



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

N° 041 – 77900910

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO
SAN JUAN BAUTISTA – ICA

presentado por:

GRANDA REYNOSO, DANIEL ENRIQUE

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **19% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 20 octubre de 2021


Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" Ica
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DR. ING. MARTIN HAMILTON WILSON HUAMANCHUMO
Director de la Unidad de Investigación de la FIC


DAVID MOTTA HUAYANCA
Técnico Operador Tecnológico:


10/11/21

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



***“PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO
VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA – ICA”***

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. DANIEL ENRIQUE, GRANDA REYNOSO

TOMO I

ICA – PERÚ

-2021-

A mis padres que me brindaron su apoyo incondicional para la culminación de este proyecto.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, por sus sabias enseñanzas para que pudiera finalmente graduarme.

ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
INTRODUCCIÓN.....	11

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes del problema de investigación.....	12
1.1.1 Antecedentes a nivel internacional.....	12
1.1.2 Antecedentes a nivel nacional.....	13
1.1.3 Antecedentes a nivel local.....	14
1.2 Bases teóricas de la investigación.....	15
1.3 Marco legal.....	21
1.4 Marco conceptual.....	22

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Situación problemática.....	24
2.2 Formulación de problemas.....	24
2.2.1 Problema general.....	24
2.2.2 Problemas específicos.....	24
2.3 Delimitación del problema.....	24
• Delimitación espacial o geográfica.....	24
• Delimitación temporal.....	27
• Delimitación social.....	27
• Delimitación conceptual.....	27
2.4 Justificación e importancia de la investigación	28
2.4.1 Justificación.....	28
2.4.2 Importancia.....	28
2.5. Objetivos de investigación	
2.5.1 Objetivo general.....	28
2.5.2 Objetivos específicos.....	28
2.6 Hipótesis de investigación.....	29

2.6.1 Hipótesis general o principal.....	29
2.6.2 Hipótesis específicas.....	29
2.7 Variables de investigación.....	29
2.7.1 Identificación de variables.....	29
2.7.2 Operación de variables.....	29

CAPITULO III

ESTRATEGIA METODOLOGICA

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación.....	32
✓ Tipo de investigación.....	32
✓ Nivel de investigación.....	32
✓ Diseño de investigación.....	32
3.2 Población y muestreo.....	32
✓ Población de estudio.....	32
✓ Tamaño de la muestra.....	32
✓ Criterios de inclusión y exclusión	32

CAPITULO IV

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1 Técnicas de recolección de datos.....	33
4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	33
4.3 Técnicas de procesamiento de datos, análisis e interpretación de datos	33

CAPITULO V

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Presentación e interpretación de resultados.....	34
5.2 Discusión de resultados.....	127

CAPITULO VI

COMPROVACIÓN DE HIPOTESIS

6.1 Contrastación de hipótesis general.....	128
6.2 Contrastación de Hipótesis específicas.....	128
CONCLUSIONES.....	129
RECOMENDACIONES.....	130
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	131
ANEXOS.....	132

RESUMEN

El presente trabajo se centra en el estudio de la mejora de la transitabilidad vehicular del Centro Poblado Villa San Pedro del Distrito de San Juan Bautista de la Provincia y Departamento de Ica.

Por otro lado, el interés del estudio de la mejora del nivel de vida de las personas que usaran la vía ahora asfaltada.

Para llevar a cabo este estudio, realizaremos el estudio topográfico, que se representara en perfiles longitudinales, secciones transversales y en cálculo de volúmenes de corte y relleno.

Para después realizar el análisis de tráfico actual y futuro, así como el estudio del volumen de tránsito y por último realizar el cálculo del índice medio diario de tránsito (IMD).

Realizando posteriormente el estudio de suelos, determinando la profundidad de las calicatas según las cargas soportadas, ensayos de laboratorio, ensayos a realizar en la cantera.

Así como el diseño de mezclas de la superficie de rodadura y de concreto en veredas.

Y por último el diseño del pavimento y estudio de impacto ambiental.

SUMMARY

The present work focuses on the study of the improvement of vehicular traffic of the Villa San Pedro Town Center of the San Juan Bautista District of the Province and Department of Ica.

On the other hand, the interest of the study of the improvement of the standard of living of the people who will use the now asphalt road.

To carry out this study, we will carry out the topographic study, which will be represented in longitudinal profiles, cross sections and in calculation of cut and fill volumes.

To later perform the analysis of current and future traffic, as well as the study of traffic volume and finally perform the calculation of the average daily traffic index (IMD).

Subsequently carrying out the study of soils, determining the depth of the pits according to the loads supported, laboratory tests, tests to be carried out in the quarry.

As well as the design of mixtures of the road surface and concrete in sidewalks.

And finally, the design of the pavement and environmental impact study.

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

***“PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO SAN
JUAN BAUTISTA – ICA”***

**ÁREA DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA DEL TRANSPORTE
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: VÍAS Y TRANSPORTE**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. DANIEL ENRIQUE, GRANDA REYNOSO

ASESOR:

ING. EDUARDO H. INJANTE LIMA

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis titulado: “PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA – ICA”, se ha referido a los procedimientos técnicos como estudio topográfico, estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos, diseño del pavimento, necesarios para la elaboración de este proyecto.

Es por eso que se realizará el proyecto de pavimentación de las vías, que permitirán un adecuado tránsito peatonal, así como el confinamiento del pavimento a colocar, es importante porque permitirá mejorar las condiciones de vida de los habitantes. Por ello requiere que se realicen con la aplicación de las normas vigentes del ministerio de transporte y el reglamento nacional de edificaciones para este tipo de obras.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes del problema de investigación

1.1.1 Antecedentes a nivel internacional

Salamanca & Zuluaga (2014) señalan en la tesis titulada “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 las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el Departamento del César”

1.1.2 Antecedentes a nivel nacional

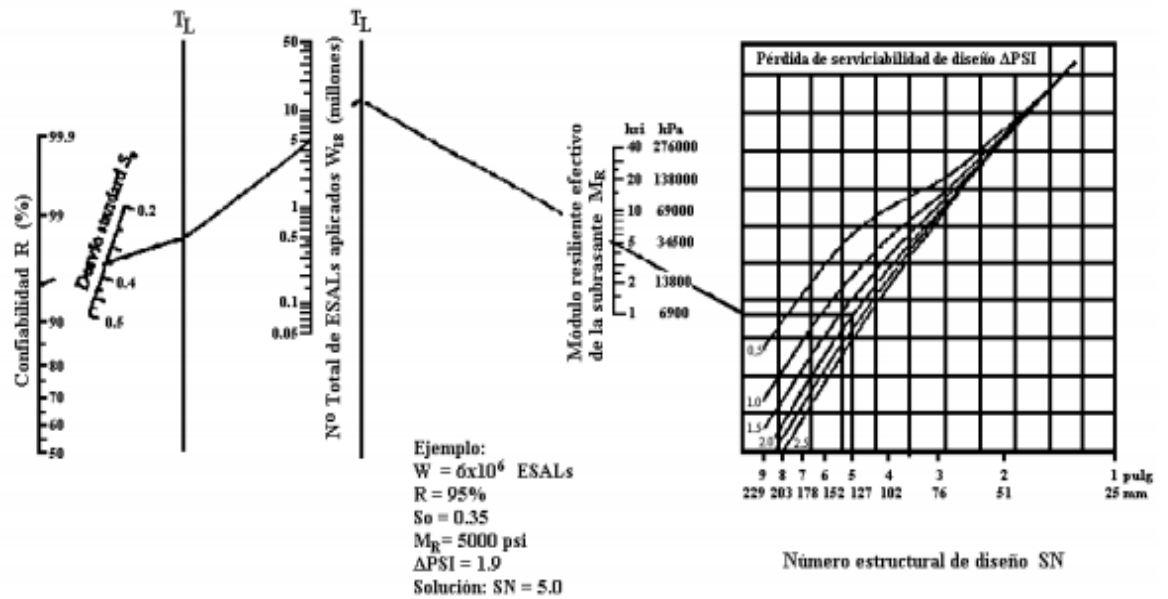
Macha Zulueta Ricardo Adolfo (2019) señalan en la tesis titulada “APLICACIÓN DE METODOLOGÍA AASHTO 93 EN DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA CARRETERA TALAVERA – ANDAHUAYLAS, REGIÓN APURÍMAC.”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Federico Villareal – Perú, tiene por objetivo principal, diseñar las estructuras de pavimento flexible por medio del método AASHTO 93.

1.1.3 Antecedentes a nivel local

Karla Alejandra Roel Rondo (2018) señalan en la tesis titulada “DISEÑO DEL PAVIMENTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL DE PISCO”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Pontificia universidad Católica del Perú – Perú.

1.2 Bases teóricas de la investigación

Determinación del número estructural “SN”



Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles. Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Confiabilidad (R%)

La confiabilidad es la probabilidad de que una sección del pavimento diseñada mediante el método indicado se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño bajo las condiciones de tráfico determinadas (AASHTO, 1993).

En la cual se adopta el valor de $R=90\%$ para el diseño para 10 años y el refuerzo.

Serviciabilidad

La serviciabilidad de un pavimento es su capacidad de servir al tipo de tráfico que usa la vía (ligero y pesado). El valor de la serviciabilidad inicial, de acuerdo a la práctica usual, es de $p_i=4.0$ para la carpeta asfáltica y 3.5 para el tratamiento superficial doble (AASHTO, 1993) .

Relación de C.B.R. – Módulo de Resiliencia.

El Método AASHTO 2002 propone una fórmula de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR que rige para todos los casos:

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64} \text{ (psi)}$$

Coeficientes Estructurales

Estos Coeficientes están basados en correlación es obtenidas a partir de la prueba AASHTO de 1958-60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales y otras condiciones para generalizar la aplicación del método (AASHTO, 1993).

Coefficiente de Drenaje: (mi)

Este coeficiente se determina en base a las siguientes condiciones:

CALIDAD DEL DRENAJE

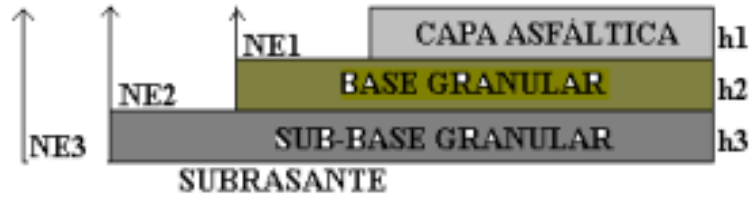
CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Cuadro 12.14, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.163, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo I, Cuadro N° 1.1.

**VALORES RECOMENDADOS DEL COEFICIENTE DE DRENAJE m_i ,
PARA BASES Y SUB-BASES GRANULARES NO TRATADAS EN
PAVIMENTOS FLEXIBLES**

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Cuadro 12.15, Elaborado por el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, Pág.163, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo I, Cuadro N° 1.2.



Fuente: Elaboración propia. Capítulo I, Figura N° 1.1.

Determinación de Espesores de Capa en un Pavimento Asfáltico

Condición de Diseño

$$h_1 > NE / a_1$$

$$SN_1 = a_1 * h_1 \text{ ————— } SN_1 > NE_1$$

$$h_2 (NE_2 - SN) / a_2 * m_2$$

$$SN_2 = SN_1 + a_2 * h_2 * m_2 \text{ ————— } SN_2 > NE_2$$

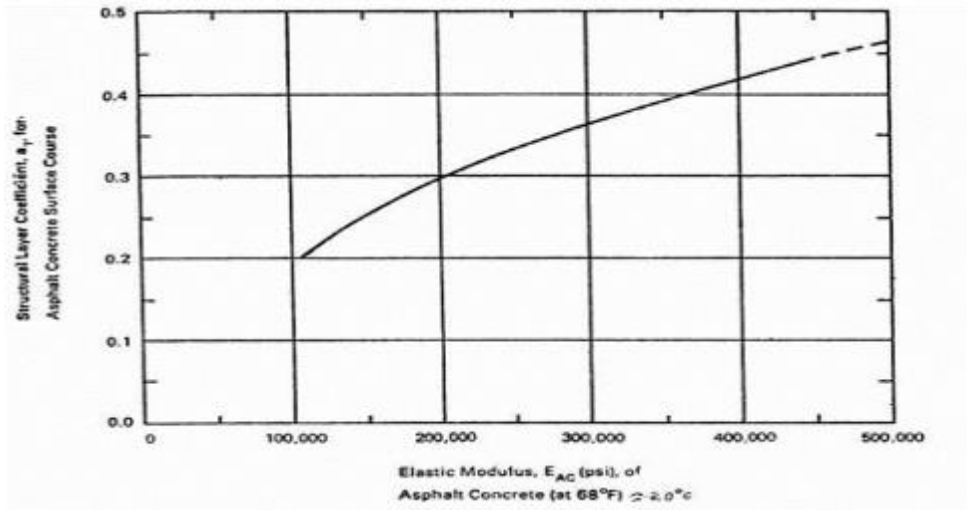
$$h_3 (NE_3 - SN_2) / a_3 * m_3$$

Nota:

- NE = Número Estructural Requerido
- SN = Número Estructural Efectivo
- h = Espesores Adoptados (cm)

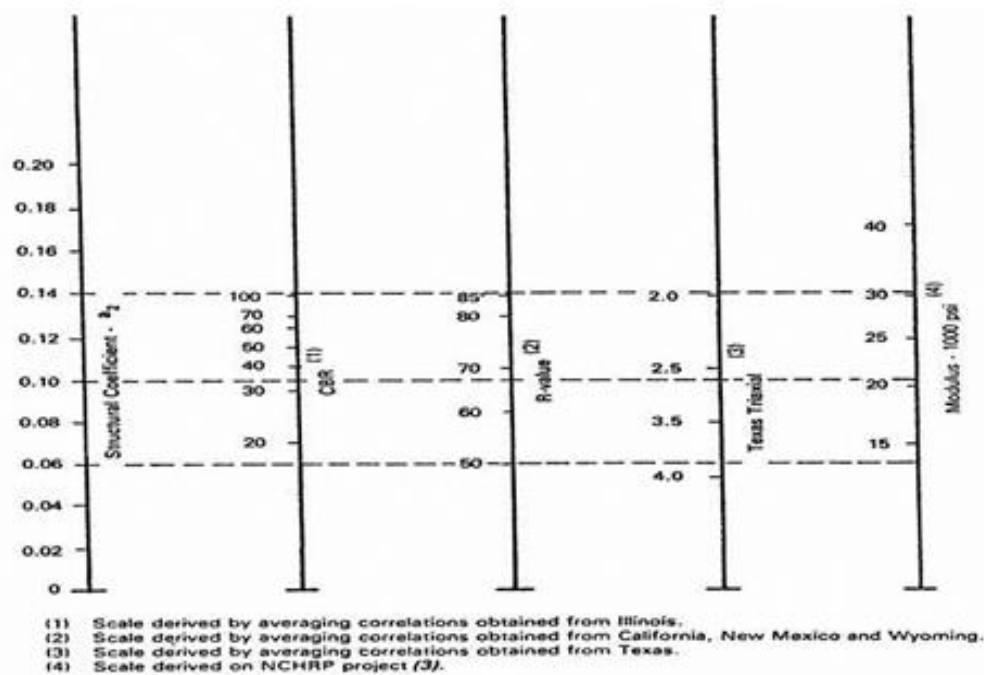
Graficas a usar para su cálculo:

CARPETA ASFALTICA



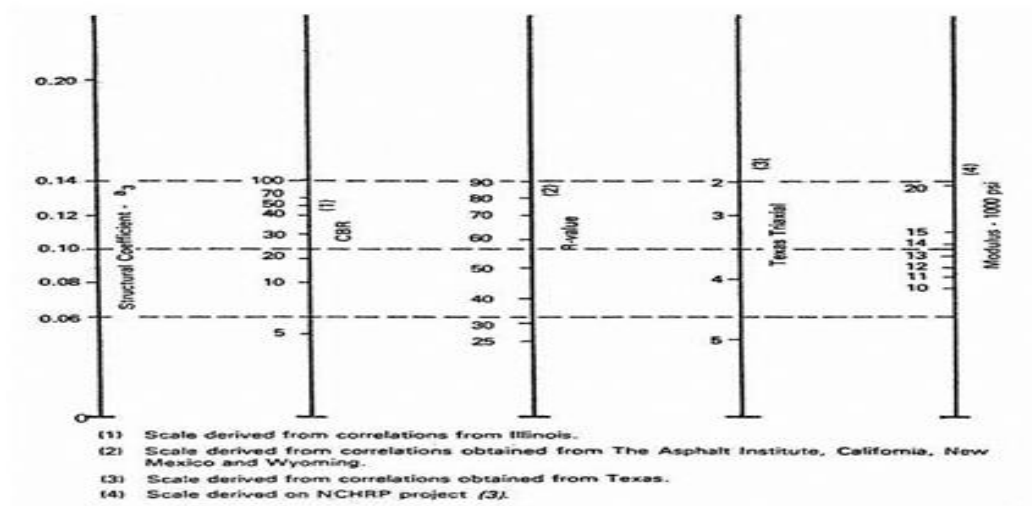
Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993. Capítulo I, Figura N° 1.2.

COEFICIENTE DE CAPA PARA BASE GRANULAR



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993. Capítulo I, Figura N° 1.3.

COEFICIENTE DE CAPA PARA SUB BASE GRANULAR



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993.
Capítulo I, Figura N° 1.4.

1.3 Marco legal

- Norma E.050 de suelos y cimentaciones
- Especificaciones técnicas generales del diseño geométrico de carreteras (DG-2013).
- Abrasión de los ángeles, AASHTO T 96
- Índice de plasticidad, ASTM D 4318/ AASTHO T 89
- Límite líquido, ASTM D 4318/ AASTHO T 89
- Próctor Modificado), ASTM D 698 / AASTHO T 99, método C y/o ASTM D 1557 / AASTHO T 180, método D.

