

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA
BASTIDAS, CHOTA, 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

Chota, Perú

2020



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: Irigoín Barboza Isaías

Código del alumno: 2013050143

Correo electrónico: isaiasirigoin1@gmail.com

Teléfono: 967904465

DNI: 76848420

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

5. FACULTAD DE: Ciencias de la Ingeniería

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: Ingeniería Civil

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: Silva Tarrillo José Luis

Correo electrónico: jlsilvat@unach.edu.pe

Teléfono: 979006832

D.N.I.: 46412746

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA: Isaías Irigoín Barboza
DNI. 76848420

Fecha, 31 de marzo del 2021

TÍTULO DE LA TESIS

**EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA
BASTIDAS, CHOTA, 2019**

POR:

ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la
Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de
Chota para optar el título de**

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Claudia Emilia Benavidez Núñez

PRESIDENTE



Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
CIP. 157782

Miguel Ángel Silva Tarrillo

SECRETARIO



Edwar Cieza Sánchez

VOCAL

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso

Por la vida y la salud que me brinda día a día y haber podido realizar esta investigación.

A mis padres, hermanos y familiares

Por su apoyo económico y moral los cuales han sido de suma importancia en la elaboración de esta tesis.

A los diferentes docentes

Que me brindaron sus conocimientos siendo así parte de mi formación profesional.

Al Ing. José Luis Silva Tarrillo

Por haberme brindado su asesoramiento y poder desarrollar esta investigación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Rubén Irigoín Vásquez y Luz Delina Barboza Segovia, mis hermanos Albarino Irigoín Barboza y Maricely Analí Irigoín Barboza, mi tía Lindomira Barboza Segovia por haberme brindado su apoyo económico y moral en cada momento de mi vida y poder así concluir con mi carrera profesional.

A todos mis amigos y familiares por sus consejos y haber estado presente con su apoyo de manera incondicional

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>II. MARCO TEÓRICO</i>	4
2.1. Antecedentes	4
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	5
2.1.3. Antecedentes regionales	6
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Pavimento	8
2.2.2. Tipos de pavimento	8
2.2.3. Pavimento rígido	10
2.2.4. Método de evaluación superficial: Pavement Condition Index (PCI)10	
2.2.5. Cálculo del PCI.....	17
2.2.6. Ensayo de esclerometría (NTP 339.181).....	18
2.2.7. Ensayo de mecánica de suelos	18
2.2.8. Niveles de intervención en la infraestructura vial	20
2.2.9. Diseño de pavimento rígido	20
<i>III. MARCO METODOLÓGICO</i>	23
3.1. Ubicación	23
3.2. Población y muestra.....	25
3.2.1. Población	25
3.2.2. Muestra	25
3.3. Operacionalización de variables.....	29
3.4. Equipos, materiales e insumos.....	31
3.4.1. Técnicas.....	31
3.4.2. Instrumentos.....	33
3.5. Metodología de la metodología	34
3.5.1. Diseño de investigación.....	35
3.6. Análisis estadístico.....	37
<i>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	38

4.1.	Resultados	38
4.1.1.	Fallas técnicas del pavimento rígido en la AV. Micaela Bastidas	38
4.1.2.	Parámetros para el diseño del pavimento rígido para la Av. Micaela Bastidas	49
4.1.3.	Comparación técnica del diseño de la pavimentación	62
4.2.	Discusión de resultados	65
4.2.1.	Fallas técnicas del pavimento rígido en la Av. Micaela Bastidas.....	65
4.2.2.	Análisis de las causas del deterioro del pavimento rígido en la Av. Micaela Bastidas.....	69
4.2.3.	Comparación técnica del diseño de la pavimentación	74
V.	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	76
5.1.	Conclusiones.....	76
5.2.	Recomendaciones.....	78
VI.	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	79
	<i>ANEXOS</i>	82
	Anexo N° 1: Matriz de consistencia	82
	Anexo N° 2. Panel fotográfico	83
	Anexo N° 3. Fichas de análisis PCI.....	91
	Anexo N° 4. Resultados del ensayo de esclerometría.....	92
	Anexo N° 5. Formatos de conteo vehicular	93
	Anexo N° 6. Resultados de los ensayos de mecánica de suelos	94
	Anexo N° 7. Diseño del pavimento rígido	95
	Anexo N° 8. Planos de la Av. Micaela Bastidas.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. . Requisitos de los pavimentos.....	9
Tabla 2. Rangos de calificación del PCI.....	11
Tabla 3. Número mínimo de puntos de investigación.....	19
Tabla 4. Ensayos de mecánica de suelos.....	19
Tabla 5. Niveles de intervención en la infraestructura vial afirmada.....	20
Tabla 6. Longitudes de vía según jerarquía vial urbana dentro del ámbito de estudio de la ciudad de Chota.....	23
Tabla 7. Estado de conservación de vías de la ciudad de Chota	24
Tabla 8. Vías secundarias o colectoras de la ciudad de Chota	24
Tabla 9. Tramos de estudio	26
Tabla 10. Operacionalización de variables.....	30
Tabla 11. Incidencia de fallas según cantidad de losas afectadas en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas	41
Tabla 12. Promedio de resistencia (kg/cm ²) del ensayo de esclerometría en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas.....	46
Tabla 13. Resumen del conteo vehicular por día y tipo de vehículo en la Av. Micaela Bastidas, junio 2019.	49
Tabla 14. Cálculo del índice medio diario anual (IMDa) en la Av. Micaela Bastidas.....	52
Tabla 15. Cálculo del ESAL'S en la Av. Micaela Bastidas.....	53
Tabla 16. Factores de carga para diseño de pavimento rígido.....	54
Tabla 17. Módulo de reacción de la subrasante.....	58
Tabla 18. Valor K (kg/cm ³) de la subrasante incrementada.....	59
Tabla 19. Datos del diseño	60
Tabla 20. Comparación de las características físicas y de resistencia del suelo en estudio.....	62
Tabla 21. Comparación del tránsito vehicular según el expediente técnico versus el conteo vehicular actual	63
Tabla 22. Comparación de los espesores del pavimento rígido según el expediente técnico y el diseño actual.....	63
Tabla 23. Fallas técnicas y valor PCI del pavimento rígido de calles internacionales	65

Tabla 24. Fallas técnicas y valor PCI del pavimento rígido de calles nacionales	67
Tabla 25. Fallas técnicas y valor PCI del pavimento rígido de calles regionales	68
Tabla 26. Espesores de pavimento rígido en ciudades internacionales, nacionales y regionales	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Capas del pavimento	8
Figura 2. Tipos de pavimentos.....	9
Figura 3. Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.....	10
Figura 4. Tipos de pavimento rígido.....	10
Figura 5. Niveles de severidad para Blowup – Bucking.....	11
Figura 6. Niveles de severidad para Grieta de esquina.....	12
Figura 7. Niveles de severidad para Losa dividida	12
Figura 8. Niveles de severidad para Grieta de durabilidad “D”	12
Figura 9. Niveles de severidad para Escala.....	13
Figura 10. Niveles de severidad para Daño del sello de la junta	13
Figura 11. Niveles de severidad para Desnivel carril/berma	13
Figura 12. Niveles de severidad para Grietas lineales	14
Figura 13. Niveles de severidad para Parche grande	14
Figura 14. Niveles de severidad para Parche pequeño.....	14
Figura 15. Deterioro por pulimento de agregados, popouts y bombeo	15
Figura 16. Niveles de severidad para Punzonamiento	15
Figura 17. Niveles de severidad para Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.....	16
Figura 18. Niveles de severidad para Descascaramiento de esquina	16
Figura 19. Niveles de severidad para Descascaramiento de junta.....	17
Figura 20. Esquema de un esclerómetro	18
Figura 21. Mapa de la ciudad de Chota	23
Figura 22. Calles de la ciudad de Chota	27
Figura 23. Avenida Micaela Bastidas de la ciudad de Chota.....	27
Figura 24. Tramos para PCI en la avenida Micaela Bastidas de la ciudad de Chota.....	28
Figura 25. Avenida Micaela Bastidas de la ciudad de Chota.....	34
Figura 26. Diseño de investigación explicativo.....	36
Figura 27. Procesamiento y análisis de datos.....	37
Figura 28. Incidencia de las fallas según valor deducido en los tramos de las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas.....	39
Figura 29. Porcentaje de incidencia de las fallas según cantidad de losas afectadas en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas	42

