%
Humedad	1.28	%
Modulo de Fineza	7.09	
III. Procesamiento:		
AGUA A EMPLEAR	205	lt/m ³
AIRE ATRAPADO	1.50	%

Aportes de los agregados pétreos a la mezcla de concreto

Ilustración 35.- agregados pétreos a la mezcla de concreto 210 kg/cm2

Determinacion de Aportes de Material Grueso y Material Fino

Aporte Ag. Fino = (MF-M)/(MF-Mf)*100	
MF = Modulo de fineza agregado grueso	
M = Resulta de la Interpolacion	
Mf = Modulo de fineza agregado fino	
9.22	5.50
7.00	5.34
8.00	5.41
Aporte Ag. Fino :	41.51%
Aporte Ag. G. :	58.49%

MATERIALES	CANTIDAD	
Cemento	354.67	Kg.
Agua	205.00	Lt.
Aire Atrapado	0.00	%
Aporte Ag. Fino :	762.64	Kg.
Aporte Ag. G. :	895.44	Kg.

VALORES POR METRO CUBICO SECO		
Cemento	354.67	Kg.
Agua	205.00	Lt.
Aire Atrapado	0.00	%
Aporte Ag. Fino :	762.64	Kg.
Aporte Ag. G. :	895.44	Kg.
	2217.75	



Fotografia 12.- Verificacion de encofrado para colocacion de concreto 210 kg/cm2

Dosificación de materiales por metro cubico seco

Ilustración 36.- Dosificación de materiales por metro cubico seco para un concreto 210 kg/cm²

VOLUMENES ABSOLUTOS POR M3		
Cemento	0.119	Kg.
Agua	0.205	Lt.
Aire Atrapado	0.015	%
Aporte Ag. Fino :	0.275	Kg.
Aporte Ag. G. :	0.387	Kg.
1.000		
CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION/M3		
Cemento	354.67	Kg.
Agua	159.35	Lt.
Aire Atrapado	0.00	%
Aporte Ag. Fino :	796.85	Kg.
Aporte Ag. G. :	906.88	Kg.
2217.75		

Obtención final de proporciones de dosificación:

Ilustración 37.- Obtención final de proporciones de dosificación para un concreto 210 kg/cm²

IV. Proporciones Finales			
PROPORCION BOLSA / CEMENTO (PESO)			
Cemento	42.50	Kg.	
Aporte Ag. Fino :	18.75	Kg.	
Aporte Ag. G. :	21.34	Kg.	
Agua	24.57	Lt.	
PROPORCION BOLSA / CEMENTO (VOLUMEN)			
Cemento	9.22	m ³	
Aporte Ag. Fino :	15.04	m ³	
Aporte Ag. G. :	20.14	m ³	
Agua	24.57	Lt.	
PORCENTAJE DE LOS AGREGADOS			
Aporte Ag. G. :	58.49	%	
Aporte Ag. Fino :	41.51	%	
PROPORCION (VOLUMEN)			
Cemento	1.00	p ³	
Aporte Ag. Fino :	1.63	p ³	
Aporte Ag. G. :	2.19	p ³	
Agua	24.57	Lt.	
BOLSA DE CEMENTO POR M3			
Nro de Bolsas	9.22	Bolsa/m ³	

4.1.12. Control de Calidad del Concreto Endurecido

Se realizaron los ensayos a la compresión simple de las muestras extraídas en campo logrando así determinar los valores obtenidos a la edad endurecida del concreto, identificando el tipo de estructura, la fecha de colocación del molde, la fecha de rotura, edad en días, carga a la que es sometida, la resistencia en kg/cm² y la resistencia en porcentaje.



Fotografía 13.- Control de calidad de encimacion de Buzones

Cuadro de Rotura de probetas de Veredas a los 28 días de edad para una resistencia de 175 kg/cm²

Tabla 29.- Rotura de probetas de Veredas a los 28 días de edad para una resistencia de 175 kg/cm²

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE							
Nº de Testigo	Estructura	Fecha de		Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm ² .	Resistencia en %
		Moldeo	Rotura				
5	VEREDA PROG. 0+280	05/07/2017	02/08/2017	28	34670.35	196.19	112.11
6	VEREDA PROG. 0+300	05/07/2017	02/08/2017	28	33650.64	190.42	108.81
7	VEREDA PROG. 0+310	07/07/2017	04/08/2017	28	32630.92	184.65	105.52
8	VEREDA PROG. 0+310	07/07/2017	04/08/2017	28	32121.06	181.77	103.87
9	VEREDA PROG. 0+320	10/07/2017	07/08/2017	28	33140.78	187.54	107.16

Cuadro de Rotura de probetas de Sardinell a los 28 días de edad para una resistencia de 175 kg/cm²:

Tabla 30.- Rotura de probetas de Sardinell a los 28 días de edad para una resistencia de 175 kg/cm².