1.4 Marco conceptual

Índice medio diario anual (IMD)

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios de tránsito aforados durante un año, en forma diferenciada para cada tipo de vehículo. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2008)

Profundidad de cimentación

Profundidad la que se encuentra el plano de la subrasante, referido al plano del cual se le aplica la carga, considerando sus condiciones físicas y mecánicas.

Criterios de Ingeniería

Guías de ingeniería que especifican objetivos, resultados o límites que deben cumplirse en el diseño dadas por las normas AASHTO y del instituto del asfalto.

Confiabilidad (R%)

La confiabilidad es la probabilidad de que una sección de pavimento diseñada mediante el método indicado se comporte satisfactoriamente durante el periodo de diseño bajo las condiciones de tráfico determinadas (AASHTO, 1993).

De acuerdo a lo indicado en los términos de referencia se adopta el valor de $R = 90\%$ para el diseño para 10 años y el esfuerzo.

Impacto Ambiental

Cambio o efecto sobre el ambiente que resulta de una acción específica por efecto de participación de la mano del hombre.

Módulo de Resilencia

Son valores medios resultantes de los ensayos de laboratorio usados para el diseño de pavimentos flexibles en la cual las diferencias que se puedan presentar están consideradas en el nivel de confiabilidad R . (AASHTO, 1993).

Factor Camión

Para expresar el daño que produce el tráfico en términos de deterioro que produce un vehículo en particular, hay que considerar la suma de los daños producidos por cada eje.

ESAL

Número total de ejes simples equivalentes.

Análisis de tráfico

Datos que se obtienen al determinar el número de repeticiones en cada tipo de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en el campo a través de aforos.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Situación problemática

En la actualidad en la zona de estudio el malestar de la población es diversa, desde que su transporte es muy caro, debido a que tienen que entrar por la troca, y el colectivo les cobra más dinero.

Deterioro de sus movilidades propias, malestar en la población debido a la polvareda que causa el tránsito de vehículos.

Propicia el aumento de los robos, a las personas que transitan por la noche.

Demora en llegar a su trabajo la población, suciedad en las casas, e impide el desarrollo de la misma comunidad.

2.2 Formulación de problemas

2.2.1 Problema general

El Centro Poblado Villa San Pedro no se encuentra pavimentado y por lo tanto presenta problemas de transitabilidad vehicular, problemas de salud y desarrollo económico en la población.

2.2.2 Problema específico

Inexistencia de una pavimentación adecuada del Centro Poblado Villa San Pedro.

2.3 Delimitación del problema

Delimitación espacial o geográfica

El área de estudio se encuentra ubicado en el Distrito de San Juan Bautista, la Provincia de Ica, departamento de Ica.



Fuente: www.pinterest.com. Capítulo II, Figura N° 2.1.



Fuente: www.pinterest.com. Capítulo II, Figura N° 2.2.

DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE ICA



Por Sandra Muñoz Anampa

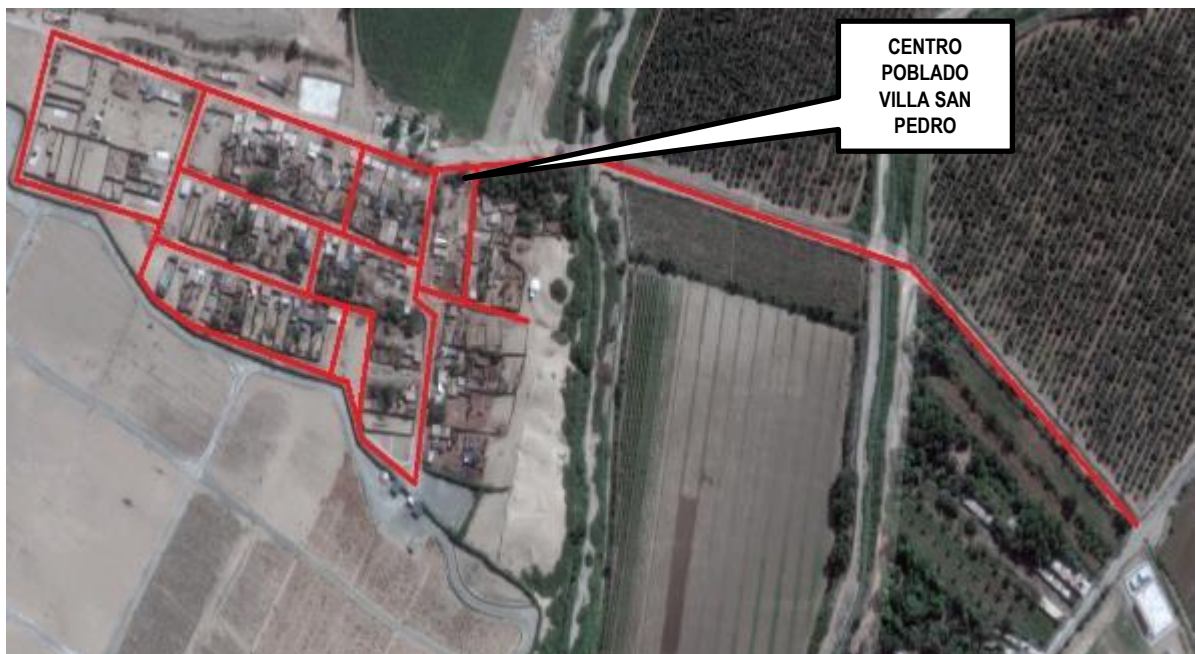
Fuente: www.pinterest.com. Capítulo II, Figura N° 2.3.

DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA



Fuente: Google Earth Capítulo II, Figura N° 2.4.

CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO



Fuente: Google Earth Capítulo II, Figura N° 2.5.



Fuente: Google Earth Capítulo II, Figura N° 2.6.

ZONA DE INTERVENCION

- **Delimitación temporal**
El periodo en que se realizó la presente tesis fue del 01 de Julio del 2017 al 01 de Diciembre del 2017.
- **Delimitación social**
La delimitación social de estudio está basada en los vehículos que transitan por el centro poblado Villa San Pedro.
- **Delimitación conceptual**
La investigación comprende dos variables: PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA – ICA y Adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la zona de análisis.

2.4 Justificación e importancia de la investigación

2.4.1 Justificación

Se justifica la realización de la presente tesis por considerarla de tipo práctica por cuanto el desarrollo de la misma está orientada a proponer la alternativa

que al ejecutarse permita resolver el problema de la falta de un sistema de pavimentación que impide el normal tránsito vehicular y peatonal.

2.4.2 Importancia

Es de importancia el desarrollo de la presente tesis porque al instalarse el sistema de pavimentación en la zona de estudio se generará mejor calidad de vida de la población de dicha zona.

2.5 Objetivos de investigación

2.5.1 Objetivo general

Elaborar el proyecto “PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA – ICA”, para mejorar el servicio de transitabilidad vehicular y peatonal.

2.5.2 Objetivos específicos

- Garantizar la disponibilidad el sistema de pavimentación en forma oportuna, de calidad y de bajo costo.
- Contribuir con la reducción de la incidencia de enfermedades respiratorias.
- Reducir los gastos de transporte en la población.
- Dejar bibliografía expresa para el diseño de vías no pavimentadas para su aplicación en otros proyectos de caminos.
- Calcular el espesor del pavimento para el sector estudiado.

2.6 Hipótesis de investigación

2.6.1 Hipótesis general o principal

Con la ejecución del presente proyecto “PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA - ICA”, se logrará obtener adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la zona de análisis.

2.6.2 Hipótesis específicas

- Con las adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal se logrará reducir los gastos de transporte en la población.
- Con las adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal se logrará reducir la incidencia de enfermedades respiratorias.

2.7 Variables de investigación

2.7.1 Identificación de variable

- Variable independiente

“PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA - ICA”

- Variable dependiente

Adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la zona de análisis.

- Variable interviniente

Tipo de Centro Poblado: Villa

Nivel socioeconómico: Bajo, medio

2.7.2 Operación de variables

✓ Variable

1. Variable independiente

“PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO
SAN JUAN BAUTISTA - ICA”

2. Variable dependiente

Adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la zona de análisis.

3. Variable interviniente

Tipo de Centro Poblado: Villa

Nivel socioeconómico: Bajo, medio

✓ Definición de variable

1. Definición de la variable independiente

Recubrimiento de un suelo con pavimento para que esté firme y llano.

2. Definición de la variable dependiente

Es el estado o condición en que se encuentra una red vial, que permite el desplazamiento de vehículos y peatones en condiciones regulares.

3. Variable interviniente

Viviendas agrupadas en forma contigua y continuada con una disposición tal que se conformen calles y una plaza céntrica, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Urbano.

✓ Dimensiones

1. Dimensiones de la variable independiente

1.1 Pavimentación

2. Dimensiones de la variable dependiente

2.1 Transitabilidad vehicular y peatonal

✓ Indicadores

Indicadores de la variable independiente:

1. Cantidad de vehículos que transitan por el camino diariamente.
2. Tipo de vehículos que transitan por el camino.
3. Características de la subrasante

Indicadores de la variable dependiente:

1. Cantidad de vehículos y pobladores del Centro Poblado.
2. Actividad socioeconómica principal del Centro Poblado.
3. Nivel socioeconómico de los pobladores del Centro Poblado.

✓ Índice

Índice de la variable independiente:

1. Índice Medio Diario Anual.
2. Factor Camión
3. Propiedades mecánicas del suelo.

Índice de la variable dependiente:

1. Índice Medio Diario Anual y Cantidad de pobladores.
2. Trabajo predominante de en el Centro Poblado.
3. Trabajo predominante en la mayoría de los pobladores.

CAPITULO III

ESTRATEGIA METODOLOGICA

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

- ✓ Tipo de investigación

Aplicada

- ✓ Nivel de investigación

Aplicativo

- ✓ Diseño de investigación

Diseño de investigación cuantitativa

3.2 Población y muestra materia de investigación

- ✓ Población de estudio

El universo poblacional estará conformado por los pavimentos existentes en la región de Ica.

- ✓ Muestra de estudio

En la presente tesis se ha tomado como muestra las vías del Centro Poblado Villa San Pedro del Distrito de San Juan Bautista, Provincia y Departamento de Ica.

CAPITULO IV

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1 Técnicas de recolección de datos

Luego de la aplicación del conteo de vehículos, los datos fueron recogidos de forma manual.

4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se elaboro cuadros estadísticos para cuantificar la cantidad de vehículos que transitaban por las vías del Centro Poblado Villa San Pedro, para su elaboración se consideró como criterio de construcción los tipos de vehículos que transitaban en el lugar.

4.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Se procesó la información utilizando el programa para cálculos EXCEL 2000 para Windows, además de una computadora de última generación que permitió obtener rápidamente cuadros estadísticos, gráficos, estadísticos, listos para ser presentados y analizados.

CAPITULO V

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Presentación e interpretación de resultados

ESTUDIO DEL TRÁFICO ACTUAL Y FUTURO

Se ha efectuado la proyección en base a las variables socioeconómicas representadas por las tasas de crecimiento del PBI y de la población, La tasa de crecimiento asumida para proyección del tráfico se ha diferenciado para vehículos ligeros y vehículos de pesados y/o de carga, para la proyección de los primeros se ha asumido la tasa de crecimiento de la población del departamento Ica 1.15%. Para el caso de vehículos de pesados se ha tomado la tasa de crecimiento de la actividad preponderante en el departamento de Ica, para lo cual se ha asumido la tasa de crecimiento del PBI 3.54%.

El tráfico proyectado para el horizonte de análisis se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento correspondientes al año (2017). Para las pistas del presente estudio, Los resultados de la proyección del tráfico por tipo de vehículo se muestran en el cuadro 3.8.

ESTUDIO DE VOLUMEN DEL TRÁNSITO

Esta parte del estudio, tiene por objetivo determinar los volúmenes vehiculares en un punto específico de la vía, tomando las siguientes consideraciones:

- La información fue recogida durante 07 días de la semana del lunes **20/05/2019** al domingo **26/05/2019**, en la estación 01. Considerando el conteo de las 24 horas del día.



Cruce calle Juan Cancio Castillo

Estación E-1. Capítulo V, Figura N°5.1.

- El formato para el conteo de tránsito, incluye la clasificación de los vehículos, considerando un ítem de tráfico ligero: Moto, Mototaxi, Auto, Station Wagon, Camioneta Pick Up, Camioneta Panel, Camioneta Rural. Tráfico pesado: Micro, Bus 2E, Camión 2E.



Cruce Calle Juan Cancio Castillo, Estación E-1. Capítulo V, Figura N°5.2.

En el siguiente cuadro se puede apreciar la ubicación de la estación de control.

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTEO

TRAMO	ESTACIÓN	Código
C.C.P.P. EL CARMEN HASTA C.C.P.P. VILLA SAN PEDRO	Cruce Calle Juan Cancio Castillo	E-1

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Cuadro N° 5.1.



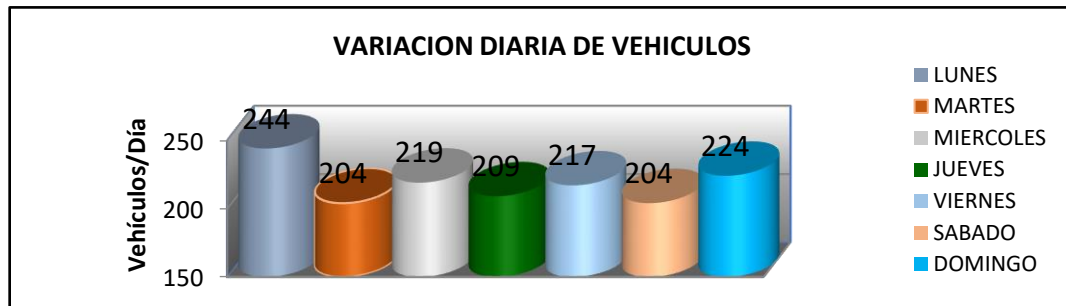
Bach. Daniel Granda Reynoso contando los vehículos en la Estación E-1. Capítulo V, Figura N° 5.3.

TRÁFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA

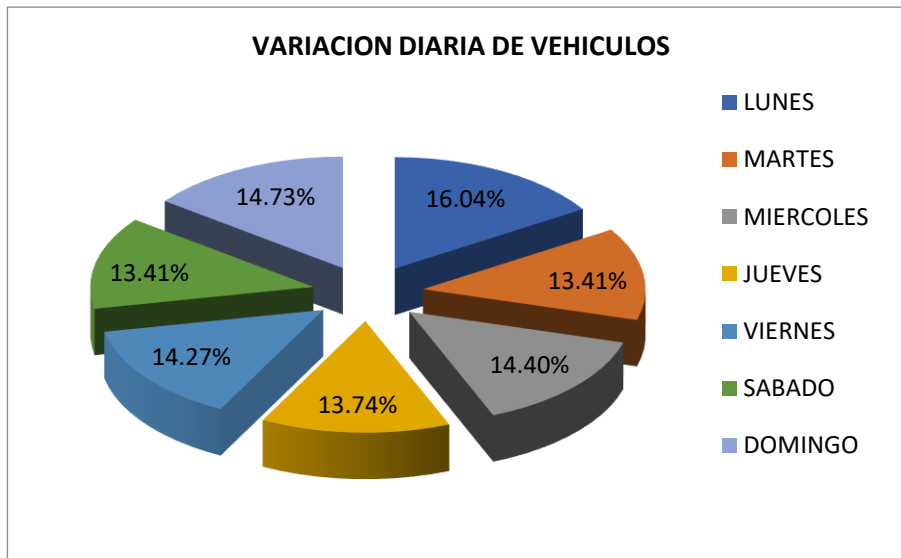
ESTACION E-1 (CRUCE CALLE JUAN CANCIO CASTILLO)								
TIPO DE VEHICULO	TRÁFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA							TOTAL SEMANA
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Moto	79	64	59	56	67	55	68	448
Mototaxi	31	25	28	28	30	29	18	189
Auto	70	51	67	57	55	60	91	451
Station Wagon	25	22	19	20	22	16	14	138
Camioneta Pick Up	20	20	23	23	20	21	15	142
Camioneta Panel	10	13	13	17	14	15	11	93
Camioneta Rural o Combi	4	4	4	2	4	2	4	24
Micro	2	2	2	2	1	2	1	12
Bus 2E	2	1	2	2	2	2	1	12
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	1	2	2	2	2	2	1	12
TOTAL	244	204	219	209	217	204	224	1521
%	16.04%	13.41%	14.40%	13.74%	14.27%	13.41%	14.73%	100.00%

Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Cuadro N° 5.2.

ESTACIÓN N° 01: RESUMEN DESDE EL LUNES 20 HASTA DOMINGO 26 DE MAYO DEL 2019



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.4.



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.5.

CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO DE TRÁNSITO (IMD)

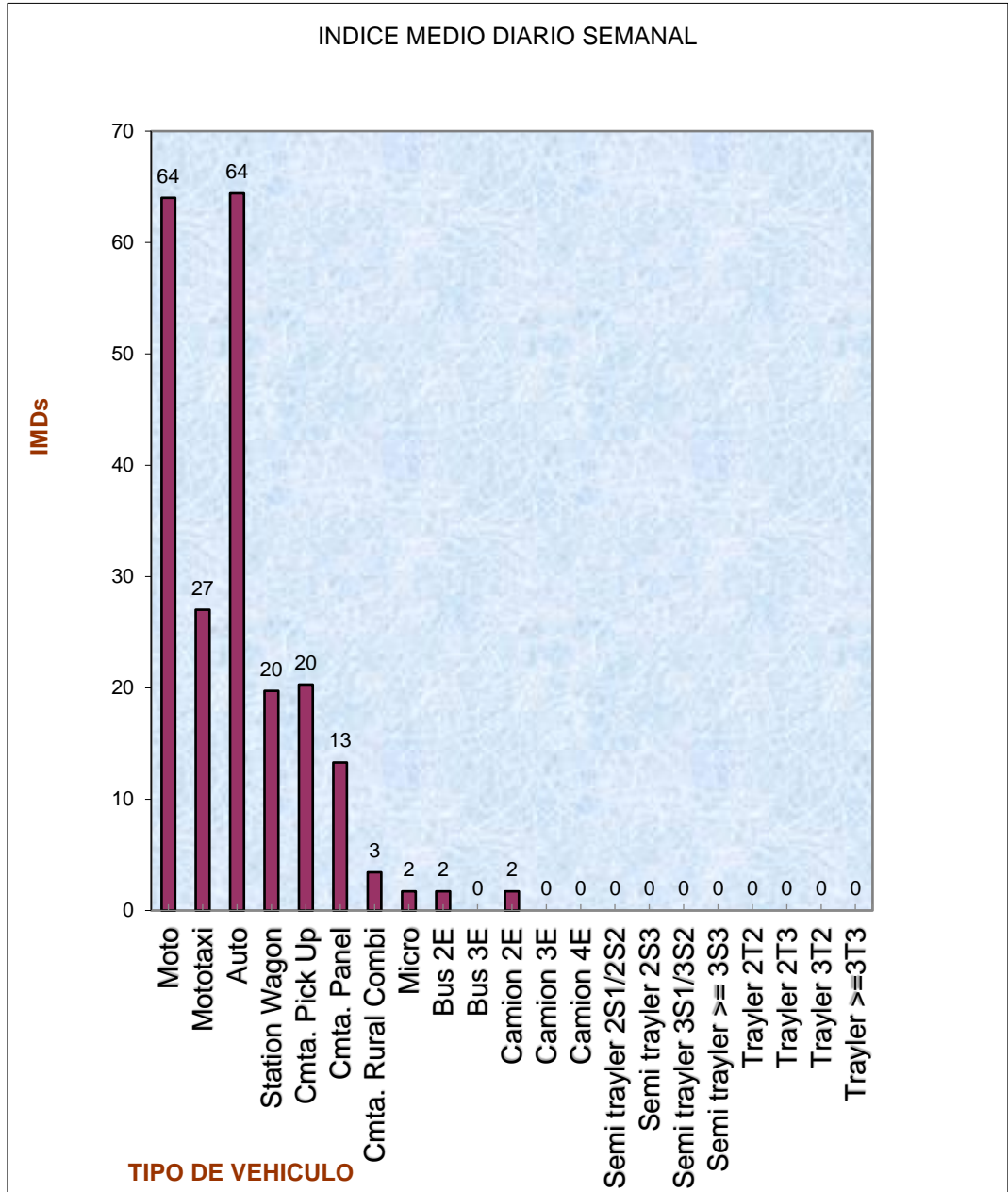
Para nuestro caso el presente estudio nos permitirá definir el volumen de tráfico que se proyectará a la vía en estudio C.C.P.P. el Carmen hasta C.C.P.P. Villa San Pedro. El conteo se realizó durante 07 días el cual nos permitió definir un flujo vehicular.

CÁLCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO SEMANAL

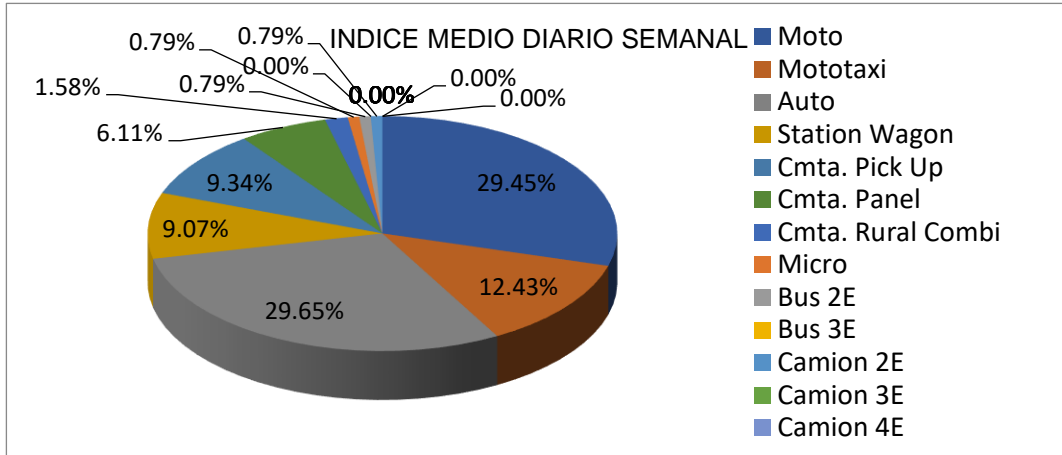
CÁLCULO DEL IMDs

ESTACION E-1 (CRUCE CALLE JUAN CANCIO CASTILLO)								
TIPO DE VEHICULO	TRÁFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA							TOTAL SEMANAL
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Moto	79	64	59	56	67	55	68	448
Mototaxi	31	25	28	28	30	29	18	189
Auto	70	51	67	57	55	60	91	451
Station Wagon	25	22	19	20	22	16	14	138
Camioneta Pick Up	20	20	23	23	20	21	15	142
Camioneta Panel	10	13	13	17	14	15	11	93
Camioneta Rural Combi	4	4	4	2	4	2	4	24
Micro	2	2	2	2	1	2	1	12
Bus 2E	2	1	2	2	2	2	1	12
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	1	2	2	2	2	2	1	12
TOTAL	244	204	219	209	217	204	224	1521
%	16.04%	13.41%	14.40%	13.74%	14.27%	13.41%	14.73%	100.00%

Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Cuadro N° 5.3.



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.6.



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.7.

CLASIFICACIÓN VEHICULAR PROMEDIO

Para este análisis, los vehículos se han clasificado en vehículos ligeros y pesados. En la primera clasificación se incluye moto-taxis, autos, camionetas pick up, y entre los vehículos pesados se han identificado volquetes, camiones y autos de carga. Estos se detallan en el siguiente cuadro.



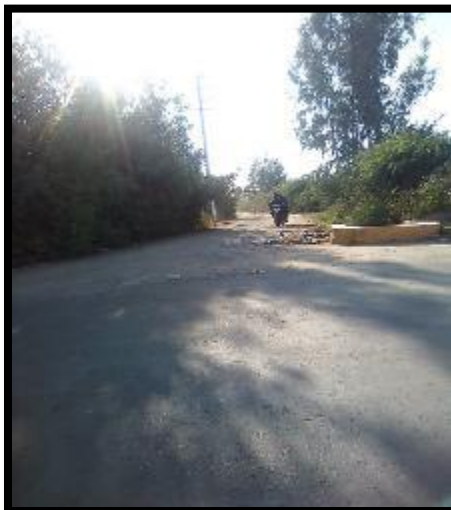
Cruce Calle Juan Cancio Castillo, Estación E-1. Capítulo V, Figura N° 5.8.

CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR PROMEDIO

UBICACIÓN	DIARIO - SEMANAL	
CATEGORIA	N° DE VEH.	PORCENTAJE
	(Según Categoría)	(%)
LIGEROS	1,461	96.06
PESADOS	60	3.94
TOTAL	1,521	100.00

Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Cuadro N° 5.4.

Del análisis de estos cuadros se observa que, para el tramo de estudio, los vehículos ligeros representan el 96.06% compuesto en su mayor parte por moto-taxis, motos lineales, y automóviles; y los pesados el 3.94% que generalmente se compone de buses y Camiones de 2 ejes.



Cruce Calle Juan Cancio Castillo, Estación E-1. Capítulo V, Figura N° 5.9.

CALCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA) FACTORES DE CORRECCIÓN

La utilización del Factor de Corrección Estacional se tomó de información registrada en las estaciones N°29 Ica (**Vehículo Pesado**) y N°29 (**Vehículo Ligero**) **2010 – 2016**.

El factor de corrección es del mes de Mayo obtenido según la Información de peaje Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – OGPP - OPMI "Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas", el mismo que se utilizará para el ajuste correspondiente de la información del conteo vehicular en la estación 01.

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

El IMDa (Índice Medio Diario Anual) es obtenido a partir del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y del Factor de Corrección Estacional del mes de Mayo (FC).

$$\mathbf{IMDa = FC \times IMDS}$$

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo, indicados en la tabla anterior y aplicando el factor de corrección dependiendo el tipo de vehículo y la estación u horario según la época del año en que se está realizando el conteo.

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje – Promedio (2010-2016). FORMATO N° 1.1 A Peaje N°29 Ica.

PEAJE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – OGPP - OPMI "Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas". Capítulo V, Cuadro N° 5.5.

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje – Promedio (2010-2016). FORMATO N° 1.1 B Peaje N°29 Ica.

PEAJE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – OGPP - OPMI "Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas". Capítulo V, Cuadro N° 5.6.

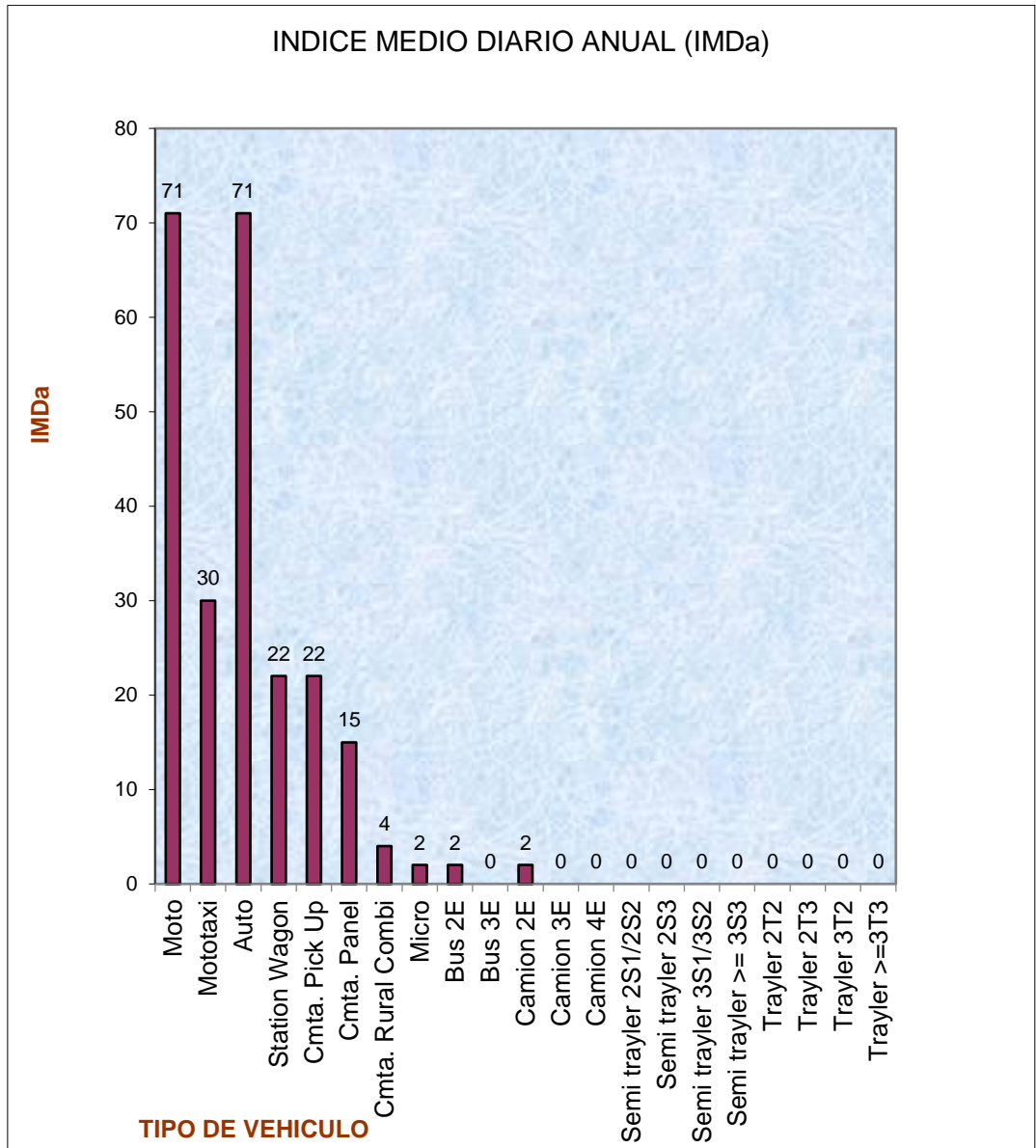
El factor utilizado es el correspondiente al mes de Mayo, el cual es de 1.1066 para vehículos ligeros y de 1.0536 para vehículos pesados.

En el Cuadro siguiente muestra el índice Medio Diario Anual del tramo de estudio, para ambos sentidos. En este tramo el IMD Anual es de 241 vehículos, donde el flujo de vehículos ligeros es más alto.

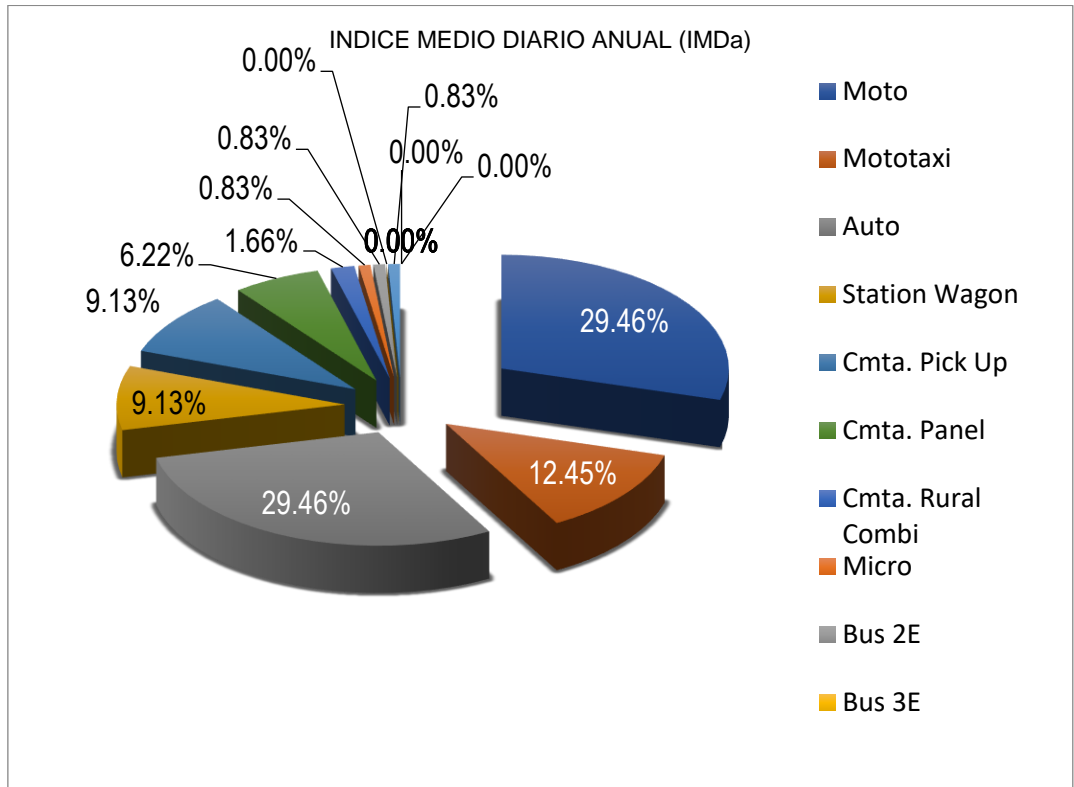
CÁLCULO DEL IMDA

Tipos de Vehiculos	L	MAR	MIER	J	V	S	D	Total Semanal	IMDs ΣVi/7	FC	IMDs x FC	%
Moto	79	64	59	56	67	55	68	448	64	1.1066	71	29.46%
Mototaxi	31	25	28	28	30	29	18	189	27	1.1066	30	12.45%
Auto	70	51	67	57	55	60	91	451	64	1.1066	71	29.46%
Station Wagon	25	22	19	20	22	16	14	138	20	1.1066	22	9.13%
Cmta. Pick Up	20	20	23	23	20	21	15	142	20	1.1066	22	9.13%
Cmta. Panel	10	13	13	17	14	15	11	93	13	1.1066	15	6.22%
Cmta. Rural Combi	4	4	4	2	4	2	4	24	3	1.1066	4	1.66%
Micro	2	2	2	2	1	2	1	12	2	1.0536	2	0.83%
Bus 2E	2	1	2	2	2	2	1	12	2	1.0536	2	0.83%
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0536	0	0.00%
Camion 2E	1	2	2	2	2	2	1	12	2	1.0536	2	0.83%
Camion 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0536	0	0.00%
Camion 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0536	0	0.00%
TOTAL	244	204	219	209	217	204	224	1,521	217		241	100%

Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Cuadro N° 5.7.



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.10.



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.11.

En el Cuadro 3.8 muestra el índice Medio Diario Anual del tramo de estudio, para ambos sentidos. En este tramo el IMD Anual es de 241 vehículos, donde el flujo de vehículos ligeros es más alto.

**IMDA SEGÚN CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR
PROMEDIO**

CATEGORIA	TIPO DE VEHICULO	IMDS	F.C.E.	IMDa (corregido)	TOTAL IMDA (2019)	%
LIGEROS	MOTO	64	1.1066	71	235	97.51
	MOTOTAXI	27	1.1066	30		
	AUTO	64	1.1066	71		
	STATION WAGON	20	1.1066	22		
	CMTA. PICK UP	20	1.1066	22		
	CMTA. PANEL	13	1.1066	15		
PESADOS	CMTA. RURAL COMBI	3	1.0536	4	6	2.49
	MICRO	2	1.0536	2		
	BUS 2E	2	1.0536	2		
	CAMION 2E	2	1.0536	2		
TOTAL					241	100.00

Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Cuadro N° 5.8.