Figura 30. Falla 22: Grieta de esquina según severidad en la Av. Micaela Bastidas.....	43
Figura 31. Falla 23: Losa dividida según severidad en la Av. Micaela Bastidas	43
Figura 32. Falla 28: Grietas lineales según severidad en la Av. Micaela Bastidas	44
Figura 33. Índice de condición del pavimento (PCI) en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas	45
Figura 34. Promedio de resistencia (kg/cm ²) según ensayo de esclerometría en la Av. Micaela Bastidas.....	46
Figura 35. Verificación de capas del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas	47
Figura 36. Verificación de las capas de concreto, base y subbase en el pavimento de la Av. Micaela Bastidas.....	48
Figura 37. Composición del tráfico vehicular en la Av. Micaela Bastidas	50
Figura 38. Clasificación del tráfico vehicular en la Av. Micaela Bastidas	50
Figura 39. Tránsito de vehículos ligeros y pesados según variación diaria en la Av. Micaela Bastidas	51
Figura 40. Variación diaria del tráfico vehicular en la Av. Micaela Bastidas	51
Figura 41. Estratigrafía de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas	55
Figura 42. Propiedades físicas del suelo de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas.....	56
Figura 43. Propiedades mecánicas del suelo de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas.....	57
Figura 44. Propiedades químicas del suelo de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas.....	57
Figura 45. Espesores del pavimento rígido según diseño que cumple con las exigencias solicitadas por las normas peruanas	61
Figura 46. Índice de condición del pavimento (PCI) promedio y fallas más incidentes en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas.....	66
Figura 47. Ruta alterna de los vehículos ante el cierre de la Av. Perú	70
Figura 48. Variación diaria de vehículos en la Av. Perú	70
Figura 49. IMDa (veh/día) según tipo de vehículo en la Av. Perú.....	71
Figura 50. Variación diaria de vehículos de la Av. Micaela Bastidas sumado con la Av. Perú.....	72
Figura 51. Comparación de ESAL'S en las avenidas aforadas	72

Figura 52. Comparación del espesor de las capas del pavimento rígido diseñadas con diferentes tipos de tránsito vehicular	73
Figura 53. Espesores del pavimento rígido según expediente técnico y diseño actual.....	75

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas de la ciudad de Chota, con el fin de identificar las principales causas del mal estado del pavimento. La muestra de estudio fueron 17 tramos, comprendidos desde la cuadra 3 a 5 de la AV. Micaela Bastidas, donde se realizó el análisis PCI, levantamiento topográfico, ensayo de esclerometría, EMS y estudio de tráfico. Se logró determinar que las fallas con mayor incidencia son grieta de esquina 51.40%, losa dividida 30.73% y grieta lineal 4.47%; el estado de la calle clasifica como bueno, pero los tramos 12, 13, 14 y 15 se encuentran en mal estado. El diseño del pavimento rígido existente, no cumple con las exigencias actuales solicitadas por las normas peruanas, debido al incremento del tránsito automotor, alcanzando un IMDa de 806 veh/día, con un 15% de vehículos pesados y un 85% de vehículos ligeros. Los espesores del pavimento rígido (losa de concreto, base y subbase) diseñados bajo la metodología AASHTO-93, que se adecuan a las condiciones actuales de la Av. Micaela Bastidas son 22.50, 20 y 15 cm respectivamente. El deterioro del pavimento rígido tiene como causas principales: deficiencias en el expediente técnico, fallas durante la construcción e incremento del tránsito vehicular durante el cierre de la Av. Perú, ocasionando que de un tránsito vehicular tipo T6 con un ESAL'S 1'851362.59, se incrementará a un tránsito vehicular tipo T8 con un ESAL'S 5'418'369.17.

Palabras clave: PCI, esclerometría, IMDA, levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos.

ABSTRACT

The research had the objective of evaluating the premature deterioration of the rigid pavement of Micaela Bastidas Avenue in the city of Chota, in order to identify the main causes of the poor condition of the pavement. The study sample was 17 sections, from block 3 to 5 of the AV. Micaela Bastidas, where the PCI analysis, topographic survey, sclerometry test, EMS and traffic study were carried out. It was possible to determine that the faults with greater incidence are corner crack 51.40%, divided slab 30.73% and linear crack 4.47%; the state of the street classifies as good, but sections 12, 13, 14 and 15 are in bad state. The design of the existing rigid pavement does not comply with the current requirements demanded by Peruvian standards, due to the increase in automotive traffic, reaching an IMDa of 806 vehicles/day, with 15% of heavy vehicles and 85% of light vehicles. The thicknesses of the rigid pavement (concrete slab, base and sub-base) designed under the AASHTO-93 methodology, which are adapted to the current conditions of Micaela Bastidas Avenue are 22.50, 20 and 15 cm, respectively. The deterioration of the rigid pavement has as main causes: deficiencies in the technical file, failures during construction and increase of vehicular traffic during the closing of Peru Avenue, causing that from a vehicular traffic type T6 with an ESAL'S 1'851362.59, it will increase to a vehicular traffic type T8 with an ESAL'S 5'418'369.17.

Keywords: PCI, sclerometry, IMDA, topographic survey, soil mechanics study.

I. INTRODUCCIÓN

Los tiempos de transporte en algunas ciudades se vuelven cada vez más insoportables; los conductores de vehículos culpan al poco mantenimiento vial, debido a que consideran que las autoridades no toman acciones para evitar el colapsado de las calles, las mismas que necesitan una urgente solución. (Forigua y Florez, 2019)

Las calles son la carta de presentación de una ciudad, pero muchas avenidas y/o jirones presentan rasgos de deterioro prematuro, convirtiéndose en un problema para las autoridades locales, aún más en países subdesarrollados, donde el presupuesto municipal es limitado.

Para la gestión de recursos económicos viales, es necesario un dictamen técnico – confiable que muestre la prioridad y necesidad de intervención total o parcial de las vías, teniendo en cuenta los daños, deterioro y fallas que presenten las calles. (Barrera, 2016)

En Perú, a pesar de que en las últimas décadas el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) ha impulsado programas para la construcción y mantenimiento vial; las calles de la mayoría de ciudades parecen estar olvidadas, pues presentan rasgos severos de deterioro prematuro en sus superficies pavimentadas.

Existen diversos factores que producen fallas en el pavimento antes de cumplir su tiempo de vida útil, tales como fallas estructurales, funcionales y superficiales, éstas a causa del desgaste, fatiga, errores de diseño, proyección y ejecución (Rodas e Ybarra, 2018), también influye la existencia de una sobre población del parque automotor, el cual, al no tener el diseño adecuado, soporta un IMDA mayor (Palomino, 2017), por último, la falta de mantenimiento y recuperación de pavimentos incrementan la severidad del deterioro de las vías (Payé, 2019).

La metodología PCI, permite determinar el tipo y severidad de fallas que se presentan en una vía, sin embargo, es necesario ahondar más en el estudio estructural para determinar las causas que producen un deterioro vial prematuro.

Lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor y no de reconstrucción, para ahorrar recursos económicos (Del Águila, 2017), por ello a pesar de existir distintos métodos para analizar fallas en pavimentos, es el método PCI uno de los más precisos para validar el estado vial e incorporar mejoras en su mantenimiento o diseño si lo requiere (Tacza y Rodríguez, 2018)

Cajamarca, no está aislada de la problemática internacional y nacional, ya que el estado de deterioro vial prematuro, es evidente en muchas de las calles de sus distritos y provincias.