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE							
Nº de Testigo	Estructura	Fecha de		Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm ² .	Resistencia en %
		Moldeo	Rotura				
10	SARDINEL PROG. 0+130	27/07/2017	24/08/2017	28	31611.20	178.88	102.22

Cuadro de Rotura de probetas de Baden y losa a los 14 y 7 días respectivamente de edad para una resistencia de 210 kg/cm²:



Fotografía 14.- Verificación para sardinel Expuesto

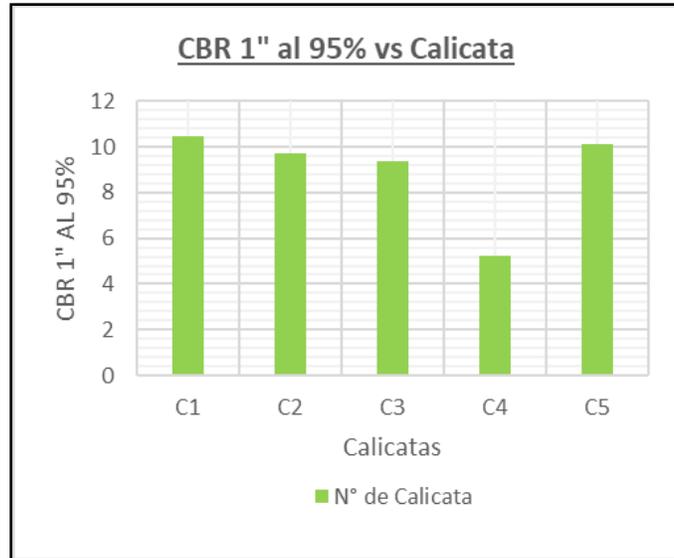
Tabla 31.- Rotura de probetas de Baden y losa a los 14 y 7 días respectivamente de edad para una resistencia de 210 kg/cm²

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE							
N° de Testigo	Estructura	Fecha de		Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm ² .	Resistencia en %
		Moldeo	Rotura				
11	BADEN 01	29/11/2017	13/12/2017	14	32630.92	184.65	87.93
12	BADEN 02	29/11/2017	13/12/2017	14	34364.44	194.46	92.60
13	LOSA	12/12/2017	19/12/2017	7	28450.08	160.99	76.66
14	LOSA	12/12/2017	19/12/2017	7	28756.00	162.73	77.49
15	LOSA	12/12/2017	19/12/2017	7	28552.05	161.57	76.94

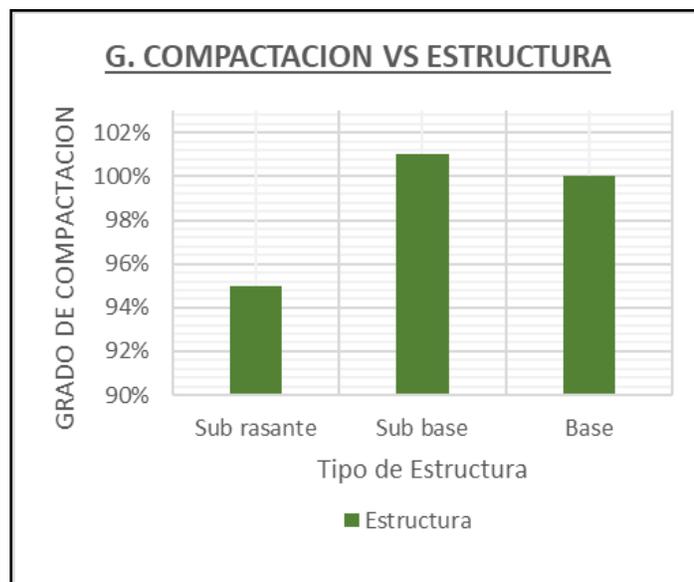
4.2. DISCUSION DE RESULTADOS

En el informe técnico planteado sobre “Evaluación y mejoramiento vial del Jr. Tupac Amaru tramo Rio Chilca – Av. 9 de diciembre - Chilca”, que está basada en un análisis específico que nos permitirá determinar el mejor control de calidad de los materiales empleados y obtener sus mejores características en el pavimento flexible y un optimo comportamiento de la resistencia en la mezcla endurecida del concreto.

a) Se determinó que el estudio de 05 calicatas para la determinación de CBR de diseño de la subrasante cumplía con todos los estándares de calidad de la misma.