PROYECCIONES DE TRÁFICO

FACTOR CARRIL Y FACTOR DIRECCION

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología y pavimentos (2013) menciona que el “Factor Carril, corresponde al carril que recibe el mayor número de Ejes Equivalentes (EE), donde el tránsito por la dirección mayormente se canaliza por ese carril” (p. 74).

- Factor Carril = 1, corresponde a un carril por dirección o sentido.
- Factor Direccional =0.5, corresponde a carreteras de 2 direcciones por calzada.

TASAS DE CRECIMIENTO

En tal sentido la proyección del tránsito normal de vehículos carga, se basa en la tasa de crecimiento de la actividad económica, asumida de la evolución histórica del PBI de los denominados sectores importantes considerados para el área de influencia. La tasa de crecimiento promedio del PBI sectorial es de 3.54 % anual, basados en las estadísticas del INEI del año 2017, para la proyección del tránsito normal de pasajeros, se asume la tasa de crecimiento de la población de la Región Ica, que es de 1.15 % promedio anual.

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurimac	0.59%	Apurimac	6.65%
Arequipa	1.07%	Arequipa	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca	0.57%	Cajamarca	1.29%
Callao	1.56%	Cusco	4.43%
Cusco	0.75%	Huancavelica	2.33%
Huancavelica	0.83%	Huánuco	3.85%
Huánuco	0.91%	Ica	3.54%
Ica	1.15%	Junín	3.90%
Junín	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque	3.45%
Lambayeque	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima Metropolitana	1.45%	Lima Metropolitana	3.69%
Loreto	1.30%	Loreto	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco	0.84%	Pasco	0.36%
Piura	0.87%	Piura	3.23%
Puno	0.92%	Puno	3.21%
San Martín	1.49%	San Martín	3.84%
Tacna	1.50%	Tacna	2.88%
Tumbes	1.58%	Tumbes	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI. Sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.



Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – OGPP - OPMI "Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas". Capítulo V, Figura N° 5.12.

PROYECCIONES DE TRÁFICO

- Tráfico Normal; es el tráfico que crece en forma natural, conforme crece la economía nacional, sin intervenciones que produzcan crecimientos picos.

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Dónde:

T_n= Transito proyectado al año en vehículo por día

T_o= Transito (Actual/año base) en vehículo por día

n= año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de transito

- Tráfico generado: Tomando como referencia experiencias de otras vías en zonas de sierras se ha considerado un 15%, para ambas alternativas las cuales contemplan una intervención a nivel afirmado (estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera EMP. PE-3S (Puno) – Vilque – Mañazo – EMP. PE – 34A (Huataquita), Anexo C, estudio de tráfico, s.f.).

Estimaciones de tráfico generado por tipo de proyecto	
Tipo de intervención	% de tráfico normal
Proyecto de rehabilitación	10 %
Proyecto de mejoramiento	15 %

Fuente: Caminos vecinales. Guía para la formulación de proyectos de inversión pública exitosos. Ministerio de economía y finanzas Pág. 25. Capítulo V, Cuadro N° 5.9.

VARIACION HORARIA

Las variaciones horarias se muestran con mayor índice durante el día, mientras que por las madrugadas y noches estas tienden a bajar.

Se observa en la estación 01 el mismo comportamiento durante todos los días de la semana, el horario donde más se presenta el tráfico es durante las horas de la mañana 11 a 12 am luego esta decrece para luego incrementarse entre las 12.00 y 14.00 pm horas y luego cae para incrementarse luego entre las 17.00 y 18.00 pm horas esto nos dice que es una zona agrícola donde la población obrera va al trabajo temprano luego regresa al medio día para consumir sus alimentos y posteriormente regresar de nuevo al trabajo y al concluir su trabajo retornar a sus viviendas.

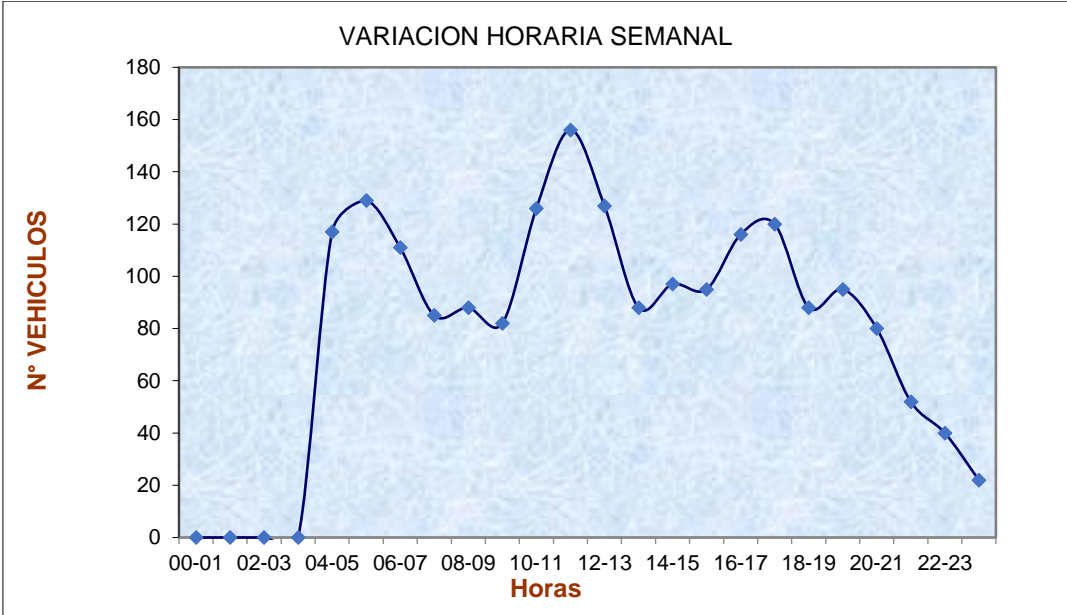
VARIACIÓN HORARIA

Hora	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	6	5	4	7	12	13	20	67
05-06	17	11	12	9	8	8	11	76
06-07	10	11	10	13	9	12	14	79
07-08	13	11	15	7	8	5	7	66
08-09	13	9	10	8	10	9	11	70
09-10	6	6	8	9	9	12	13	63
10-11	20	19	15	16	15	19	12	116
11-12	26	23	23	21	19	13	10	135
12-13	27	15	16	16	12	13	9	108
13-14	15	14	8	8	11	10	5	71
14-15	15	11	14	16	15	9	10	90
15-16	12	5	14	7	10	15	10	73
16-17	16	13	11	12	13	15	9	89
17-18	15	17	17	13	11	8	13	94
18-19	7	7	8	7	12	6	26	73
19-20	6	8	11	11	10	3	15	64
20-21	3	7	7	12	17	13	14	73
21-22	6	6	7	6	7	11	10	53
22-23	7	4	6	8	4	8	2	39
23-24	4	2	3	3	5	2	3	22
TOTAL	244	204	219	209	217	204	224	1521

Fuente: *Elaboración propia. Capítulo V, Cuadro N° 5.10.*



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.13.



Fuente: Elaboración propia (Estación E-1). Capítulo V, Figura N° 5.14.

TRAFICO TOTAL PROYECTADO

Es la suma del tráfico normal y tráfico generado

Muestra los Índices Medios Diarios anuales, sus respectivas proyecciones, para el tramo y tipo de vehículo. Las proyecciones han sido calculadas para el año (2019 - 2039).

TRANSITO PROYECTADO

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Dónde:

T_n = Transito proyectado al año en vehículo por día

T_o = Tránsito actual en vehículo por día (año base)

n = año futuro de proyección

r_{VL} = 1.15% (Para vehículos ligeros)

r_{VP} = 3.54% (Para vehículos Pesados)

PROYECCIÓN DEL TRÁFICO							
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Tráfico Normal	241	241	243	248	249	251	254
Moto	71	71	72	73	73	74	75
Mototaxi	30	30	30	31	31	31	32
Auto	71	71	72	73	73	74	75
Station Wagon	22	22	22	23	23	23	23
Cmta. Pick Up	22	22	22	23	23	23	23
Cmta. Panel	15	15	15	15	16	16	16
Cmta. Rural Combi	4	4	4	4	4	4	4
Micro	2	2	2	2	2	2	2
Bus 2E	2	2	2	2	2	2	2
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	2	2	2	2	2	2	2
Tráfico Generado	1	36	36	36	36	36	36
Moto	0	11	11	11	11	11	11
Mototaxi	0	5	5	5	5	5	5
Auto	0	11	11	11	11	11	11
Station Wagon	0	3	3	3	3	3	3
Cmta. Pick Up	0	3	3	3	3	3	3
Cmta. Panel	0	2	2	2	2	2	2
Cmta. Rural Combi	0	1	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0
IMD TOTAL	242	277	279	284	285	287	290

Tipo de Vehículo	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13
Tráfico Normal	258	263	266	269	274	277	277
Moto	76	77	78	79	80	81	81
Mototaxi	32	32	33	33	34	34	34
Auto	76	77	78	79	80	81	81
Station Wagon	24	24	24	24	25	25	25
Cmta. Pick Up	24	24	24	24	25	25	25
Cmta. Panel	16	16	16	17	17	17	17
Cmta. Rural Combi	4	4	4	4	4	5	5
Micro	2	3	3	3	3	3	3
Bus 2E	2	3	3	3	3	3	3
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	2	3	3	3	3	3	3
Tráfico Generado	38	40	40	41	41	41	41
Moto	11	12	12	12	12	12	12
Mototaxi	5	5	5	5	5	5	5
Auto	11	12	12	12	12	12	12
Station Wagon	4	4	4	4	4	4	4
Cmta. Pick Up	4	4	4	4	4	4	4
Cmta. Panel	2	2	2	3	3	3	3
Cmta. Rural Combi	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0

Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	0	0	0	0	0	0	0
IMD TOTAL	296	303	306	310	315	318	318
Tipo de Vehículo	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	282	285	288	290	297	300	303
Moto	82	83	84	85	86	87	88
Mototaxi	35	35	36	36	36	37	37
Auto	82	83	84	85	86	87	88
Station Wagon	26	26	26	26	27	27	27
Cmta. Pick Up	26	26	26	26	27	27	27
Cmta. Panel	17	18	18	18	18	18	19
Cmta. Rural Combi	5	5	5	5	5	5	5
Micro	3	3	3	3	4	4	4
Bus 2E	3	3	3	3	4	4	4
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	3	3	3	3	4	4	4
Tráfico Generado	41	41	43	43	46	47	47
Moto	12	12	13	13	13	13	13
Mototaxi	5	5	5	5	5	6	6
Auto	12	12	13	13	13	13	13
Station Wagon	4	4	4	4	4	4	4
Cmta. Pick Up	4	4	4	4	4	4	4
Cmta. Panel	3	3	3	3	3	3	3
Cmta. Rural Combi	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	1	1	1
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	0	0	0	0	1	1	1
IMD TOTAL	323	326	331	333	343	347	350

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Cuadro N° 5.11.

IMDA proyectado a 20 años:

IMDA = 350 VEHÍCULOS / DÍA

**RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA		C.C.P.P. EL CARMEN HASTA C.C.P.P. VILLA SAN PEDRO		ESTACION		CRUCE CALLE JUAN CANCIO CASTILLO																		
SENTIDO		AMBOS		E ←		E → 1																		
UBICACION		C.C.P.P. VILLA SAN PEDRO		MARTES		21 MAYO 2019																		
				S →																				
HORA	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
DIAGRA. VEH.									2 E	>3 E	2 E	3 E	4 E	2S12S2	2S3	3S13S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	TOTAL		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
04-05	2	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5		
05-06	8	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11		
06-07	1	1	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11		
07-08	5	2	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11		
08-09	3	1	1	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9		
09-10	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6		
10-11	2	3	5	4	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19		
11-12	11	2	3	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23		
12-13	6	1	7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15		
13-14	4	3	2	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14		
14-15	2	1	1	1	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11		
15-16	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5		
16-17	2	1	7	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13		
17-18	6	2	5	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17		
18-19	1	1	2	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7		
19-20	2	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8		
20-21	1	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7		
21-22	2	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6		
22-23	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4		
23-00	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
TOTAL	64	25	51	22	20	13	4	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140		

Página 1

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.16.

**RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA		C.C.P.P. EL CARMEN HASTA C.C.P.P. VILLA SAN PEDRO		ESTACION		CRUCE CALLE JUAN CANDIDO CASTILLO																		
SENTIDO		AMBOS		E ← →		E - 1																		
UBICACION		C.C.P.P. VILLA SAN PEDRO		DIA Y FECHA		VIERNES 24 MAYO 2019																		
HORA	MOTO	AUTOTAX	ALTO	STATIO	CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL				
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>3 E	2 E	3 E	4 E	2S/12S2	2S3	3S/13S2	>= 3S3	2T2	2T3		3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																								
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
05-06	5	-	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
06-07	4	-	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
07-08	2	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
08-09	2	1	3	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
09-10	1	1	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
10-11	6	4	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
11-12	8	1	5	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
12-13	1	-	7	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
13-14	2	1	1	1	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
14-15	4	2	2	3	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
15-16	5	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
16-17	3	2	4	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
17-18	4	1	1	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
18-19	2	5	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
19-20	3	2	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
20-21	4	4	3	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
21-22	2	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
22-23	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
23-00	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
TOTAL	67	30	55	22	20	14	4	1	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150

Página 1

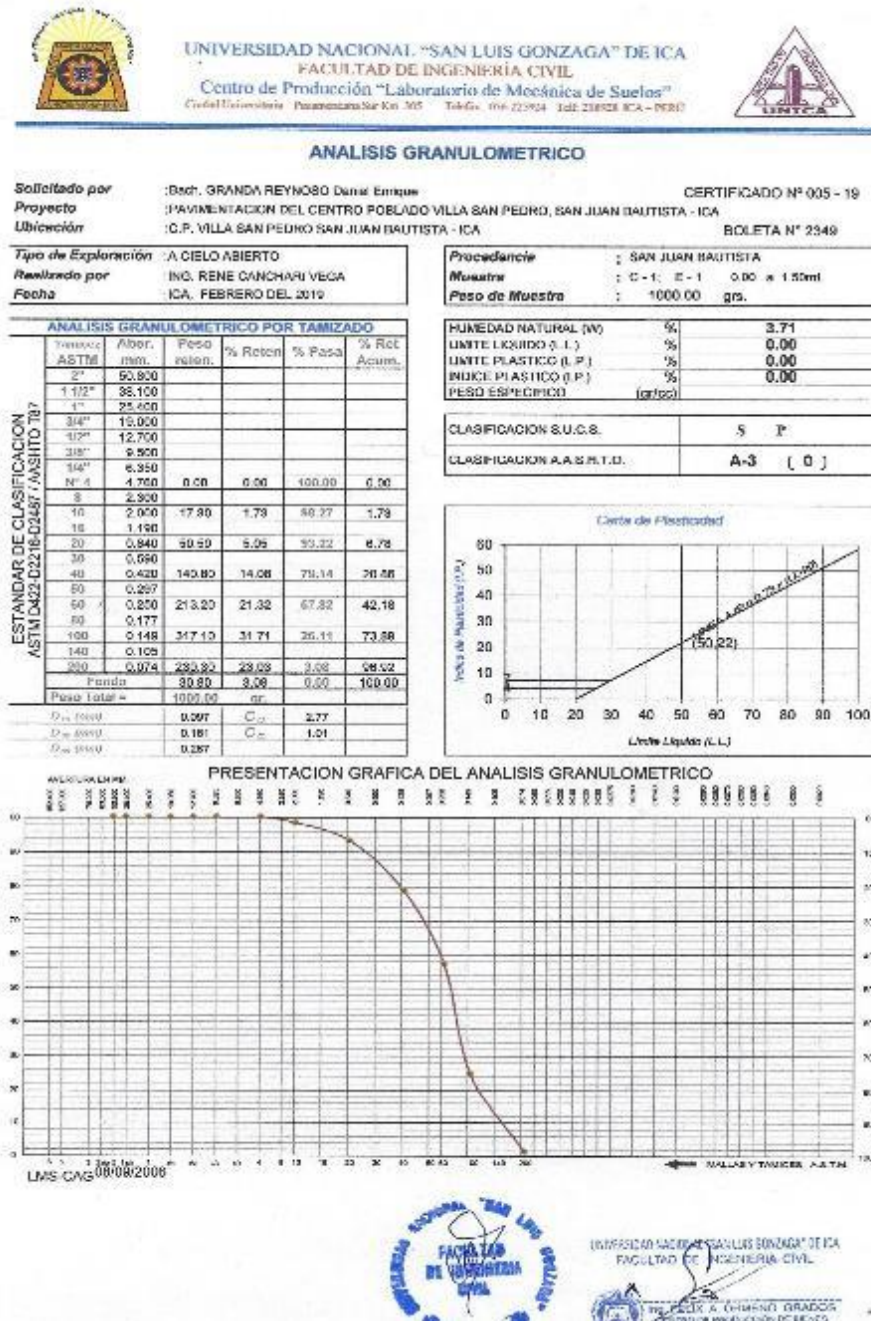
Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.19.

RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR																						
ESTUDIO DE TRAFICO																						
TRAMO DE LA CARRETERA			C.C.P.P. EL CARMEN HASTA C.C.P.P. VILLA SAN PEDRO			ESTACION			BUCE CALLE JUAN CANCIO CASTIL													
SENTIDO			AMBOS			E ←			E →													
UBICACION			C.C.P.P. VILLA SAN PEDRO			DIA Y FECHA			SABADO 25 MAYO 2019													
HORA	MOTO	MOTOTAX	AUTO	STATO	CAMIONETAS	MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL											
DIAGRA. VEH.					PICKUP	PANEL	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05	7	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
05-06	4	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
06-07	3	1	3	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
07-08	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
08-09	1	2	1	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
09-10	4	2	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
10-11	4	5	5	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
11-12	3	2	4	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
12-13	2	1	6	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
13-14	1	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
14-15	3	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
15-16	5	1	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
16-17	2	3	3	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
17-18	3	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
18-19	1	-	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
19-20	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
20-21	4	3	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
21-22	3	2	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
22-23	2	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
23-00	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TOTAL	55	29	60	16	21	15	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149

Página 1

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.20.

RESULTADOS DE ESTUDIOS DE SUELOS ENSAYOS PARA LAS CALICATAS



Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.22.



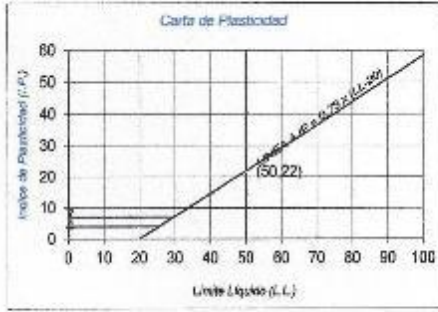
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Solicitado por : Bach. GRANDA REYNOSO Daniel Enrique CERTIFICADO N° 005 -A-19
Proyecto : PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO, SAN JUAN BAUTISTA - ICA
Ubicación : C.P. VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA - ICA BOLETA N° 2349
Tipo de Exploración : A CIELO ABIERTO
Realizado por : ING. RENE CANCHARI VEGA
Fecha : ICA, FEBRERO DEL 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
Tamizal ASTM	Abcr. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00
8	2.500				
16	1.180				
30	0.540	78.30	7.80	90.80	9.40
40	0.420	135.20	13.52	77.60	22.92
60	0.250	185.80	18.58	59.52	41.48
80	0.177				
100	0.149	324.30	32.43	26.99	73.91
140	0.106				
200	0.074	223.70	22.37	3.72	96.28
Fondo		37.20	3.72	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	gr.		
D_{10} (mm)	0.075		C_u	2.77	
D_{30} (mm)	0.16		C_c	1.04	
D_{60} (mm)	0.254				

Procedencia	: SAN JUAN BAUTISTA
Muestra	: C-2; E-1 0.00 a 1.40mL
Peso de Muestra	: 1000.00 grs.
HUMEDAD NATURAL (W)	% 3.52
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	% 0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	% 0.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	% 0.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)

CLASIFICACION S.U.C.S.	S P
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-3 [D]



Facultad de Ingeniería Civil
 Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica
 Ing. RENE A. GARCIA GRANDA
 Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.23.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Solicitado por: Bach. GRANDA REYNOSO Daniel Enrique
 Proyecto: PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO, SAN JUAN BAUTISTA - ICA
 Ubicación: C.P. VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA - ICA
 CERTIFICADO N° 005-B-19
 BOLETA N° 2349

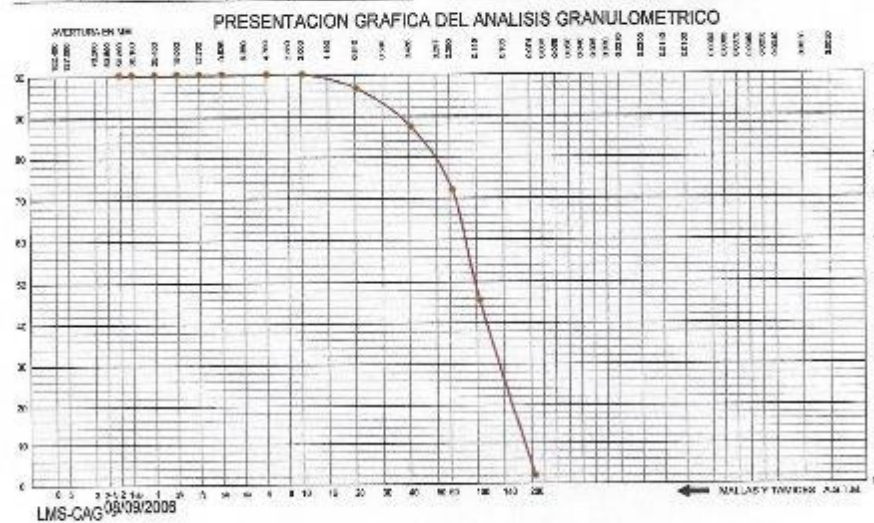
Tipo de Exploración: A CIELO ABIERTO
 Realizado por: ING. RENE CANCHARI VEGA
 Fecha: ICA, FEBRERO DEL 2019

Procedencia: SAN JUAN BAUTISTA
 Muestra: C-3; E-1 0.50 a 1.50m.
 Peso de Muestra: 1000.00 grs.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
Tamizarse ASTM	Abert. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.	
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.500					
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00	
6	2.500					
10	2.000	0.00	0.00	100.00	0.00	
18	1.180					
20	0.840	34.10	3.41	96.59	3.41	
30	0.600					
40	0.420	62.30	6.23	93.77	12.64	
60	0.250					
80	0.190	100.80	10.08	89.92	27.72	
100	0.149	258.40	25.84	74.16	53.56	
140	0.105					
200	0.074	427.70	42.77	57.23	96.33	
Fondo		36.70	3.67	96.33	100.00	
Peso Total =		1000.00	grs.			
C_{10} (mm)		0.074	C_{10}	2.37		
D_{10} (mm)		0.120	C_{10}	0.94		
D_{30} (mm)		0.250				

HUMEDAD NATURAL (W)	%	4.81
LÍMITE LÍQUIDO (L.L.)	%	0.00
LÍMITE PLÁSTICO (L.P.)	%	0.00
ÍNDICE PLÁSTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECÍFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	S P
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-3 (0)



Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.24.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Solicitado por : Bach. GRANDA REYNOSO Daniel Enrique CERTIFICADO N° 005-C-13
 Proyecto : PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO, SAN JUAN BAUTISTA - ICA
 Ubicación : C.P. VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA - ICA

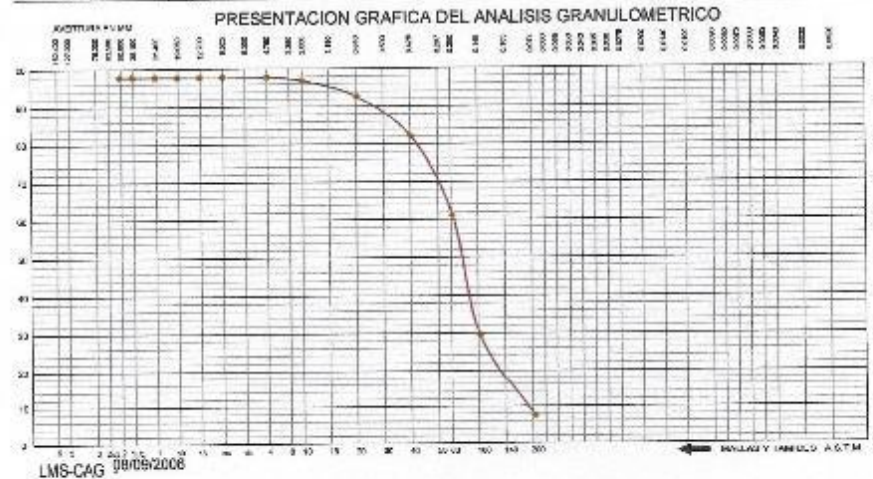
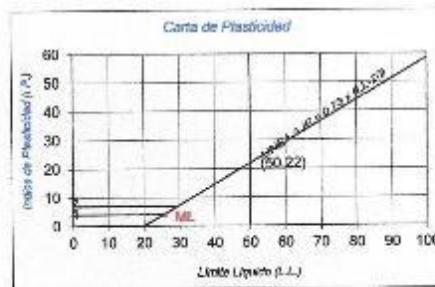
Tipo de Exploración : A CIELO ABIERTO
 Realizado por : ING. RENE CANCHARI VEGA
 Fecha : ICA, FEBRERO DEL 2019

Procedencia : SAN JUAN BAUTISTA
 Muestra : C-4; E-1 : 0.00 a 1.40m
 Peso de Muestra : 1000.00 grs.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
Tamizos ASTM	Abert. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasó	% Ret. Acum.
2"	50.800				
1.192"	30.100				
5"	25.400				
3/8"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 9	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00
8	2.300				
10	2.000	10.30	1.03	98.97	1.03
18	1.190				
20	0.840	43.50	4.35	94.62	5.41
30	0.600				
40	0.420	110.10	11.01	83.61	16.42
60	0.250	216.20	21.62	61.99	38.04
80	0.177				
100	0.149	326.80	32.68	29.30	70.72
140	0.105				
200	0.075	222.30	22.23	6.67	83.43
Fondo		85.70	8.57	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	grs.		
D_{10} (mm)		0.075	C_u	2.85	
D_{30} (mm)		0.151	C_c	1.12	
D_{60} (mm)		0.244			

HUMEDAD NATURAL (W)	%	3.81
LÍMITE LÍQUIDO (L.L.)	%	25.80
LÍMITE PLÁSTICO (L.P.)	%	22.40
ÍNDICE PLÁSTICO (I.P.)	%	3.40
PESO ESPECÍFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S. : S P - S M
 CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. : A-2-4 [U]



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Ing. RENE CANCHARI VEGA

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.25.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Solicitado por : Bach. BRANDA REYNOSO Daniel Enrique CERTIFICADO N° 005-D-19
Proyecto : PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO, SAN JUAN BAUTISTA - ICA
Ubicación : C.P. VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA - ICA

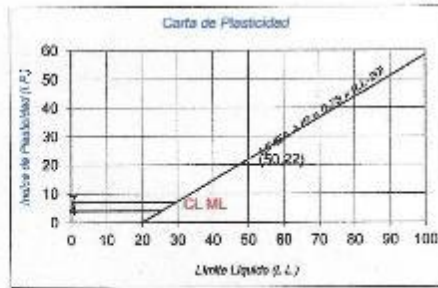
Tipo de Exploración : A CIELO ABIERTO
Realizado por : ING. RENE CANCHARI VEGA
Fecha : ICA, FEBRERO DEL 2019

Procedencia : SAN JUAN BAUTISTA
Muestra : C-5; E-1 0.00 a 1.40m.
Peso de Muestra : 1000.00 grs.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
Tamizos ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00
8	2.300				
10	2.000	0.00	0.00	100.00	0.00
16	1.180				
20	0.840	22.40	2.24	97.76	2.24
30	0.590				
40	0.420	126.00	12.60	85.85	14.84
50	0.297				
60	0.250	185.20	18.52	68.33	33.36
80	0.177				
100	0.149	243.40	24.34	40.97	57.70
140	0.106				
200	0.074	235.20	23.52	17.45	81.22
Fondo		174.60	17.46	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	grs.		
D ₁₀ (mm)	0.042	C _u	5.38		
D ₃₀ (mm)	0.174	C ₃₀	1.34		
D ₆₀ (mm)	0.250				

HUMEDAD NATURAL (W)	%	4.31
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	28.80
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	22.30
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	6.50
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	S - CLM
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-2-4 (0)



Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.26.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Solicitado por: Bach. GRANDA REYNOSO Daniel Enrique CERTIFICADO Nº 005-E-19
 Proyecto: PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO, SAN JUAN BAITISTA - ICA
 Ubicación: C.P. VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAITISTA - ICA

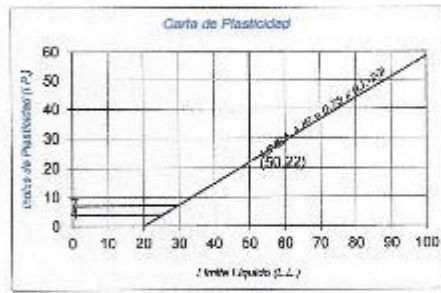
Tipo de Exploración: A CIELO ABIERTO
 Realizado por: ING. RENE CANCHARI VILGA
 Fecha: ICA, FEBRERO DEL 2018

Procedencia: SAN JUAN BAITISTA
 Muestra: C-6; E-1 0.00 a 1.50m.
 Peso de Muestra: 1000.00 grs.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
Tamizaje ASTM	Abor. mma.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.	
3"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.500					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00	
8	2.300					
10	2.000	7.90	0.78	99.24	0.78	
15	1.190					
20	0.850	73.40	7.34	91.90	8.12	
30	0.590					
40	0.420	157.30	15.73	75.17	24.85	
60	0.287					
80	0.250	178.90	17.89	57.24	42.65	
100	0.177					
150	0.149	297.90	29.79	27.49	72.42	
180	0.105					
200	0.075	244.10	24.41	3.17	96.83	
Fondo		31.70	3.17	0.00	100.00	
Peso Total =		1000.00	gr.			
D ₁₀ (mm)		0.075	C _u	2.00		
D ₃₀ (mm)		0.157	C _c	0.04		
D ₆₀ (mm)		0.275				

HUMEDAD NATURAL (w)	%	3.80
LÍMITE LÍQUIDO (L.L.)	%	0.00
LÍMITE PLÁSTICO (I.P.)	%	0.00
ÍNDICE PLÁSTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECÍFICO (ρ _{so})	(g/cm ³)	

CLASIFICACION S.U.C.S. : S P
 CLASIFICACION A.A.S.H.T.O. : A-3 (0)



Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura Nº 5.27.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Solicitado por : Bach. GRANDA REYNOSO Daniel Enrique CERTIFICADO N° 005 - F-19
 Proyecto : PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO - SAN JUAN BAUTISTA - ICA
 Ubicación : C.P. VILLA SAN PEDRO SAN JUAN BAUTISTA - ICA

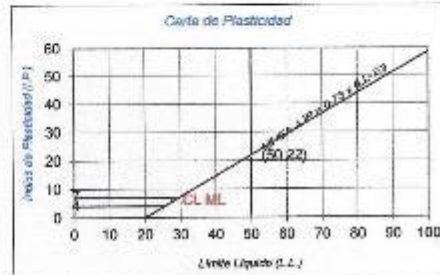
Tipo de Exploración : A CELO ABIERTO
 Realizado por : ING. RENE CANCHARI VEGA
 Fecha : ICA, FEBRERO DEL 2019

Procedencia : SAN JUAN BAUTISTA
 Muestra : C-7, E-1 0.00 a 1.50ml
 Peso de Muestra : 1000.00 grs.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
Tamaño ASTM	Abert. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.00
8	2.300				
10	2.000	11.30	1.13	98.87	1.13
15	1.190				
20	0.840	78.70	7.87	91.00	9.00
30	0.600				
40	0.420	170.20	17.02	73.98	26.02
60	0.280				
80	0.250	190.40	19.04	54.94	45.94
100	0.177				
140	0.140	202.00	20.20	34.78	66.22
200	0.074	205.70	20.57	13.31	86.69
Finido		133.10	13.31	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	gr.		
D ₁₀ (mm)	0.099	C _u	6.97		
D ₃₀ (mm)	0.134	C _c	1.00		
D ₆₀ (mm)	0.250				

HUMEDAD NATURAL (W)	%	4.39
LÍMITE LÍQUIDO (L.L.)	%	27.70
LÍMITE PLÁSTICO (L.P.)	%	21.30
ÍNDICE PLÁSTICO (I.P.)	%	6.40
PESO ESPECÍFICO	(g/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	S - C.M.
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-2-4 (0)



Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.28.