Las calles de la zona monumental de la ciudad de Celendín, presentan parches grandes, deconchamientos y grietas lineales, por lo que su estado de conservación es regular (Zamora, 2019). El Jr. Alfonso Ugarte de la ciudad de Bambamarca presenta un pavimento en muy mal estado de conservación (Vásquez 2019). La Av. La Paz de la ciudad de Cajamarca sólo requiere mantenimiento correctivo mayor periódico (Mendoza, 2019). Por último, la carretera Baños del Inca – Llacanora tiene como fallas representativas a la peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados con un 54.89% (Ortiz, 2018).

En la localidad de Chota, el problema es más grave, debido que la totalidad de sus calles se encuentra en un estado muy crítico dando así un mal aspecto al ornato de la ciudad, dificultando la circulación del tránsito vehicular y peatonal que transitan día a día por las diferentes arterias de la ciudad. (Coronel, 2016)

La Av. Micaela Bastidas se construyó en el año 2015 – 2016, y a la fecha ya presenta severos rasgos de deterioro estructural, por lo que se consideró primordial realizar un diagnóstico de las causas que provocaron este deterioro antes de haber cumplido su periodo de diseño, teniendo en cuenta que es una vía de alto tránsito vehicular ligero y pesado, causa a priori por el cual los pavimentos se deterioran rápidamente, sumando a ello el factor climático y el estado de los materiales utilizados que no dan una buena consistencia al pavimento.

A partir de lo descrito se planteó la interrogante ¿Cuáles son los resultados de la evaluación del deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota?

Con el objetivo general: “Evaluar el deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas de la ciudad de Chota, con el fin de identificar las principales causas del mal estado del pavimento”, y los objetivos específicos:

- a)** Identificar las fallas técnicas del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas a fin de tomarlas en cuenta en nuestro estudio.
- b)** Diseñar un pavimento rígido que cumpla con las exigencias solicitadas por las normas peruanas.
- c)** Comparar el diseño de la pavimentación existente con el nuevo diseño con fines técnicos.

La población chotana, se encontraba en un estado de incertidumbre por el deterioro de la Av. Micaela Bastidas, pero con esta investigación se trató de determinar las causas del deterioro prematuro del pavimento rígido, de tal manera que se evite que ocurra algo similar con proyectos posteriores. Estos aspectos justificaron la necesidad científica y técnica para la ejecución de la investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ramírez y Torres (2019), realizaron la evaluación funcional de pavimento rígido en las principales vías del barrio la Esperanza, Buenos Aires y la Colina del municipio de Girardot – Cundinamarca, mediante la metodología PCI. Calcularon valores NESE (8.2 Tn) y NE (13 Tn) para determinar posibles factores del estado vial, también, modelaron las losas y con apoyo de la recolección del PCI, concluyeron que el índice de daños en los tramos de estudio se relaciona con el tráfico vehicular.

El antecedente no sólo realiza el estudio PCI sino realiza un estudio de tráfico y mecánica de suelos, para determinar las posibles causas del deterioro del pavimento rígido.

Morales y Ortega (2019), realizaron la evaluación funcional del pavimento rígido mediante el método PCI caso estudio: en la carretera 18 entre la calle 15 al 22. Tuvieron como muestra 2 km, donde visualizaron dos puntos de aforos determinando el tránsito promedio diario, también determinaron el número de losas afectadas, concluyeron que los 2km de ruta se encuentran en estado regular de conservación.

El estudio referencial determina el valor PCI, además de realizar estudios básicos para proponer la rehabilitación del tramo de mayor deterioro.

Rico y Serna (2019), realizaron la evaluación funcional del pavimento de concreto hidráulico en las vías del municipio de Tocaima, Cundinamarca ubicadas en las carreras 5^a, 6^a, 7^a, 8^a entre calles 1^a, 6^a y 7^a en el año 2019 mediante la metodología PCI 2016. Obtuvieron como resultado las calificaciones de satisfactorio para el carril A, aceptable para el carril B, aceptable para el carril C y satisfactorio para el carril D.

Sirvió como un medio de comparación de la aplicación de la metodología PCI en diferentes calles de la ciudad de Tocaima, Colombia.

Alturo y Rugeles (2019), analizaron y evaluaron las losas de pavimento hidráulico en el Municipio de Girardot – Cundinamarca en el año 2019 en la calle 19 entre las carreras 24 y 3ª ejecutando la metodología PCI 2016, estudiaron las causas y consecuencias que afecta la estructura de las losas, determinando que la mayor afección era producida por los altos flujos de tránsito vehicular, además concluyeron que los tramos 7, 8, 9, 14, 15, 17 son los que se encuentran en un mayor estado de deterioro.

La investigación no sólo planteó el análisis PCI, sino que ahondó más en la problemática tratando de identificar causas y consecuencias del deterioro de las losas de pavimento hidráulico de su municipio.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Del Águila (2017), determinó y evaluó el nivel de incidencia de las patologías del concreto en pavimentos rígidos del jirón Agustín Cauper (Desde la cuadra N° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, concluyó que la estructura del pavimento se encontraba en condiciones regulares con un valor de PCI de 50.06.

El antecedente plantea el estudio de las fallas más incidentes en una vía pavimentada, para determinar su estado según el método PCI, por lo cual sus resultados fueron comparados con los encontrados en la investigación.

Palomino (2017), evaluó la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del PCI, en las pistas del Jr. Callao cuadra 3 y 4, y prolg. Jr. Callao cuadra 5 y 6 del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, concluyó que la condición actual del pavimento rígido promedio a

través del cálculo del PCI es 45, clasificando su estado de deterioro como regular.

Permitió la comparación de los valores PCI y las clasificaciones de la condición operacional del pavimento rígido.

Rodas e Ybarra (2018), analizaron los daños en el pavimento con tecnología LCMS y método semiautomatizado para determinar PCI tramo Morropón – Puente La Gallega (Piura). Obtuvieron por el método semiautomatizado un PCI equivalente a 79.49 indicando un pavimento en estado muy bueno, asimismo mediante la tecnología LCMS el PCI era 76.14 indicando un pavimento en estado muy bueno. Concluyendo que la tecnología LCMS tiene un alto grado de eficiencia del 95.79% respecto al método semiautomatizado para el cálculo del PCI.

El estudio comparó dos métodos para el análisis con una misma metodología PCI, por tanto, permitió comparar los resultados encontrados como parte del análisis.

2.1.3. Antecedentes regionales

Mendoza (2019), evaluó el estado de pavimento rígido mediante la metodología del PCI de la avenida La Paz, desde la cuadra 09 hasta la cuadra 20, Cajamarca. Identificó 14 tipos de fallas en las 35 unidades de muestro inspeccionadas, con lo que concluyó que el PCI tenía un valor de 67.91, calificación Bueno, recomendando un mantenimiento correctivo mayor periódico, para el mantenimiento inmediato de las fallas más severas.

Se contrasto los resultados de la metodología PCI, así como la propuesta de mantenimiento y rehabilitación del pavimento rígido.

Ortiz (2018), evaluó y comparó el estado de conservación de la carretera Baños del Inca – Llacanora utilizando los métodos de índice de conservación del pavimento y vizir. La carretera tiene una longitud de 5.094 km, pendiente mínima 0.5% y pendiente

máxima 7%. Obtuvo como resultados que un 64.44% de las muestras según el método PCI se encuentran en estado excelente, mientras que con el método vizir, la autora obtuvo que un 71.85% de las muestras se encuentran en estado bueno.

El estudio valida la necesidad de realizar un levantamiento topográfico, para comparar los resultados de la aplicación del método PCI mediante la presentación del mismo, en un plano base.