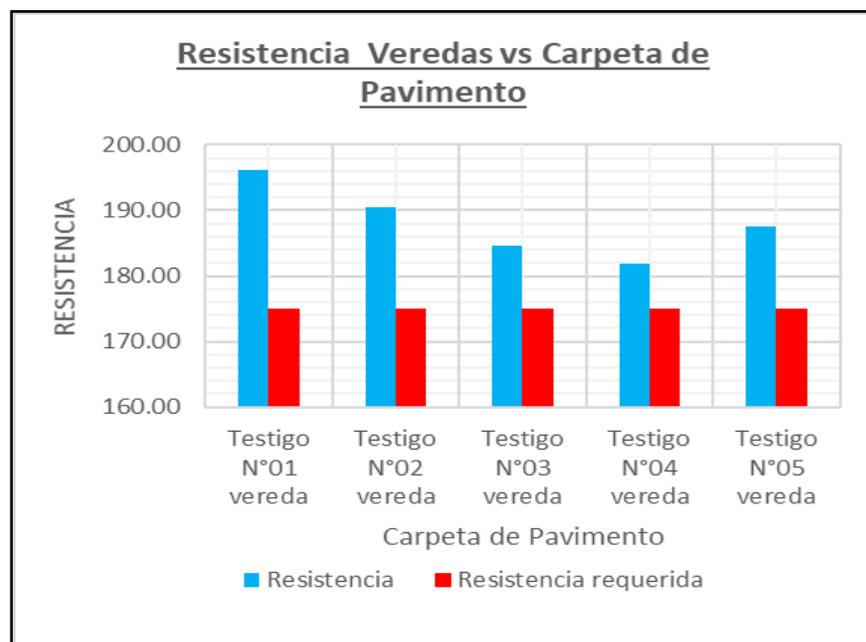
b) Los valores obtenidos de la densidad de campo por cada capa estructural nos han garantizado un óptimo comportamiento estructural en toda la superficie el grado de compactación.



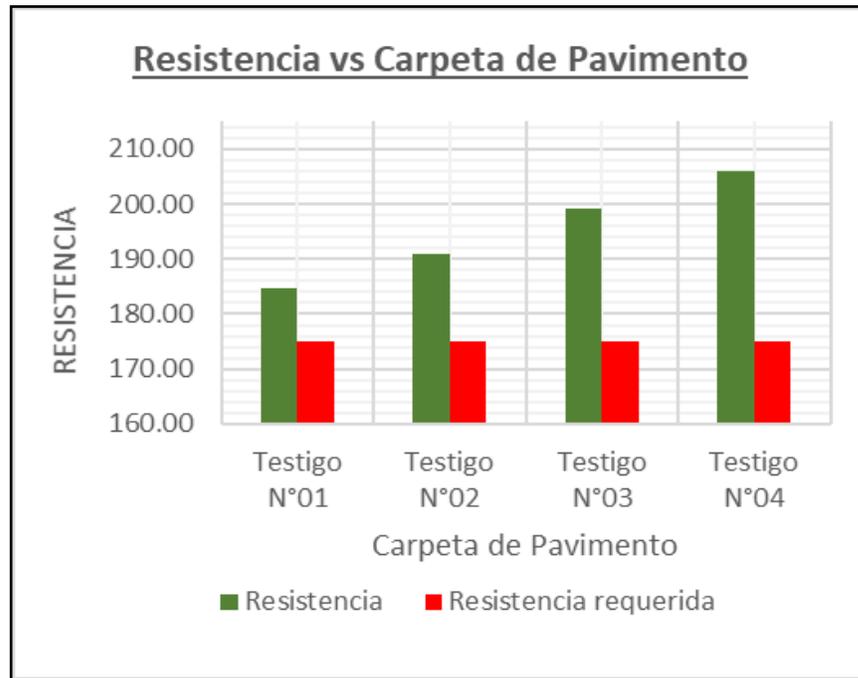
c) Se ha realizado ensayos obtenidos de Marshall para obtener una dosificación óptima del Cemento Asfáltico (C.A), con un óptimo comportamiento en relación a la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica densa.