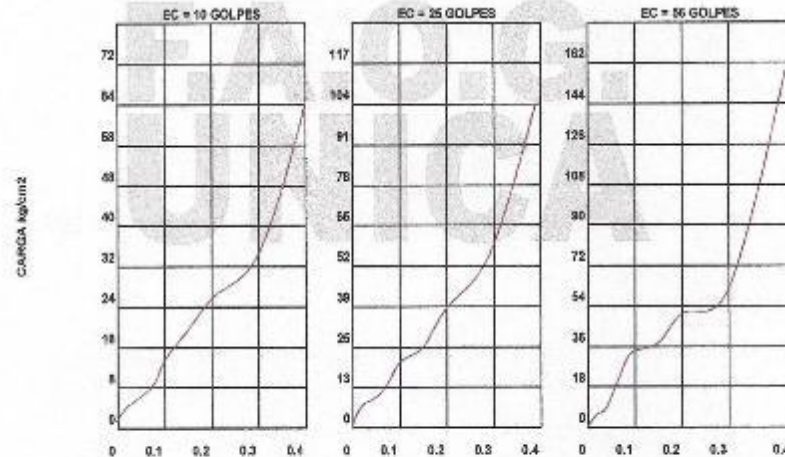
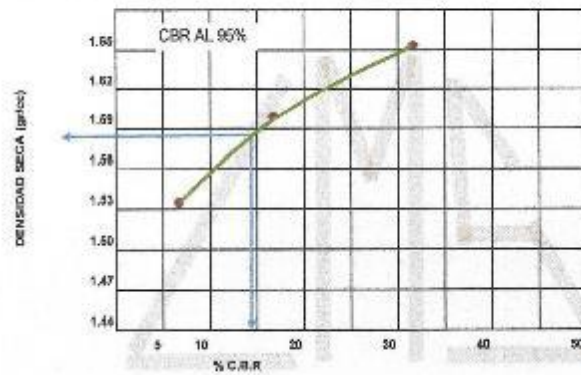


GRAFICOS C.B.R - SUMERGIDO

METODO DE COMPACTACION

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.60
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.31
C.B.R. AL 99% DE M.D.S. (%)	14.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	34.00

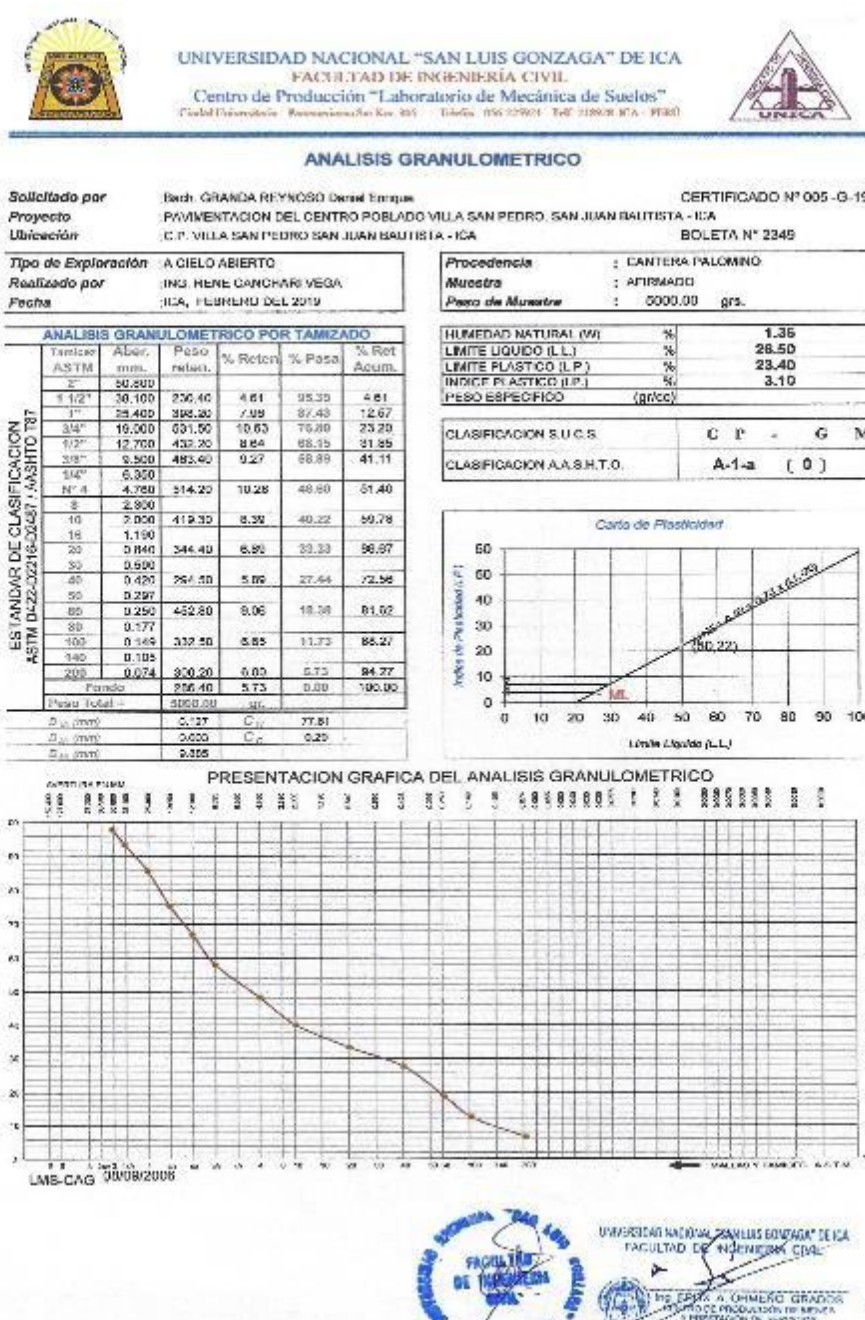
CERTIFICADO Nº 003-19



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ING. FELIX CROMADO GRADUADO
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
PRESIDENTE EJECUTIVO

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura Nº 5.31.

ENSAYOS PARA EL AFIRMADO



Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.32.



Certificado N° 004-19

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASION
MAQUINA DE LOS ANGELES

(NORMA: ASTM C - 131 Y AASHTO T - 96)

SOLICITANTE : Bach. GRANDA REYNOSO Daniel Enrique
OBRA : PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO, SAN JUAN BAUTISTA - ICA
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO - SAN JUAN BAUTISTA - ICA
CANTERA : PALOMINO
TIPO DE AGREGADO : PIEDRA CHANCADA - SARANDEADA
TECNICO OPERADOR : ING. RENE OSWALDO CANCHARI VEGA
FECHA : ICA, FEBRERO DEL 2019

CUADRO N° 1: ESPECIFICACION Y TIPO DE ENSAYOS

TIPO DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS DIAMETRO = 48 mm. Y PESO = 380 - 440 gr. c/u	PESO TOTAL DE ESFERAS POR ENSAYO (grs)
A	12	6,000 ± - 25
B	11	4,684 ± - 25
C	8	3,330 ± - 25

Se utiliza el ensayo tipo "A", por la importancia de la obra, con P= 5,313 ± - 25 gr. velocidad de 33 r.p.m. Hasta completar 500 vueltas con 12 esferas.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ING. FELIX ORMEÑO GRANDI
 TECNICO DE PRODUCCION DE SERVICIOS
 PRESTACION DE SERVICIOS

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.33.



(NORMA: ASTM D422 - D2216 Y AASHTO T -87)

TAMICES UTILIZADOS PARA EL ENSAYO DE ABRASION SON:
 P (INICIAL) = 5,000 gr.

TAMIZ ASTM	TAMANO MALLA	PESO RETENIDO EN (GR)
2"	50.80	
1 1/2"	38.10	790.10
1"	25.40	2089.00
3/4"	19.00	1257.50
1/2"	12.70	863.40
total P (a)		5000.00

RESULTADOS DE ENSAYOS:

Peso Inicial de la Muestra P (inicial) = 5,000

Peso Seco despues tamizado P (a) = 5,000

Peso Seco lavado despues del ensayo de Abrasion, Tamizado y Retenido en Tamiz # 12 P (b) = 4,074.80 gr.

Peso del Desgaste que pasa Tamiz # 12 P (%) = 925.20 gr.

$$\text{Porcentaje de Desgaste (\%)} = \frac{P (\%) = P (a) - P (b)}{P (a)}$$

$$\text{Porcentaje de Desgaste (\%)} = P (\%) = \frac{(5,000 - 4,007.7) \times 100}{5000.00} = 0.18504$$

$$\text{Porcentaje de Desgasta (\%)} = P (\%) = \frac{0.18846 \times 100}{5000.00} = 18.504\%$$

$$\text{Porcentaje de Desgaste (\%)} = P (\%) = 18.50\%$$

Por tanto el (%) de desgaste sera = P (%) = 18.50 % (Se encuentra en el 1° Rango).

TABLA DE CALIFICACION DE PARAMETROS O RANGO DE RESISTENCIA		
% DE VALORES	GRADO DE RESISTENCIA	CALIFICACION
00 - 21	EXCELENTE	OBRAS DE IMPORTANCIA
22 - 34	BUENA	OBRAS GENERALES
35 - 50	MEDIA	POR LO GENERAL NO SE ADMITEN

NOTA: Se encuentra en el 1° Rango de buena Dureza



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Ing. FERNANDO CRISTIANO GRADOS
 CENTRO DE PRODUCCION DE BLENDS
 Y PRESTACION DE SERVICIOS



ENSAYO DE COMPACTACION
(Proctor Modificado)
(NORMA : ASTM - D 1557 Y AASHTO - T 180)

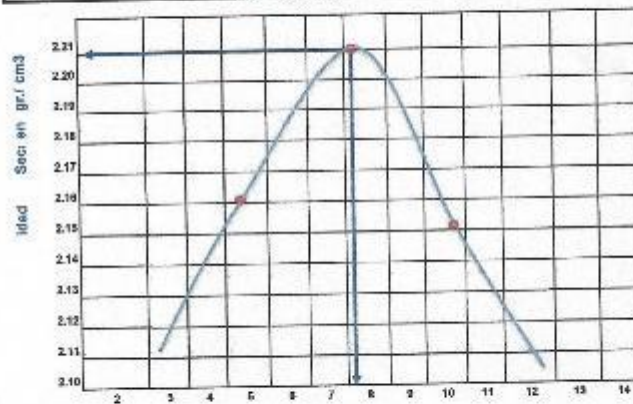
Certificado N° 003-A-18
 BOLETA N° 2349

Solicitado : Bach. GRANDA REYNOSO Daniel Enrique
 Obra : PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO VILLA SAN PEDRO, SAN JUAN BAUTISTA - ICA
 Ubicación : C.P. VILLA SAN PEDRO - SAN JUAN BAUTISTA - ICA
 Material : AFIRMADO Volumen del molde : 2100
 Cantora : PALOMINO Peso de Molde : 2116.08 gr.
 Fecha : ICA, FEBRERO DEL 2019

Prueba	N°	1	2	3
1	Peso molde + Suelo compactado	gr. 7,729.00	7,809.00	7,957.00
2	Peso del molde	gr. 2,890.00	3,030.00	2,850.00
3	Peso del suelo compactado	gr. 4,839.00	5,079.00	5,087.00
4	Terminar humedad	gr/c.c. 2.28	2.29	2.30
5	Densidad seca	gr/c.c. 2.16	2.21	2.15

Prueba	N°	1	2	3
1	Peso frasco + suelo húmedo	gr. 357.20	375.40	363.00
2	Peso frasco + arena + suelo seco	gr. 322.00	282.10	311.30
3	Peso agua contenida (1 - 2)	gr. 15.20	28.30	21.70
4	Peso del frasco	gr. 41.50	39.80	40.70
5	Peso del suelo seco (2 - 4)	gr. 280.70	240.30	270.60
6	Contenido de humedad (%)	% 5.42	8.15	10.81

Máxima Densidad seca : 2.21 gr/c.c. Óptimo contenido de humedad % : 8.15



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ING. FELIX GERARDO GRACIAS
 TÉCNICO EN PRODUCCIÓN DE BENS
 PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.35.



GRAFICOS C.B.R. - AFIRMADO

METODO DE COMPACTACION

MAXIMA DENSIDAD SECA

2.21

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

8.15

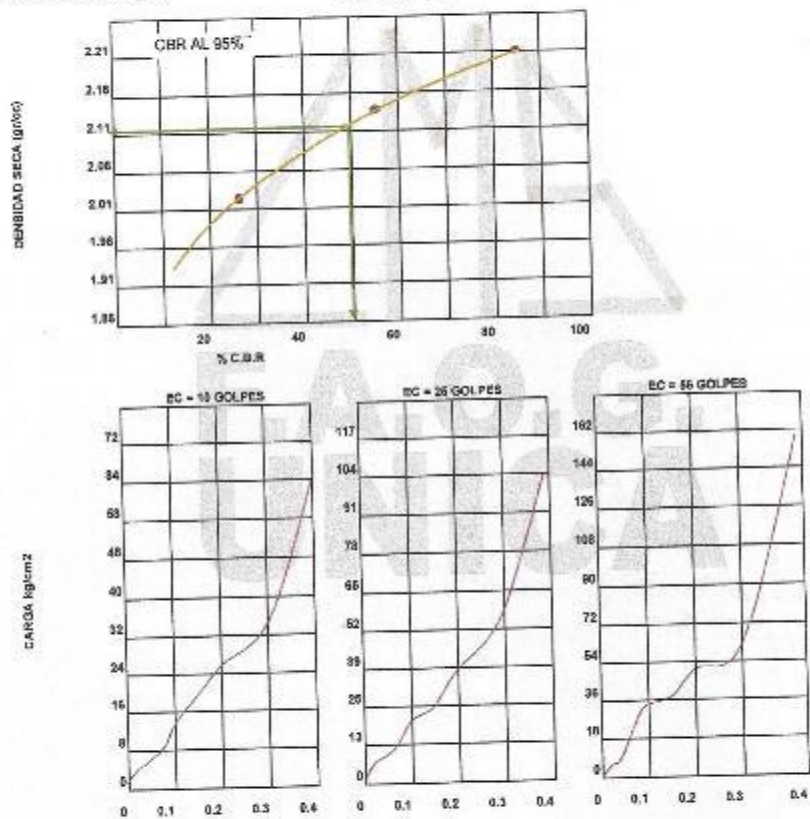
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)

60.00

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)

66.00

CERTIFICADO N° 003-A-19
BOLETA N° 2349



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROF. FÉLIX ORLANDO GRACIOSO
DIRECTOR DEL LABORATORIO DE SUELOS
Y FUNDACIONES DE GEOTECNIA

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Figura N° 5.37.

5.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE

5.5.1 MÉTODO DEL A.A.S.T.H.O.

Usaremos el Método AASHTO 93. Las variables principales que deben ser consideradas para el diseño son:

VIDA ÚTIL

Es el tiempo transcurrido entre la puesta en operación de la vía y el momento en el que el pavimento requiere rehabilitarse, se considera para nuestro diseño, un periodo de análisis de:

PERIODOS DE DISEÑO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA

Tipo de carretera	Periodo de diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación	10 - 20

Fuente: AASHTO. *Guide for Design of Pavement Structures 1993. Capítulo V, Cuadro N° 5.12.*

Entonces escogemos:

n= 20 años

FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL

- Factor Direccional = 0.5, corresponde a carreteras de 2 direcciones por calzada.
- Factor Carril = 1, corresponde a un carril por dirección o sentido.

**FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL PARA
DETERMINAR EL TRÁNSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO**

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Cuadro 6.1 Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013", Pág.75, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.13.

Transito: Del valor del tráfico obtenido, para el carril de diseño, calcularemos el parámetro ESAL corregido, para lo cual tenemos que determinar el factor de distribución direccional DD y el factor de DL.

Del manual de diseño de la AASHTO 1,993 obtenemos lo siguiente:

$$W18 = DD \times DL \times ESAL$$

Entonces:

$$W18 = 0.5 \times 1 \times ESAL$$

HALLANDO ESAL

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo (IMDA año 0). Del Cuadro 5.2:

Tipo de Vehículo	IMDA	Distribución
Moto	71	29.46
Mototaxi	30	12.45
Auto	71	29.46
Station Wagon	22	9.13
Cmta. Pick Up	22	9.13
Cmta. Panel	15	6.22
Cmta. Rural Combi	4	1.66
Micro	2	0.83
Bus 2E	2	0.83
Bus 3E	0	0.00
Camion 2E	2	0.83
IMDA	241	100.00

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Cuadro N° 5.14.

IDENTIFICANDO VEHICULOS PESADOS SEGÚN DG-2018

Para el cálculo de los EE o ESAL, se utilizarán solo vehículos pesados (buses y camiones) como indica el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

✓ Vehículos Ligeros

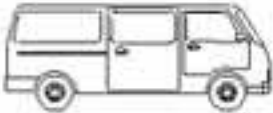
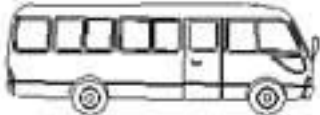
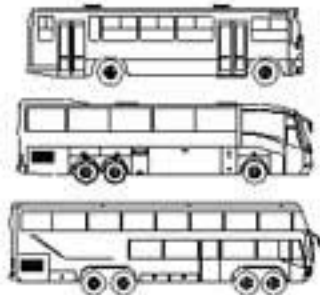
Conforme al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos ligeros aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y M1 (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor). Fuente: DG-2018 Pág. 24.

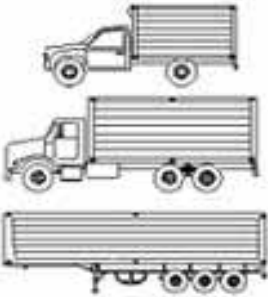
✓ Vehículos Pesados

Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la M1), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y construidos para el

transporte de mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N y O). Fuente: DG-2018 Pág. 24.

TIPOS DE CARROCERÍAS

Código	Carrocería	Categoría	Definición	Gráficos referenciales ⁽⁴⁾
MIC	MICROBUS	M2	Vehículo de diez (10) hasta diez y seis (16) asientos, incluyendo el asiento del conductor.	
MIN	MINIBUS	M2 M3	Vehículo de diez y siete (17) hasta treinta y tres (33) asientos incluyendo el asiento del conductor y no de más de 6,000 kg. de peso bruto vehicular. Excepcionalmente los vehículos de Clase I pueden tener menos de diez y siete (17) asientos.	
OMN	ÓMNIBUS	M3	Vehículo de más de treinta y tres (33) asientos incluyendo el asiento del conductor. Excepcionalmente los vehículos de la Clase I pueden tener treinta y tres (33) o menos asientos.	

FUR	FURGÓN	N1 N2 N3 O1 O2 O3 O4	Vehículo con carrocería cerrada con techo para el transporte de mercancías y separada del habitáculo de pasajeros. Puede o no tener compuertas laterales y/o posteriores.	
-----	--------	-------------------------------	---	---

Fuente: Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares. Tabla II: Tipos de carrocería. Resolución directoral N° 4848-2006-MTC/15. Capítulo V, Cuadro N° 5.15.

(4) Los gráficos consignados para cada tipo de carrocería son de carácter referencial y no limitan variantes de forma y diseño, en tanto mantengan la característica o funcionalidad que determina el tipo de carrocería.

Entonces serán vehículos pesados:

- Camioneta rural Combi. - por tener más de 8 asientos (de 10 – 16 asientos).
- Micro
- Bus 2E
- Camión 2E

FACTOR CAMION

Para el cálculo del factor camión, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, elaborado por el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento.

RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA AFIRMADOS, PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDOS


TIPO	TIPO
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P$
Eje Simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda	$EE_{TA1} = [P$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P /$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda	$EE_{TR1} = [$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P /$
$P =$ peso real por eje en toneladas	

Fuente: Cuadro 12.14, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.79, cuadro 6.3 en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.16.