Vásquez (2019), evaluó el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte de la ciudad de Bambamarca, El segmento estudiado por el autor tenía una longitud total 875.85 m y un ancho promedio 7.54, lo dividió en un tramo, 3 secciones y 24 unidades de muestra. De las tres secciones en que se dividió el tramo, determinó que la sección 1, sección 2 y sección 3 presentan un PCI igual a 13, 16 y 25 respectivamente, por lo que el estado del pavimento era muy malo.

El antecedente se desarrolla en una de las ciudades más cercanas a Chota, la ciudad de Bambamarca, por tanto, permite comparar los resultados del estado del pavimento rígido.

Zamora (2019), evaluó el estado de conservación de las calles de la zona monumental de la ciudad de Celendín utilizando el método de índice de conservación del pavimento (PCI). El autor determinó una población de 97 cuadras de los jr. Ayacucho, Moquegua, Junín, Dos de Mayo, José Gálvez, Cáceres, Arequipa, Salaverry, Bolognesi, Grau, Pardo, Unión, San Martín, Sucre, Córdova. Seleccionando un total de 51 unidades de muestreo, en los cuales se aplicó la metodología PCI, concluyendo que en promedio el estado del pavimento era regular con un PCI de 47.10 y un 50.98% de incidencia del total de calles evaluadas.

El antecedente ha servido para contrastar los resultados del PCI del pavimento de Celendín con los resultados para un jirón de la ciudad de Chota.

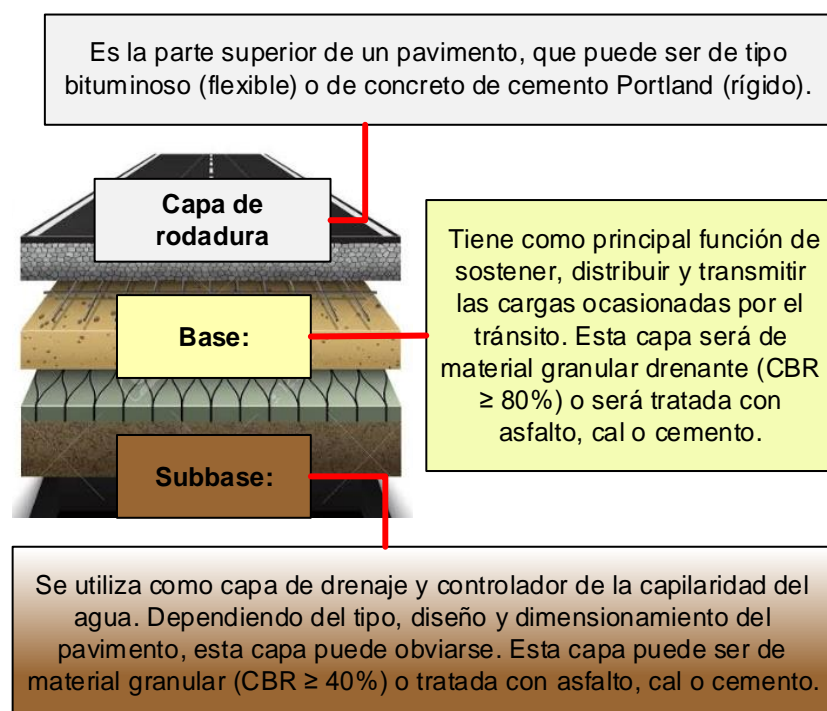
2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pavimento

El pavimento es una estructura de varias capas construidas sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos. (MTC, 2014)

Figura 1.

Capas del pavimento



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Tipos de pavimento

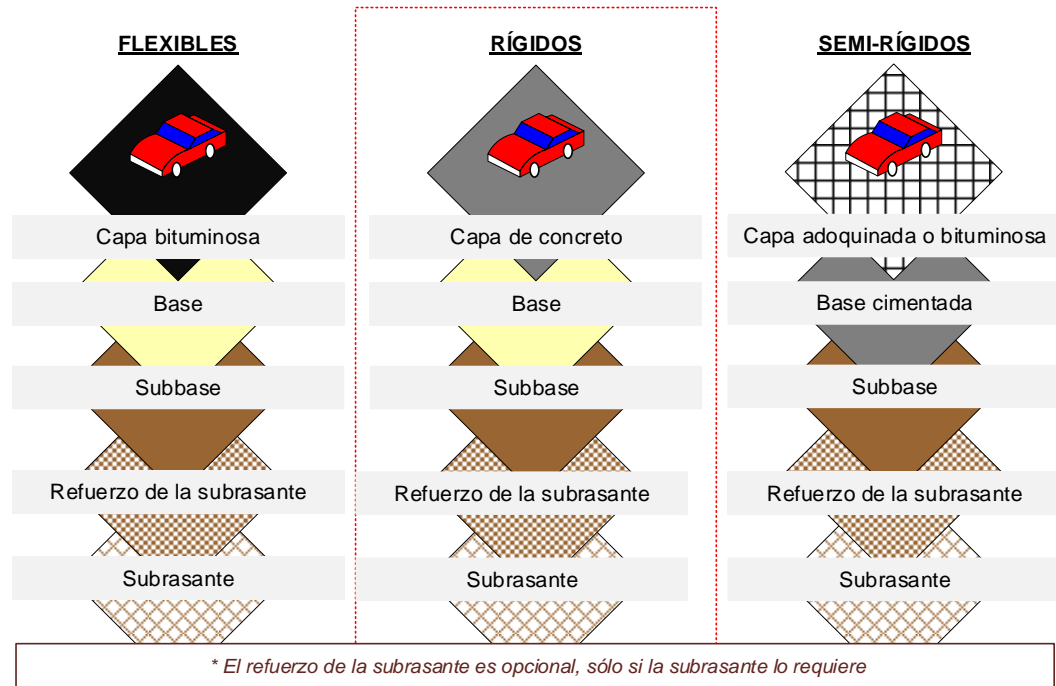
Pavimentos flexibles. Estructura compuesta por capas granulares y una carpeta bituminosa. (MTC, 2014)

Pavimentos semirrígidos. Estructura compuesta de capas asfálticas, bases tratadas y pavimentos adoquinados. (MTC, 2014)

Pavimentos rígidos. Estructura compuesta por capas granulares y una losa de concreto. (MTC, 2014)

Figura 2.

Tipos de pavimentos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. .

Requisitos de los pavimentos

Elemento	Tipo de Pavimento		
	Flexible	Rígido	Adoquines
Sub - rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar Espesor compactado: >= 250 mm - Vías locales y colectoras >= 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base	CBR >= 40% 100% compactación	100% compactación	CBR >= 30% Proctor Modificado
Base	CBR >= 80% 100% compactación Proctor Modificado	N.A.*	CBR >= 80% 100% compactación Proctor Modificado
Imprimación / capa de apoyo	Penetración de la imprimación >= 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	>= 50 mm	>= 60 mm
	Vías colectoras	>= 60 mm	>= 80 mm
	Vías arteriales	>= 70 mm	NR**
	Vías expresas	>= 80 mm	NR**
Material	Vías locales	Concreto asfáltico *** MR >= 3.4 Mpa (34 kg/cm ²)	f 'c >= 38 Mpa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras		
	Vías arteriales		
	Vías expresas		

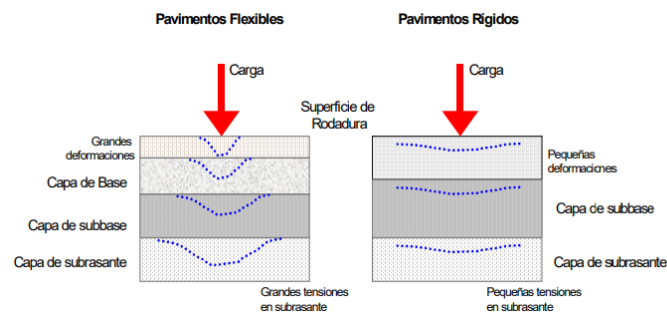
Fuente: (MVCS, 2018, norma CE.010 – Pavimentos urbanos)

2.2.3. Pavimento rígido

El pavimento rígido es auto resistente, absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento, mientras que en el pavimento flexible el esfuerzo se transmite hacia las capas inferiores. (Rodríguez, 2016, p. 15)

Figura 3.

Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos



Fuente: (Cornado, 2002, p. 93)

Figura 4.

Tipos de pavimento rígido

Concreto hidráulico simple	Concreto hidráulico reforzado	Concreto hidráulico reforzado continuo
<ul style="list-style-type: none">• No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 m). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).	<ul style="list-style-type: none">• Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 m) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.	<ul style="list-style-type: none">• Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas.

Fuente: (Cornado, 2002, p. 119)

2.2.4. Método de evaluación superficial: Pavement Condition Index (PCI)

Método estándar para la evaluación de la condición estructural de la superficie de una sección del pavimento según tipo y severidad de

deterioro, para plantear las necesidades de mantenimiento y reparación en base al índice de condición del pavimento (PCI). (Vásquez, 2002)

Tabla 2.
Rangos de calificación del PCI

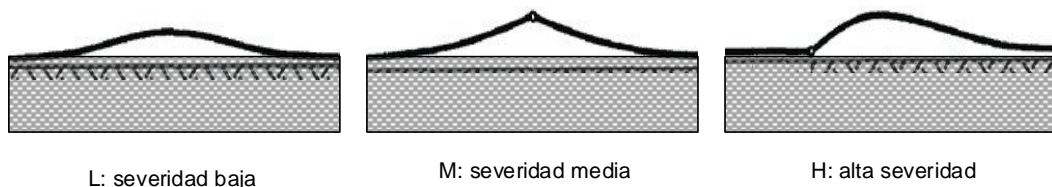
Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 – 0	Fallado

Fuente: (Vásquez, 2002)

Tipos de deterioro en vías con superficie en concreto rígido (Vásquez, 2002)

21. Blowup – Buckling. Ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para la expansión de la losa.

Figura 5.
Niveles de severidad para Blowup – Bucking



L: severidad baja

M: severidad media

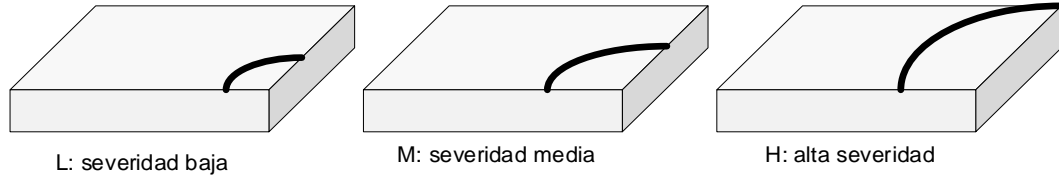
H: alta severidad

Fuente: Elaboración propia.

22. Grieta de esquina. Intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina.

Figura 6.

Niveles de severidad para Grieta de esquina

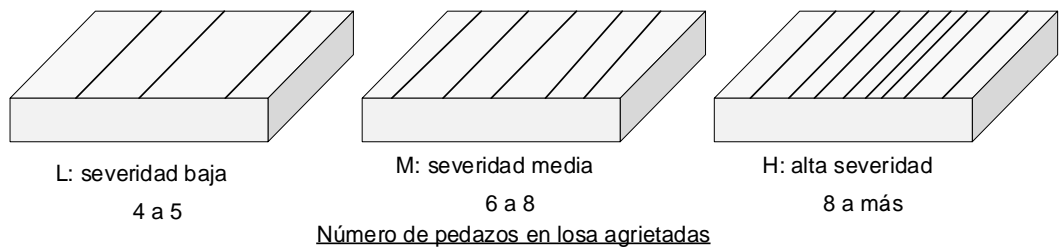


Fuente: Elaboración propia.

23. Losa dividida. La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado.

Figura 7.

Niveles de severidad para Losa dividida

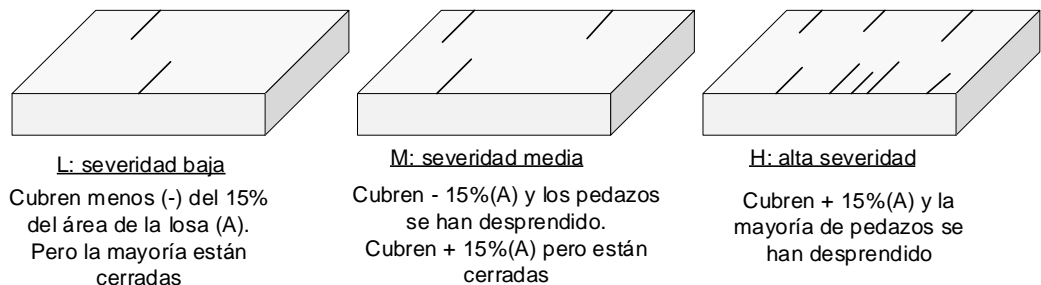


Fuente: Elaboración propia.

24. Grieta de durabilidad "D". Son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento.

Figura 8.

Niveles de severidad para Grieta de durabilidad "D"

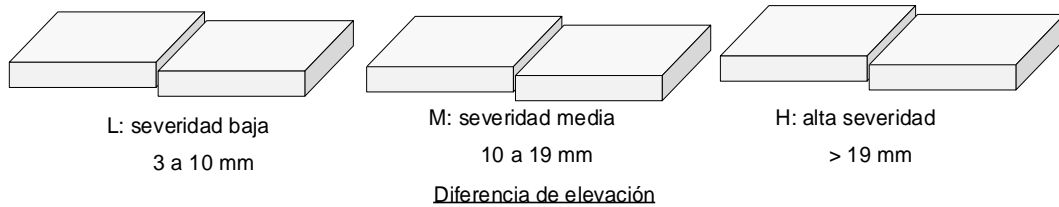


Fuente: Elaboración propia.

25. Escala. Diferencia de nivel a través de la junta.

Figura 9.

Niveles de severidad para Escala

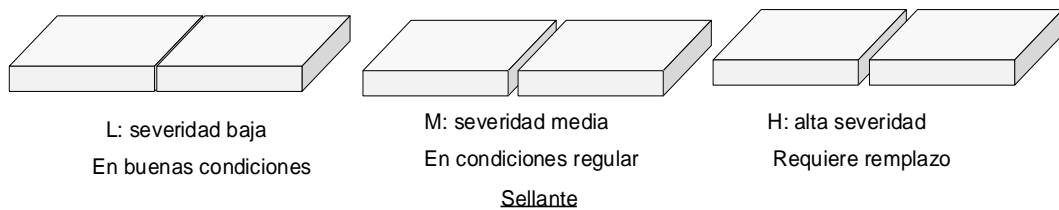


Fuente: Elaboración propia.

26. Daño del sello de la junta. Condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite infiltración de agua en forma importante.

Figura 10.

Niveles de severidad para Daño del sello de la junta

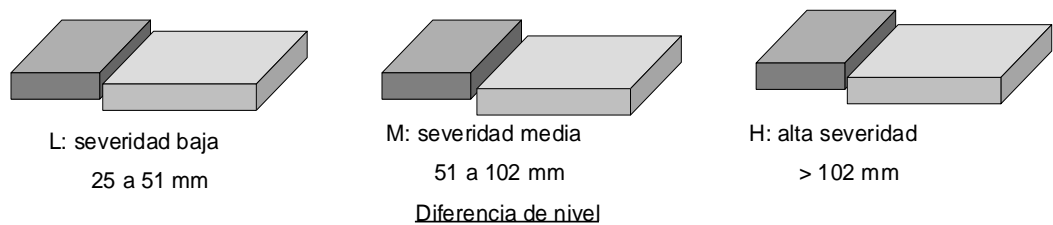


Fuente: Elaboración propia.