DESCRIPCION	ENSAYO	ESPECIFICACION
Optimo Contenido C.A (%)	6.10	+/- 3
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.309	
Vacíos (%)	4.8	3 - 5
V.M.A (%)	17.9	≥14
V. Llenados C.A (%)	73.5	
Flujo (mm)	3.3	2 – 4
Estabilidad (kg)	967	≥ 815
Índice de Rigidez (kg/cm)	2,932	2350 - 4000

d) Se ha realizado el diseño de mezcla de 175 kg/cm² y 210 kg/cm² para las diferentes estructuras que se construirán en la vía intervenida logrando obtener los valores por encima de lo requerido.



e) Se ha realizado la rotura de probetas de las diferentes obras de arte construidas en la vía logrando una óptima resistencia a lo establecido



CONCLUSIONES

1. Se cumplieron todas las metas establecidas en el proyecto desde un buen control de calidad de los materiales, optimo diseño de Marshall y diseños de mezcla de 175 kg/cm² y 210kg/cm²; logrando construir un total de 9,800.12 m² de carpeta asfáltica de 2", construcción de obras de arte con una resistencia de 210 kg/cm² de cunetas de 194.03 m³, badenes de 372.13 m², bocacalle de 1,230.25 m², sardinell peralta 245.61 m² y una construcción de obras de arte con una resistencia de 175 kg/cm² de veredas 4,272.93 m².
2. Para el diseño geométrico de la vía se hizo dos diseños las cuales intervienen desde el Jr. Túpac Amaru (Tramo: Rio Chilca – Jr. 9 de Octubre) con una sección de 12.00 m, una acera de 1.20, cuneta de 0.40 m y una calzada vehicular de 7.20 m. y para el tramo (Jr. 9 de Octubre – Av. 9 de Diciembre) con una sección de 14.00 m, una acera de 1.80, cuneta de 0.40 m y una calzada vehicular de 7.20 m.
3. De acuerdo a los estudios preliminares analizados anteriormente se determina una cantidad de ejes equivalentes calculado en el punto de la Estación N°01 (Av. Tupac Amaru) teniendo una incidencia de vehículos ligeros de 127.99 ejes equivalentes y vehículos pesados de 2,365,770.90 ejes equivalentes haciendo un total de ESAL de diseño de 2.37E+06 de ejes equivalentes, determinando así los espesores del paquete estructural para una sub base granular de 0.20 (8"), una base granular de 0.15 (6") y una carpeta asfáltica de 0.05 (2").

Los parámetros empleados en el diseño del pavimento flexible se determinaron por el grado de serviciabilidad siendo una construcción nueva de 4.2 y una serviciabilidad final de 2.4, un coeficiente de drenaje en la sub base granular de 1.15, un coeficiente de drenaje en la base de 1.00, un ESAL de diseño de $2.37E+06$ ejes equivalentes, grado de confiabilidad de 0.95, Desviación Estándar de 70%, Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar $Z_r = -0.524$, Desviación Estándar Combinada $S_o = 0.45$ y una variación de serviciabilidad de $\Delta PSI = 1.80$)

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un diseño del paquete estructural acorde a las necesidades a las que será sometida un pavimento flexible teniendo en cuenta las cargas vehiculares que y transitan en el lugar. Para un correcto proceso constructivo es necesario poder determinar las características de los materiales a emplear.
2. Los estudios generales de verificación tendrán que ser compatibilizadas con el expediente técnico, caso de variación realizar un recalcu para optimizar los recursos y no sobredimensionar estructuras. Los estudios de control de calidad de mezclas asfálticas en caliente tendrán que ser compactadas en una temperatura optima.
3. Los diseños de mezclas empleadas en la construcción de las obras de arte tendrán que ser verificadas al ensayo de compresión y a la flexo compresión para tener un mejor comportamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alca Huamani, E., Maldonado Candela, R., & Reategui Garcia, D. (s.f.). Propuesta de Mejora en la producción de una planta Concretera. *Tesis de Pregrado*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
2. Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
3. Carrillo Siancas, S. M. (s.f.). Estudio Comparativo Entre Tecnologías De Producción De Concreto: Mixer Y Dispensador. *Tesis de Pregrado*. Universidad de Piura, Piura.
4. Ccanto Mallma, G. (2010). *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil*. Lima: Gerccantom.
5. Ccasani Bravo, M. J., & Ferro Moina, Y. I. (2017). *Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos*. Abancay: Universidad Tecnológica De Los Andes .
6. Chavarry Vallejos, C. M. (2017). *Metodologia de la Investigacion*. peru: Tipologia.
7. Comunicaciones, M. d. (2016). *Manual Ensayo de Materiales*. Lima: Ministerio de Transportes de Comunicaciones .
8. Comunicaciones, M. d. (2018). *Manual de Carreteras*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
9. Gaspar Perez Garcia, R. (s.f.). Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el Guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa. *Tesis de Pregrado*. Universidad de Guatemala, Guatemala.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EG -2013*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

11. Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros En Pavimentos Flexibles Y Rígidos*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
12. Montejo Fonseca , A. (2014). *Ingenieria de Pavimentos "Tomo I"*. Bogota: Universidad Catolica de Colombia.
13. Montejo Fonseca , A. (2014). *Ingenieria de Pavimentos "Tomo II"*. Bogota: Universidad Catolica de Colombia.
14. Mora Cano, A., & Arguelles Saenz, C. (s.f.). Diseño de Pavimento Rígido para la Urbanización Caballero y Góngora, Municipio de Honda - Tolima. *Tesis de Pregrado*. Universidad Catolica de Colombia, Bogota.
15. Ospina Camacho, J. P. (2018). *Diseño Estructural De Pavimento Rígido De Las Vías Urbanas En El Municipio Del Espinal – Departamento Del Tolima*. Ibagué: Universidad Cooperativa De Colombia.
16. Recuenco Aguado, E. (2017). *Firmes y pavimentos de carreteras y otras infraestructuras* . Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
17. Recuenco Aguado, E. (2018). *Firmes y pavimentos de carreteras y otras infraestructuras*. Madrid: Grupo Editorial Garceta.
18. Rodriguez Mineros, C., & Rodriguez Molina, J. (2004). *Evaluación y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles por el Metodo del Reciclaje*. Ciudad Universitaria: Universidad de El Salvador.
19. Saavedra Villar, P. (2017). *Metodologia de investigacion cientifica*. Huancayo: Soluciones Graficas.
20. SENCICO. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*. Lima: Cartolan Editores SRL.
21. Szasdi Bardales, F. (s.f.). Optimización del Desempeño de Pavimentos Rígidos mediante la Utilización de Soporte Lateral . *Tesis de Pregrado*. Universidad Rafael Landivar, Guatemala de la Asuncion.

ANEXOS

Anexo N° 1: Panel Fotográfico.

FOTOGRAFIA 01:

En la imagen apreciamos el movimiento de tierras en la vía a intervenir



FOTOGRAFIA 02:

En la fotografía se observa el tendido del material granular en toda la vía



FOTOGRAFIA 03:

Movimiento de la sub rasante para la compactación de la sub rasante



FOTOGRAFIA 04:

Tendido de material granular para la subbase granular



FOTOGRAFIA 05:

Tendido de material granular para la subbase en la vía



FOTOGRAFIA 06:

Tendido de material como base granular



FOTOGRAFIA 07:

Compactación de sub base granular con rodillo



FOTOGRAFIA 08:

Grado de Compactación de la base granular



FOTOGRAFIA 09:

Acopio y tendida de material para base granular



FOTOGRAFIA 10

Acoplamiento de Material granular en la via a intervenir



FOTOGRAFIA 11:

Tendido de material granular con Motoniveladora



FOTOGRAFIA 12:

Colocación de material granular y verificación de la uniformidad de la vía



FOTOGRAFIA 13:

Extracción de muestra representativa de material granular



FOTOGRAFIA 14:

Planificación de trabajos nocturnos en la compactación de la vía



FOTOGRAFIA 15:

Sellado de la base granular para imprimación asfáltica



FOTOGRAFIA 16

Grado de compactación de la base granular



FOTOGRAFIA 17

Acopio de material de base granular



FOTOGRAFIA 18:

Acopio de material granular en la vía a intervenir



FOTOGRAFIA 19:

Secado de vía intervenida.