HALLAREMOS EL FACTOR CAMIÓN PARA CADA TIPO DE VEHÍCULO:

a) Camioneta Rural Combi

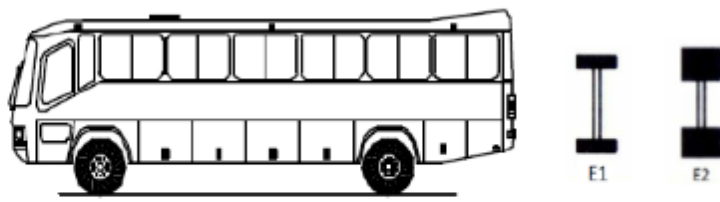
Factores de equivalencia por eje y Factor Vehículo Camión M2-III para pavimento flexible.

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Longitud Máxima (m)
M2-III								5.25
Relación de cargas por eje	$EES1 = (P/6.6)^4$	$EES2 = (P/6.6)^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga según Censo de carga (Tn)	1.85	2.45						
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de rueda	Rueda Simple	Rueda Simple						
Peso	1.85	2.45						
Factor E.E.	0.00617	0.01899						0.025
								Total Factor Camión M2-III

Fuente: Elaboración propia.

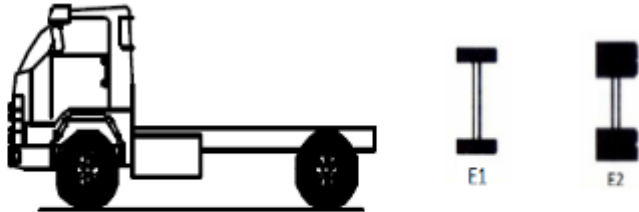
Fuente: Tabla 43. "Diseño para el mejoramiento de la vía urbana de las calles del aa.hh. las lomas de wichanza, distrito de la esperanza, trujillo – la libertad", pág.198. Capítulo V, Cuadro N° 5.17.

b) Bus 2E y Micro

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Longitud Máxima (m)
B-2								13.20
Relación de cargas por eje	$EES1 = (P/6.6)^4$	$EES2 = (P/8.2)^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga según Censo de carga (Tn)	7	11						
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						
Peso	7	11						
Factor E.E.	1.26537	3.23829						4.504
								Total Factor Camión M3-I

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014. Capítulo V, Cuadro N° 5.18.

c) Camión 2E

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Longitud Máxima (m)
C-2								12.30
Relación de cargas por eje	EES1 = (P/6.6)^4	EES2 = (P/8.2)^4						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga según Censo de carga (Tn)	7	11						
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						
Peso	7	11						
Factor E.E.	1.26537	3.23829						
								Total Factor Camión C-2
								4.504

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014. Capítulo V, Cuadro N° 5.19.

Hallamos la tasa de crecimiento

$$f = \frac{[(1 + r)^n - 1]}{r}$$

Donde:

n=20 años (periodo de diseño)

r=3.54% (razón de crecimiento - PBI)

Reemplazando:

F= 28.40

FACTOR DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS

FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fp) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota:

- EE = Ejes Equivalentes
- Presión de inflado del neumático (Pin): está referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Presión de Contacto del neumático (PCN): igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el Factor de Ajuste igual al espesor de 50 mm.

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013. Capítulo V, Cuadro N° 5.20.

Entonces:

Para una presión de neumáticos de 6.895 Bares

6.895 bares = 100Psi

PCN = 0.90 * 100 = 90 Psi

Espesor = 50mm (Nos ponemos en el peor caso)

Fp = 1.36

HALLANDO EL ESAL DE DISEÑO:

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}} = \Sigma [EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365]$$

Donde:

Parámetros	Descripción
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
EE_{día-carril}	<p>EE_{día-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE_{\text{día-carril}} = IMD_{p_i} \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$ <p>donde:</p> <p>IMD_{p_i}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N°5.4.</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N°5.4.</p>

	<p>Fvp_i: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 5.10.</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013. Capítulo V, Cuadro N° 5.21.

CUADRO DE CALCULO DEL ESAL DE DISEÑO

Tipo de vehículo	Vehic/d. (1)	N° días por año (2)	Fact. Crec. (3)	Traf. De diseño (1)x(2)x(3) =(4)	F. ESAL. (5)	Fp (6)	ESAL de diseño (4)x(5)x(6)
Camioneta Rural Combi	4	365	28.40	41464	0.025	1.36	1409.78
Micro	2	365	28.40	20732	4.504	1.36	126992.62
Bus 2E	2	365	28.40	20732	4.504	1.36	126992.62
Camion 2E	2	365	28.40	20732	4.504	1.36	126992.62
							382388

DD =	0.5
DL =	1
ESAL CORREGIO =	191194

Fuente: Elaboración propia. Capítulo V, Cuadro N° 5.22.

FACTOR DE CONFIABILIDAD

VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD PARA UNA SOLA ETAPA DEL DISEÑO (10 O 20 AÑOS) SEGÚN RANGO DE TRÁFICO.

C	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: Cuadro 12.6, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.154, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.23.

Datos:

Tipo de caminos: Camino de bajo volumen de tránsito

Tráfico: Tp1

Ejes equivalentes acumulados = 191 194

Resultado:

Nivel de confiabilidad (R) = 70%

Coficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr).- El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

**COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR
NORMAL (ZR) PARA UNA SOLA ETAPA DE DISEÑO (10 O 20 AÑOS) SEGÚN
EL NIVEL DE CONFIABILIDAD SELECCIONADO Y EL RANGO DE
TRAFICO**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	-0.842
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL
Resto de Caminos	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
Resto de Caminos	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Cuadro 12.8, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.156, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.24.

Datos:

Tipo de caminos: Camino de bajo volumen de tránsito

Tráfico: Tp1

Ejes equivalentes acumulados = 191 194

Resultado:

Nivel de confiabilidad (R) = -0.524

DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (SO)

$S_o = 0.45$ (valor recomendado)

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

El principal factor asociado a la seguridad y comodidad al usuario resulta ser la calidad de rodamiento; el agarre de la llanta a la capa de rodadura califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5.

El diseño estructural basado en la serviciabilidad considera necesaria determinar los índices de servicio inicial (P_o) y el índice de servicio terminal (P_t) para la vida útil o de diseño del pavimento.

SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI) SEGÚN RANGO DE TRÁFICO

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T _{P15}	>30'000,000		4.20

Fuente: Cuadro 12.10, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.158, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.25.

Datos:

Tipo de caminos: Camino de bajo volumen de tránsito

Tráfico: T_{p1}

Ejes equivalentes acumulados = 191 194

Resultado:

Serviciabilidad inicial (Pi) = 3.80

SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT) SEGÚN RANGO DE TRÁFICO

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}		>30'000,000	3.00

Fuente: Cuadro 12.11, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.159, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.26.

Datos:

Tipo de caminos: Camino de bajo volumen de tránsito

Tráfico: Tp1

Ejes equivalentes acumulados = 191 194

Resultado:

Pt=2.0

VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

(Δ PSI) es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

$$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$$

DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (▲ PSI) SEGÚN RANGO DE TRÁFICO

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}		>30'000,000	1.20

Fuente: Cuadro 12.12, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.160, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.27.

Datos:

Tipo de caminos: Camino de bajo volumen de tránsito

Tráfico: Tp1

Ejes equivalentes acumulados = 191 194

Resultado:

▲ PSI = 1.80

MÓDULO DE RESILIENCIA (MR)

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

Considerando los datos obtenidos en el Capítulo IV.

CBR DE SUB-RASANTE: 14.00% al 95% de M.D.S.

Reemplazando en la fórmula:

$$MR \text{ (psi)} = 2555 \times 14.0^{0.64} \text{ (Sub-rasante)}$$

$$MR \text{ (psi)} = 13832.89 \text{ (Sub-rasante)}$$

$$MR \text{ (ksi)} = 13.83 \text{ (Sub-rasante)}$$

CBR DE BASE: C.B.R. 86% al 100% M.D.S.

Reemplazando en la fórmula

$$MR \text{ (psi)} = 2555 \times 86.0^{0.64} \text{ (Base)}$$

$$MR \text{ (psi)} = 44204.85 \text{ (Base)}$$

$$MR \text{ (ksi)} = 44.20 \text{ (Base)}$$

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

Con estos parámetros y mediante la siguiente fórmula propuesta por la AASHTO 1,993 para Pavimentos Asfálticos, se obtiene el valor del número estructural total requerido SN.

Según el Catálogo de estructuras de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Pagina 187, propone un diseño de base granular + carpeta asfáltica, el cual tomaremos en cuenta para poder plantear el diseño final.

CALCULO DEL SN1 POR EL ABACO DEL AASHTO93

DATOS:

$n = 20$ años

ESAL = 191 194

$R = 70\%$

$Z_r = -0.524$

$S_o = 0.45$

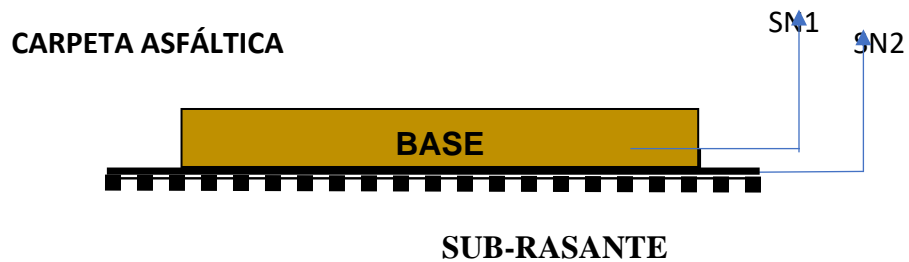
$P_i - P_t = 1.8$

$M_r 2 = 13.83$ ksi (Sub-rasante)

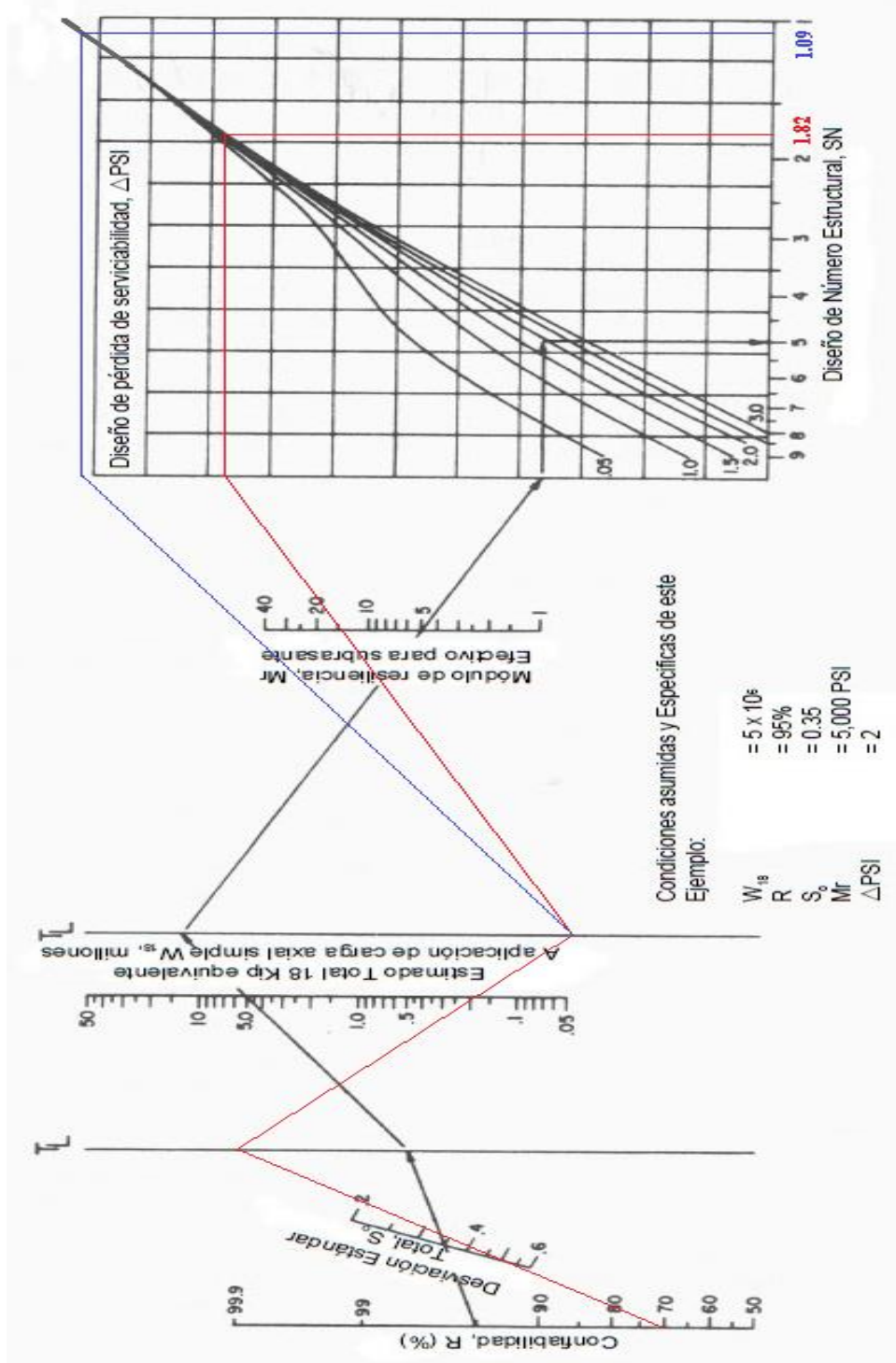
SN2 = 1.82 —————

$M_r 1 = 44.20$ ksi (Base)

SN1 = 1.09 —————



Fuente: Elaboración propia Capítulo V, Figura N° 5.39.



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993. Capítulo V, Figura N° 5.40.

Ahora mediante Formula:

$$SN = SN_1 + SN_2$$

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2$$

Donde:

a_1, a_2 = coeficientes estructurales de las capas: superficial y base respectivamente.

d_1, d_2 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial y base respectivamente.

m_2 = coeficiente de drenaje para la capa de base.

HALLANDO a_1 y a_2 .

PRIMER METODO: USANDO COEFICIENTES ESTRUCTURALES DEL MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS 2013.

COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO a_i

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a_1	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
(resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)			recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

Fuente: Cuadro 12.13, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.162, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.28.

HALLANDO m2

CALIDAD DEL DRENAJE

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Cuadro 12.14, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.163, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.29.

**VALORES RECOMENDADOS DEL COEFICIENTE DE DRENAJE m_i ,
PARA BASES Y SUB-BASES GRANULARES NO TRATADAS EN
PAVIMENTOS FLEXIBLES**

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Cuadro 12.15, Elaborado por el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, Pág.163, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.30.

La calidad de drenaje que utilizaremos será regular, debido a la capacidad de evacuación de aguas de “infiltración” que tiene el material de afirmado utilizado en la capa de base.

El porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación será de 5%, debido a que la zona del proyecto estará expuesta a lluvias muy poco tiempo del año.

Escogemos un coeficiente de Drenaje para la Base Granular:

$$m_2 = 1.00$$

De los cuadros obtenemos los siguientes parámetros:

$$SN_2 = 1.82$$

$$SN_1 = 1.09$$

$$a_1 = 0.17 \text{ cm} = 0.43 \text{ pulg}$$

$$a_2 = 0.052 \text{ cm} = 0.13 \text{ pulg}$$

$$m_2 = 1.00$$

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2$$

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D^*_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

a) a, D, m y SN representan los valores mínimos requeridos

b) Un asterisco junto a D o a SN, indica el valor actualmente usado el cual debe ser igual o mayor al valor requerido.

CARPETA ASFÁLTICA

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D^*_1 \geq \frac{1.09}{0.43}$$

$$D^*_1 = 2.53 \text{ pulg} = 2 \text{ pulg}$$

$$D^*_1 = 5 \text{ cm}$$

$$SN^*_1 = a_1 * D_1 = 0.43 * 2 = 0.86$$

BASE GRANULAR

$$SN^*_2 = SN_2 - SN^*_1$$

$$SN^*_2 = 1.82 - 0.86 = 0.96$$

$$D^*_2 = \frac{SN^*_2}{a_2 * m_2}$$

$$D^*_2 = \frac{0.96}{0.13 * 1.00} = 7.385 \text{ pulg} = 18.76 \text{ cm} = 20.00 \text{ cm}$$

$$D^*_2 = 20.00 \text{ cm}$$

Resultado:

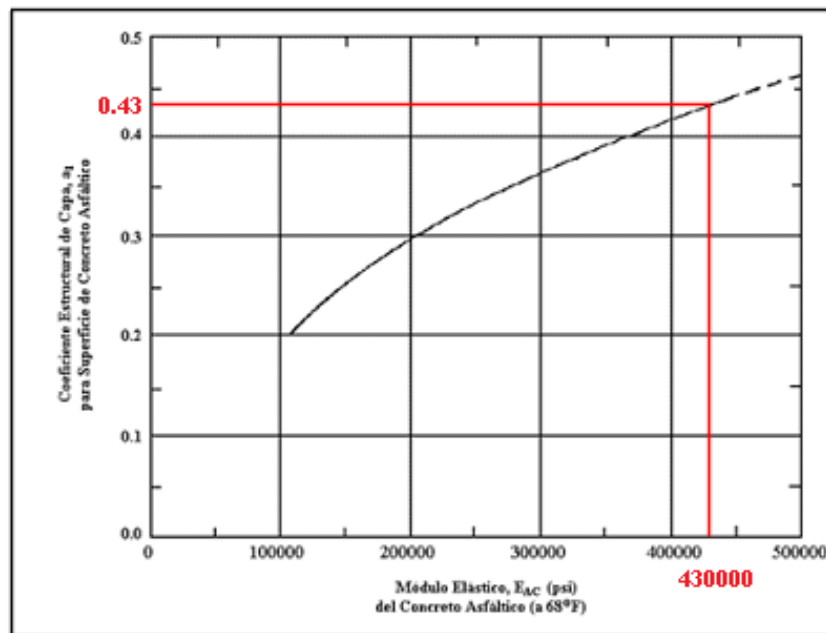
Carpeta de Rodadura : 5 cm

Base: 20 cm

SEGUNDO METODO: USANDO COEFICIENTES ESTRUCTURALES, TABLAS Y GRAFICOS DE LA GUIA AASHTO 93.