27. Desnivel carril/berma. Diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento.

Figura 11.

Niveles de severidad para Desnivel carril/berma

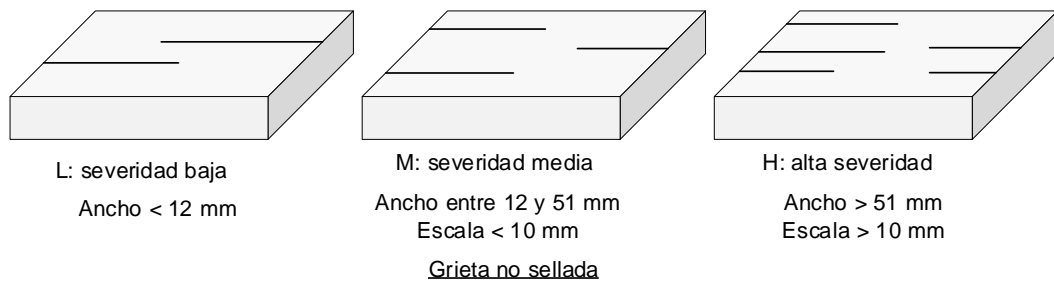


Fuente: Elaboración propia.

28. Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales). Dividen a la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.

Figura 12.

Niveles de severidad para Grietas lineales

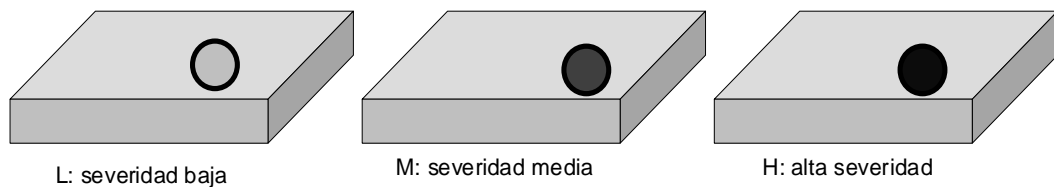


Fuente: Elaboración propia.

29. Parche grande (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos. Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo.

Figura 13.

Niveles de severidad para Parche grande

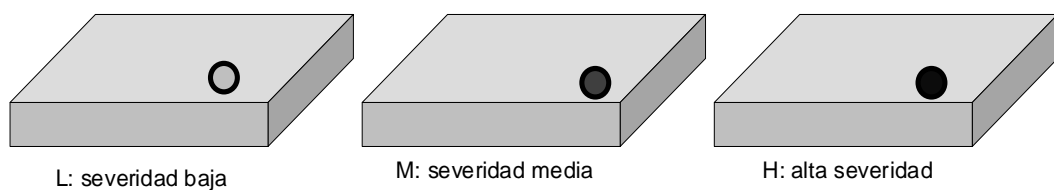


Fuente: Elaboración propia.

30. Parche pequeño (menor de 45 m²). Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

Figura 14.

Niveles de severidad para Parche pequeño



Fuente: Elaboración propia.

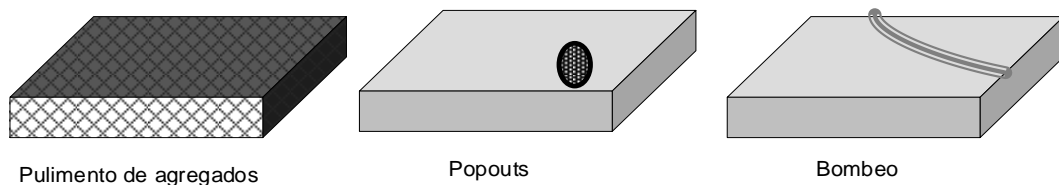
31. Pulimento de agregados. Los agregados de la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. No se define niveles de severidad.

32. Popouts. Pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Varían en tamaño con diámetros entre 25 mm y 102 mm y espesor de 13 mm a 51 mm. No se define niveles de severidad.

33. Bombeo. Manchas en la superficie y evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. No se define niveles de severidad.

Figura 15.

Deterioro por pulimento de agregados, popouts y bombeo

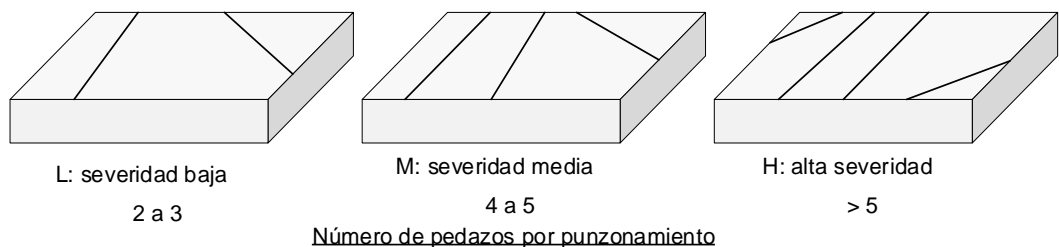


Fuente: Elaboración propia.

34. Punzonamiento. Área localizada de la losa que está rota en pedazos, generalmente está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí.

Figura 16.

Niveles de severidad para Punzonamiento



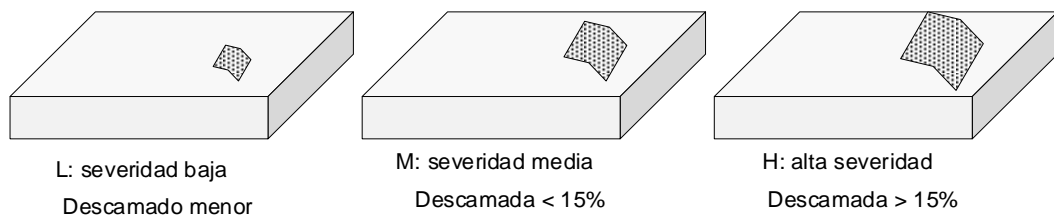
Fuente: Elaboración propia.

35. Cruce de vía férrea. Depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

36. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado. Se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie de concreto. Las grietas tienen a interceptarse a ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aprox. de 6 a 13 mm.

Figura 17.

Niveles de severidad para Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado



Fuente: Elaboración propia.

37. Grietas de retracción. Usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. No se definen niveles de severidad.

38. Descascaramiento de esquina. Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

Figura 18.

Niveles de severidad para Descascaramiento de esquina

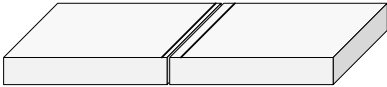
	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
Profundidad del descascaramiento	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
L: severidad baja	Menor de 25 mm	L
M: severidad media	> 25 mm a 51 mm	M
H: alta severidad	> 51 mm	H

Fuente: Elaboración propia.

39. Descascaramiento de junta. Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.6 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo.

Figura 19.

Niveles de severidad para Descascaramiento de junta



	Fragmentos del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
			< 0.6 m	> 0.6 m
L: severidad baja	Duros. No puede removerse fácilmente.	< 102 mm	L	L
		< 102 mm	L	L
M: severidad media	Sueltos. Pueden removerse y/o algunos faltar	< 102 mm	L	M
		< 102 mm	L	M
H: alta severidad	Desaparecidos. La mayoría o todos los fragmentos	< 102 mm	L	M
		< 102 mm	M	H

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5. Cálculo del PCI

Para el cálculo del PCI según Vásquez (2002), primero se visualiza la presencia de la falla en la losa de pavimento rígido. Luego se mide la misma para determinar su grado de severidad: L (bajo), M (medio) y H (alto), luego se determina la densidad según:

$$Densidad = \frac{\sum N^{\circ} \text{ de paños con falla según severidad}}{\text{Total de paños del tramo de estudio}} \quad (Ec. 01)$$

Dónde: Cada tramo de estudio tiene 20 paños.