FOTOGRAFIA 20

Extracción de exceso de aguas en la vía para continuación de trabajos



FOTOGRAFIA 21:

Encofrado de sardinel expuesto en la vía



FOTOGRAFIA 22:

Precipitación y ubicación de puntos de empozamiento de agua



FOTOGRAFIA 23:

Secado de material granular extendido



FOTOGRAFIA 24:

Extracción de agua de lluvia del material granular



FOTOGRAFIA 25

Excavacion para cunetas



FOTOGRAFIA 26

Compactado de zonas observadas



FOTOGRAFIA 27

Imprimación asfáltica de la vía



FOTOGRAFIA 28

Imprimación asfáltica de la vía para colocación de carpeta asfáltica



FOTOGRAFIA 29

Verificación de los trabajos realizados en la planta asfáltica



FOTOGRAFIA 30

Colocación de carpeta asfáltica en la vía intervenida



FOTOGRAFIA 31

Supervisión de trabajos en colocación de la carpeta asfáltica



FOTOGRAFIA 32

Tendido de material de la carpeta asfáltica



FOTOGRAFIA 33

Verificación de los trabajos realizados en la vía asfaltada



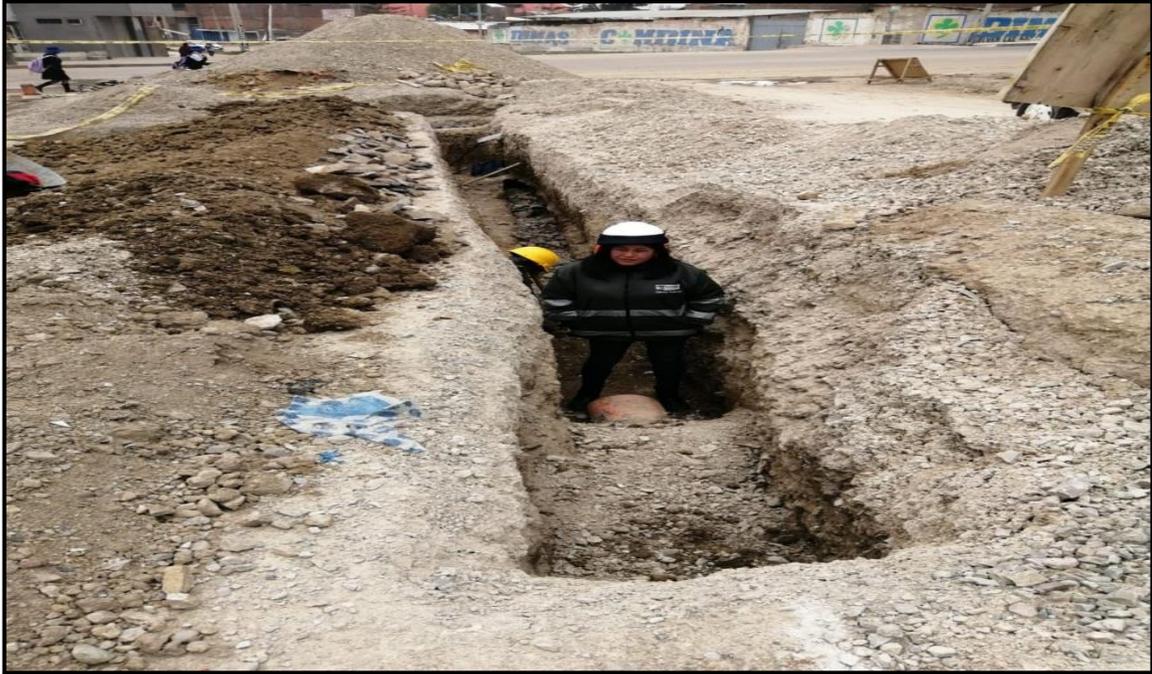
FOTOGRAFIA 34

Verificación de los trabajos realizados en la vía asfaltada compactada



FOTOGRAFIA 35

Verificación de trabajos de saneamiento en la vía intervenida



FOTOGRAFIA 36

Cerrado de zanjas para instalación de saneamiento



FOTOGRAFIA 37

Evacuación de Material en la vía intervenida



FOTOGRAFIA 38

Verificación de encimacion de buzones



FOTOGRAFIA 39

Verificación de los trabajos en la sub base granular



FOTOGRAFIA 40

Verificación de las secciones de vía