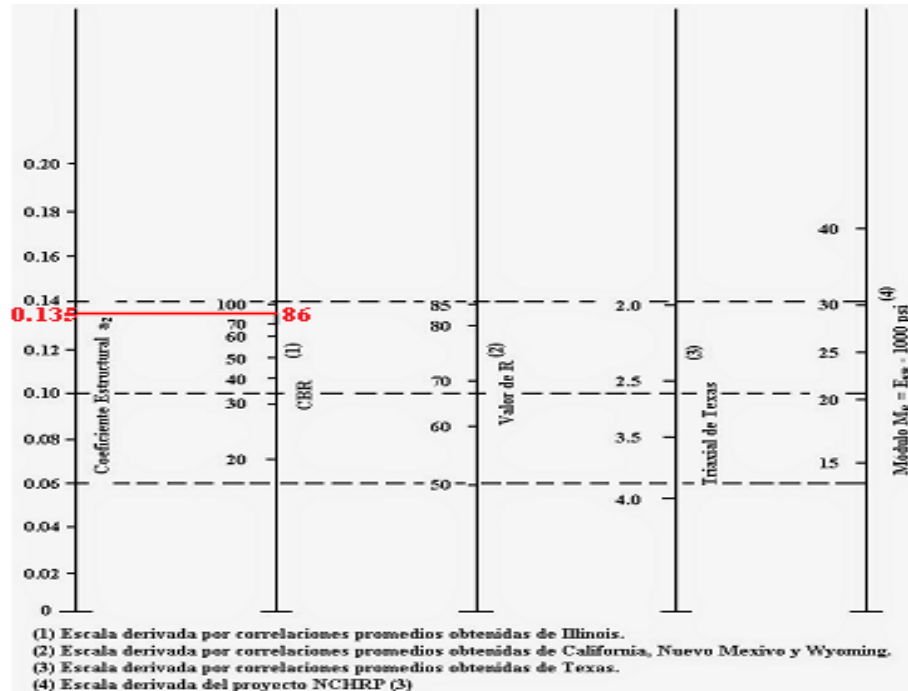
CALCULO a_1 : CARPETA ASFÁLTICA

Considerando: Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20°C (68°F), $a_1 = 0.43$



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993. Capítulo V, Figura N° 5.41.

CALCULO a_2 : BASE GRANULAR



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993. Capítulo V, Figura N° 5.42.

La Base Granular a usar será proveniente de la Cantera Galindo con un CBR (al 100% de su MDS): 86%, $a_2 = 0.135$

De los cuadros obtenemos los siguientes parámetros:

$$SN_2 = 1.82$$

$$SN_1 = 1.09$$

$$a_1 = 0.43 \text{ pulg}$$

$$a_2 = 0.135 \text{ pulg}$$

$$m_2 = 1.00$$

CARPETA ASFÁLTICA

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D^*_1 \geq \frac{1.09}{0.43}$$

$$D^*_1 = 2.53 \text{ pulg} = 2 \text{ pulg} = 5 \text{ cm}$$

$$D^*_1 = 5 \text{ cm}$$

$$SN_1 = a_1 * D_1 = 0.43 * 2 = 0.86$$

BASE GRANULAR

$$SN (\text{Base granular}) = 1.82 - 0.86 = 0.96$$

$$D_2 = \frac{SN (\text{Base granular})}{a_2 * m_2}$$

$$D_2 = \frac{0.96}{0.135 * 1.00} = 7.11 \text{ pulg} = 18.06 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

$$D_2 = 20.00 \text{ cm}$$

Resultado:

Carpeta de Rodadura : 5 cm

Base: 20 cm

VERIFICANDO LOS ESPESORES DE LOS ESTRATOS HALLADOS CON EL SOFTWARE DISEÑO DE PAVIMENTOS, ELABORADO POR EL ING. GONZALO RUIZ VERGARA, CONSIDERANDO LA GUIA AASHTO 93.



Fuente: Software diseño de pavimentos. Capítulo V, Figura N° 5.43.

ESAL DISEÑO		MATERIALES	
# Total de ejes Equivalentes (W18)	382388	CBR % subras	14
Factor de Distribución Direccional (Fd)	0.5	Mr Subras	13.83285 Ksi
Factor Carril (Fc)	1	MATERIAL PRESTAMO	
ESAL diseño	191194	CBR % base	86
		Mr base	44.20485 Ksi
		CBR % sub b	
		Mr Sub b	0 Ksi
		COEF. ESTRUCTURALES Y DRENAJE	
Parámetros		COEF. ESTRUCTURALES	
Periodo de Diseño (n)	20	Carp. asf (a1)	0.43
Confiability	70	Base (a2)	0.135
Zr	-0.524	SubBase (a3)	
Serviciabilidad		COEF. DE DRENAJE m2 y m3	
PSI Inicial	3.8	Base m2	1
PSI Final	2.0	SubBase m3	
Desv. Estandar	0.45	Número Estruct. Req (SN)	
		SN req	1.82
		ABACO	
DIMENSIONAMIENTO			
D1 cm Carp. Asfalt.	5	D2 cm BASE	20
		D3 cm SUBBASE	
MOSTRAR RECOMENDACION		SNreq1.91> SN req1.82	
		COMPROBAR	
		NUEVO	

Fuente: Software diseño de pavimentos. Capítulo V, Figura N° 5.44.

VERIFICANDO EL NS CON EL SOFTWARE ECUACION AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (3.8) and 'PSI final' (2.0).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' (13832.89) and the unit 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The result 'W18 = 191194' is displayed.
- Número Estructural:** The result 'SN = 1.82' is displayed.

At the bottom, there are two buttons: 'Calcular' and 'Salir'.

Fuente: Software Ecuación AASHTO 93. Capítulo V, Figura N° 5.45.

- **NS = 1.82 , está correcto**

SECCIONES DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados:

Según el Catálogo de estructuras de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, cuadro 12.17, página 167, propone: 5 cm Carpeta asfáltica mínima y 15 cm de Base mínima.

**VALORES RECOMENDADOS DE ESPESORES MÍNIMOS DE CAPA
SUPERFICIAL Y BASE GRANULAR**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T _{P2}	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T _{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
	TP4	750 001	1,000,00 0	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	TP5	1,000,00 1	1,500,00 0	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	TP6	1,500,00 1	3,000,00 0	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP7	3,000,00 1	5,000,00 0	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP8	5,000,00 1	7,500,00 0	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	TP9	7,500,00 1	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	TP10	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	TP11	12'500,001	15'000,000	Carpeta	250 mm

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
				Asfáltica en Caliente: 130mm	
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: Cuadro 12.17, Elaborado por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Pág.167, en base a datos de la Guía AASHTO 93. Capítulo V, Cuadro N° 5.31.

Espesor Carpeta asfáltica min = 5 cm ≤ 5 cm espesor propuesto. Ok!

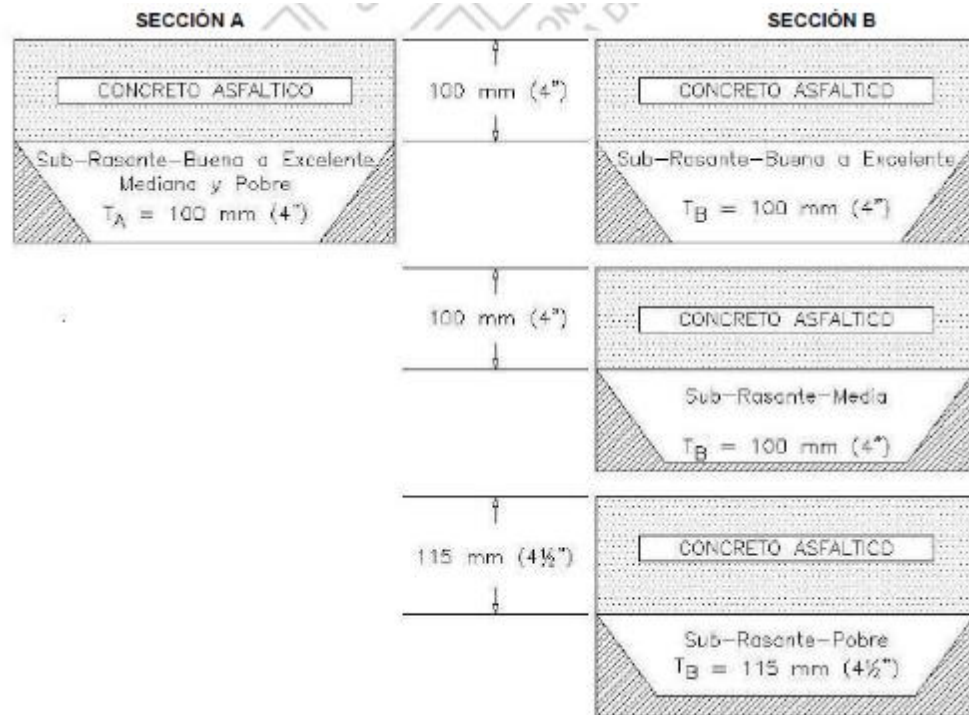
Espesor Base min = 15 cm ≤ 20 cm espesor propuesto. Ok!

FACTORES DE EQUIVALENCIA ENTRE MATERIALES

Espesores Mínimos de Concreto Asfáltico Mezcla en Caliente para Vías Locales, Bermas y Estacionamientos y Accesos para Vehículos Ligeros

Sección A		Sección B
- Accesos Residenciales - Vías Locales - Playas de Estacionamiento, hasta 200 espacios		- Playas de Estacionamiento con 200 - 500 espacios
Subrasante	Espesor, TA	Espesor, TB
Bueno a excelente Mediana	100 mm (4")	100 mm (4")
Pobre	100 mm (4")	100 mm (4")
	100 mm (4")	115 mm (4 ½")

Fuente: Tabla B2, Norma CE 010 Pavimentos urbanos, Pág.50. Capítulo V, Cuadro N° 5.32.



Fuente: Norma CE 010 Pavimentos urbanos, Pág.50. Capítulo V, Figura N° 5.46.

Espesor mínimo de concreto asfáltico mezcla en caliente = 4"

Espesor de concreto asfáltico a utilizar = 2"

Espesor de concreto asfáltico restante = 4" - 2" = 2"

1" de concreto asfáltico equivale a 3,14" (0,44/0,14) de base

Espesor de concreto asfáltico restante = Espesor de Base = 2" x 3.14" = 6.28" = 15.95 cm

Entonces: Espesor de base mínimo = 15 cm

Espesor Carpeta asfáltica min = 5 cm ≤ 5 cm espesor propuesto. ¡Ok!

Espesor Base min = 15 cm ≤ 20 cm espesor propuesto. ¡Ok!

ENTONCES LOS ESPESORES DEFINITIVOS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO SON:

Carpeta de Rodadura : 5 cm
Base : 20 cm



SUB-RASANTE

Fuente: Elaboración propia Capítulo V, Figura N° 5.47.

5.2 Discusión de resultados

El procesamiento de los datos de campo y laboratorio, han permitido adoptar la alternativa de solución más recomendable para el diseño de la estructura del pavimento.

En la Avenida principal, las calles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 y los pasajes 1, 2, 3 y 4, se efectuará trabajos de construcción de base granular compactada de 0.20m y carpeta de rodadura a base de mezcla asfáltica en caliente de 5 cm.

CAPITULO VI

COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS

6.1 Constatación de hipótesis general

Con los resultados obtenidos de la base granular de 20cm y la carpeta asfáltica de 5cm se comprueba que la necesidad de una pavimentación es necesaria debido a su índice medio diario anual.

6.2 Constatación de hipótesis específicas

- Con los resultados obtenidos de la construcción del pavimento asfáltico, se logrará reducir significativamente los gastos de transporte en la población, debido a la mayor afluencia de vehículos que se logrará en las vías.
- Con los resultados obtenidos de la construcción del pavimento asfáltico, se logrará reducir significativamente las enfermedades respiratorias debido al reemplazo de las vías de trochas carrozables existentes.

CONCLUSIONES

1.- La determinación de los volúmenes de tránsito realizado en la zona de estudio presenta actualmente de un IMD_A de 241 Veh/día. El tránsito principalmente está constituido por Motos, Autos, combis, camionetas, Buses y Camiones. Se tomó en cuenta el Reglamento Nacional de Vehículos aprobado por D.S. N° 058-2003-MTC. Teniendo como resultado un ESAL de Diseño de: 191,194.00 Ejes Equivalentes.

2.- De los estudios de suelos efectuados se encontró un C.B.R. de la Subrasante de 14% al 95% de la M.D.S. lo que significa según la NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS que es una Subrasante mediana.

3.- De los estudios de suelos efectuados se encontró un C.B.R. del material de afirmado a utilizarse en la capa de Base de 86% al 100% de la M.D.S. lo que significa según la NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS que es un material que se puede utilizar en la capa de base porque el C.B.R. es mayor de 80% al 100% de la M.D.S.

4.- Del diseño del pavimento se concluye que lo constituirá una capa de base de 20cm y una carpeta asfáltica en caliente de 5cm.

RECOMENDACIONES

1.- En todas las vías el criterio de Compactación deberá ser como mínimo de 95% de la M.D.S. para la Subrasante y 100% de la M.D.S. para la capa de Base.

2.- Es recomendable actividades de mantenimiento de las vías pavimentadas, porque son fundamentales para reducir el deterioro acelerado, dentro de su periodo de vida.

3.- Es recomendable que el C.B.R. del material de afirmado a utilizarse se encuentre entre un 80% al 100% de la M.D.S.

FUENTES DE INFORMACIÓN

AASHTO (1993). Guide for design of Pavement Structures

AASHTO M-145 (1993). Clasificación de suelos método

Ministerio de Transportes y comunicaciones (2006) “Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares”.

Ministerio de transportes y comunicaciones – OGPP – OPMI (2017) "Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas".

Generalidades y definiciones sobre los pavimentos. Recuperado de:
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/2944/Capitulo2.pdf>

Ministerio de transportes y comunicaciones (2018) Manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018.

Ministerio de transportes y Comunicaciones (2013) Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013.

Ministerio de transportes y comunicaciones (2013) * Manual de Carreteras Suelos, Geología y pavimentos.

Ministerio de Transportes y comunicaciones (2016) Manual de ensayo de Materiales.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2010) Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011) * Norma técnica GH.020 Componentes de Diseño Urbano.

Ministerio de transportes y comunicaciones (2003) Reglamento Nacional de Vehículos.

Ministerio de transportes y comunicaciones (2008) Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito

Mendoza Torres, Edgar Sebastián (2019) Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecanismo ASSHTO 93 Y SHELL para determinar la vida útil del pavimento

ANEXOS
PANEL FOTOGRÁFICO



Avenida Principal



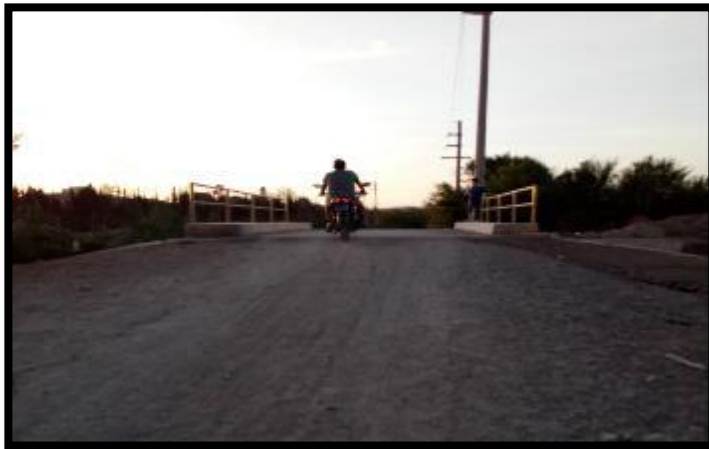
*Camino de acceso al
C.C.P.P. Villa San Pedro*



Calle 3 Cuadra 2



Pasaje 3



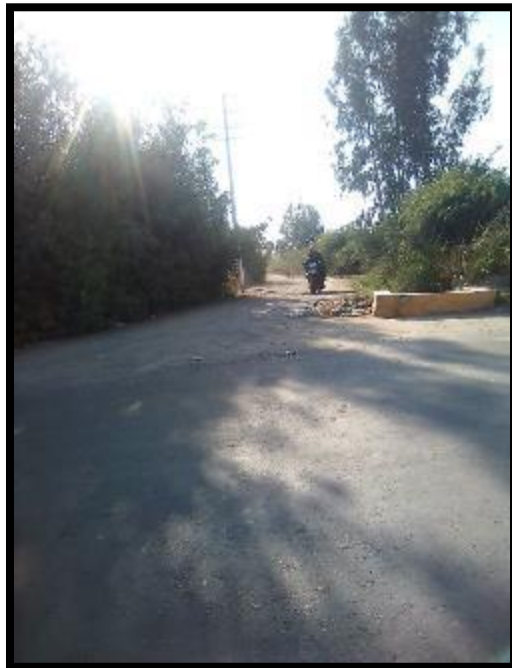
Pontón existente en el camino de acceso al C.C.P.P. Villa San Pedro



Realizando el conteo vehicular en la estación 01



*Vehículo pesado
transitando por la
estación E-1*



*Vehículo ligero
transitando por la
estación E-1*



*Ensayos en el laboratorio de
mecánica de suelos de la FIC
- UNICA*



Excavación de la calicata 2



Excavación de la calicata 3



Excavación de la calicata 3



Excavación de la calicata 4



Excavación de la calicata 4



Excavación de la calicata 6



Excavación de la calicata 6