Según la densidad se determina el valor deducido, el mismo que es obtenido según la correlación por medio de ábacos para cada tipo de falla y severidad.

Se ordenan los valores deducidos de mayor a menor y se reemplaza el menor valor por dos, hasta obtener un solo valor deducido mayor a dos. La correlación del valor deducido según q (número de valores deducidos

mayores a dos) en un ábaco final permite obtener el valor deducido corregido (CDV).

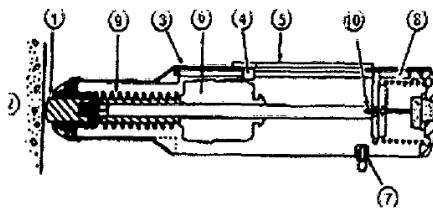
$$PCI = 100 - Máx. CDV \quad (Ec. 02)$$

2.2.6. Ensayo de esclerometría (NTP 339.181)

Un martillo de acero impacta, con una cantidad predeterminada de energía, sobre un émbolo de acero en contacto con la superficie de concreto y se mide la distancia que el martillo rebota. (INACAL, 2018)

Figura 20.

Esquema de un esclerómetro



Fuente: (ASOCEM 2000)

- | | | | |
|----|-----------------|-----|------------------------------|
| 1. | Percutor | 6. | Martillo |
| 2. | Concreto | 7. | Botón de fijación de lectura |
| 3. | Cuerpo exterior | 8. | Resorte |
| 4. | Aguja | 9. | Resorte |
| 5. | Escala | 10. | Seguro |

Cálculos. Descartar las lecturas que difieran del promedio de las 10 lecturas por más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes. Si más de dos lecturas difieren de este promedio por 6 unidades, desechar todas las lecturas y determinar los números de rebote en 10 nuevas ubicaciones dentro del área de ensayo. (INACAL, 2018)

2.2.7. Ensayo de mecánica de suelos

El MVCS (2018), en la norma CE.010 "Pavimentos urbanos", establece los requisitos para un EMS.

Tabla 3.**Número mínimo de puntos de investigación**

Tipo de vía	Número mínimo de puntos de investigación	Área (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: (MVCS, 2018)

Tabla 4.**Ensayos de mecánica de suelos**

Norma	Denominación
NTP 339.127	Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
NTP 339.128	Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 339.129	Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos
NTP 339.132	Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N° 200
NTP 339.134	Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de suelos)
NTP 339.135	Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte
NTP 339.141	Suelos. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/m ³)
NTP 339.145	Suelos. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de california) de suelos compactados en el laboratorio
NTP 339.152	Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.
NTP 339.177	Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas.
NTP 339.178	Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas.

Fuente: (MVCS 2018)

2.2.8. Niveles de intervención en la infraestructura vial

Tabla 5.

Niveles de intervención en la infraestructura vial afirmada

Nivel de intervención	Descripción
Mantenimiento rutinario	Conjunto de actividades coordinadas necesarias para conservar y mantener una vía en perfecto estado con la finalidad de que exista una eficiente circulación del tráfico y cumpla con el tiempo previsto de utilidad o en todo caso aumentar la durabilidad de la infraestructura vial. Los intervalos de mantenimiento en muchos de los casos se hacen de manera diaria y las actividades que se realizan son específicamente de corrección
Mantenimiento preventivo	Se realiza para corregir los problemas de deterioro de las vías antes de que estos se conviertan en un problema serio y requieran de una mayor inversión económica. Está destinado mayormente a los problemas en pavimentos que estén en condiciones buenas y se realiza con la finalidad de mantener su forma, aumentar la vida útil y mejorar el nivel de servicio sin tener que aumentar su capacidad estructural
Rehabilitación	Se realiza para devolver a la estructura del pavimento las condiciones iniciales de soporte de carga, de esta manera también devolver los niveles de servicio en términos de seguridad y comodidad. Se emplean acciones de corrección extensas.
Reconstrucción	Es el conjunto de procesos donde se realiza demolición, remoción y sustitución parcial o total del pavimento deteriorado. Se emplea únicamente cuando el pavimento presenta las siguientes características: colapso, altos índices de deterioro y cuando ya no resiste la demanda del tráfico.

Fuente: (Dávila, Huangal y Salazar, 2017, pp. 39 – 40)

2.2.9. Diseño de pavimento rígido

$$\begin{aligned}
 \log_{10} W_{82} = & Z_r S_o \\
 & + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^7}{(D + 25.4)^{8.46}}} \\
 & + (4.22 - 0.32 P_t) \\
 & \times \log_{10} \left[\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right] \dots (Ec. 03)
 \end{aligned}$$

Donde:

- $W8.2$ = Tráfico (Número de ESAL's)
- Z_r = Desviación Estándar Normal
- S_o = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- D = Espesor de la losa del pavimento en (mm)
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad ($P_i - P_t$)
- P_i = Serviciabilidad Inicial
- P_t = Serviciabilidad Final
- M_r = Módulo de Rotura del concreto en (Mpa).
- C_d = Coeficiente de Drenaje
- J = Coeficiente de Transferencia de Carga
- E_c = Módulo de Elasticidad de concreto
- K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (Mpa/m).

2.3. Marco conceptual

a. Estado actual del pavimento

(Vásquez, 2002, p. 15), Es el resultado de la inspección visual que nos permite valorizar numéricamente el estado que presenta.

b. Índice de condición del pavimento (PCI - Pavement Condition Index)

El PCI es un índice numérico, que varía de 0 para pavimentos fallados, a 100 para pavimentos en perfectas condiciones. El cálculo del PCI está basado en los resultados de una inspección visual de la superficie en la cual el tipo de anomalía, severidad y cantidad son identificados. El PCI fue desarrollado para proporcionar un índice de la integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie.

c. Pavimento

(Solano, 2014, p. 15), De acuerdo a la ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado sub rasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de diferentes

espesores, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado tiempo.

d. Pavimento rígido

(Montejo, 2006, p. 7), Fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyado sobre la sub rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia.

e. Severidad

(Vásquez, 2002, p. 13), Es la condición progresiva que presenta una infraestructura, entre más severo sea la falla, más importante serán las medidas correctivas.

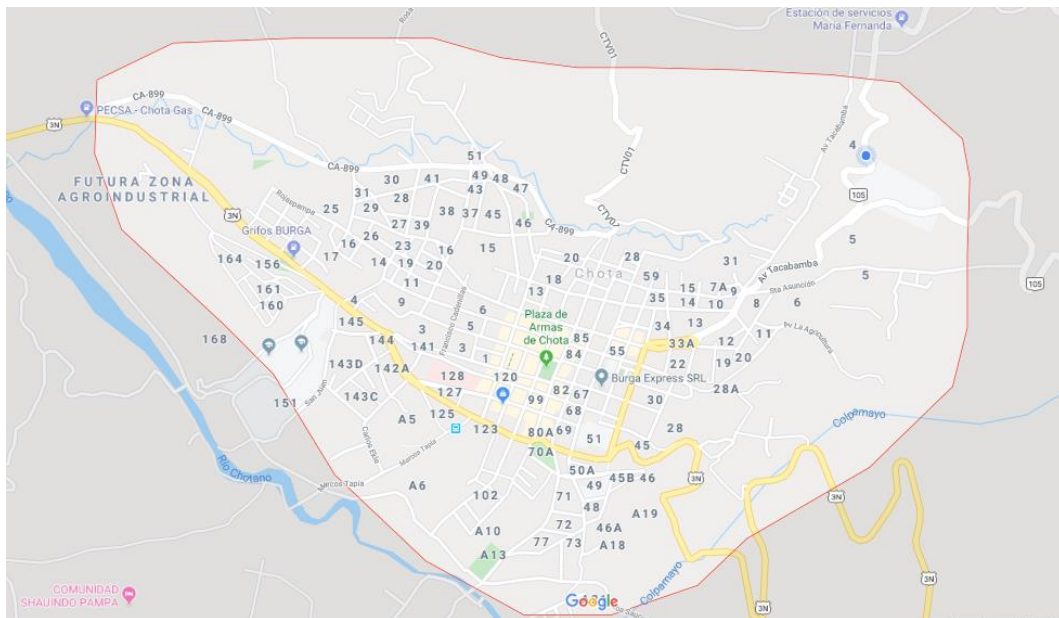
III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

La ciudad de Chota, distrito y provincia de Chota, está ubicada en el centro de la región Cajamarca y está unida mediante la red nacional tanto a las ciudades de la costa como de la sierra y selva, mediante sus carreteras se desplazan vehículos motorizados movilizand o pasajeros y productos.

Figura 21.

Mapa de la ciudad de Chota



Fuente: Google maps.

Tabla 6.

Longitudes de vía según jerarquía vial urbana dentro del ámbito de estudio de la ciudad de Chota

Clasificación vial	Longitud vial km	Porcentaje (%) dentro del ámbito de estudio
Vías nacionales	9.83	11.56
Vía departamental	4.28	5.03
Vía vecinal	17.81	20.95
Vía urbana arterial	3.51	4.13
Vía urbana colector	15.31	18.01
Vía urbana local	34.28	40.32
Total	85.02	100.00

Fuente: (MPCH, 2018, PDU – Chota)

Tabla 7.**Estado de conservación de vías de la ciudad de Chota**

Unidad	Estado de conservación				Total
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	
M	17761.27	7887.75	13370.55	46006.07	85025.64
Km	17.76	7.89	13.37	46.01	85.02
%	20.89	9.28	15.73	54.11	100

Fuente: (MPCH, 2018, PDU – Chota)

El mal estado vial se incrementa, en nodos que articulan vías urbanas arteriales con vías vecinales y vías colectoras. Reciben un tráfico vehicular moderado y continuo,

Tabla 8.**Vías secundarias o colectoras de la ciudad de Chota**

	Vía	Sección existente promedio (m)
Horizontales	Paseo San Mateo	12.80
	Jr. Adriano Novoa	9.02
	Jr. Juan Wensenslao Campos	11.56
	Jr. Túpac Amaru	15.90
	Av. Inca Garcilaso de la Vega	15.63
	Av. Todos los Santos	13.73
	Jr. Santa Asunción	12.20
	Jr. Gregorio Malca	6.25
	Jr. Coronel Becerra	9.13
	Jr. 30 de Agosto	8.41
	Jr. Cajamarca	6.51
	Jr. Exequiel Montoya	11.35
	Jr. Santa Clara	14.15
	Verticales	Jr. Francisco Estela
Jr. Ponciano Vigil		9.41
Jr. Anaximandro Vega		6.15
Jr. José Osos		9.77
Jr. 27 de Noviembre		11.03
Jr. San Martín		11.80
Jr. Santa Rosa		10.10
Jr. Eleodoro Benel		13.37
Jr. Sagrado Corazón de Jesús		13.93
Av. Celso Carvajal		10.96
Av. Micaela Bastidas		13.03
Av. Agricultura		11.80
Av. Tacabamba		15.20

Fuente: (MPCH, 2018, PDU – Chota)

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población del presente estudio fueron las avenidas verticales secundarias o colectoras de la ciudad de Chota, con superficie de rodadura de tipo pavimento rígido, que presenten rasgos de deterioro prematuro: Av. Micaela Bastidas.

3.2.2. Muestra

La muestra se calculó en base al inciso “b. *Evaluación de un proyecto*” de la determinación de unidades de muestreo para evaluación PCI, por tanto, se tomó como muestra las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas de la ciudad de Chota.

Determinación de las unidades de muestreo para evaluación PCI (Vásquez 2002)

- a. En la **evaluación de una red vial** puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

Dónde: n= número mínimo de unidades de muestreo, N= número total de unidades de muestreo, e= error admisible, σ = desviación estándar.

- b. En la **evaluación de un proyecto** se deben inspeccionar todas las unidades.

En las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas de la ciudad de Chota, existen 340 losas de pavimento rígido, en base al método PCI, éstas deben ser subdivididas en tramos de 20 losas.

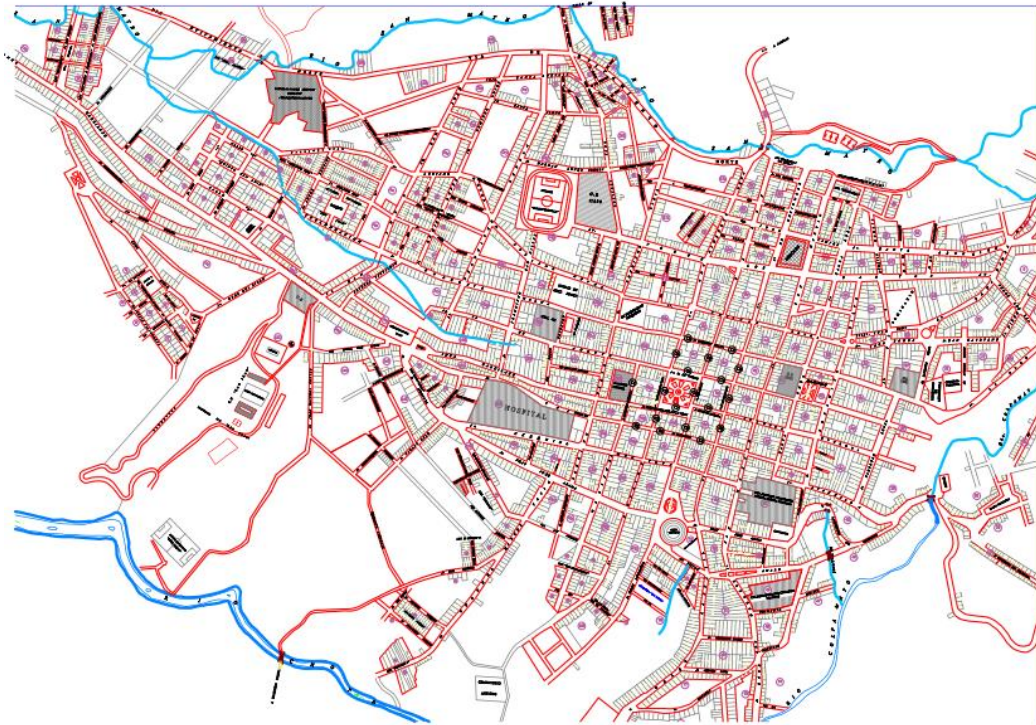
Tabla 9.

Tramos de estudio

Tramos de estudio	N° de losas de pavimento rígido	Descripción
Tramo 1	20	Inicia en el cruce del Jr. Sagrado Corazón con la Av. Micaela Bastidas, cuadra 3
Tramo 2	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 3 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 3	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 3 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 4	20	Finaliza en el cruce del Psje. Asencio Tapia con la Av. Micaela Bastidas.
Tramo 5	20	Inicia en el cruce del Psje. Asencio Tapia con la Av. Micaela Bastidas, cuadra 4.
Tramo 6	20	Finaliza en el cruce del Psje. Micaela Bastidas con la Av. Micaela Bastidas, cuadra 4.
Tramo 7	20	Inicia en el cruce del Psje. Micaela Bastidas con la Av. Micaela Bastidas, cuadra 4.
Tramo 8	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 4 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 9	20	Finaliza en el cruce del Psje. S/N con la Av. Micaela Bastidas, cuadra 4
Tramo 10	20	Inicia en el cruce del Psje. S/N con la Av. Micaela Bastidas, cuadra 5.
Tramo 11	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 5 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 12	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 5 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 13	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 5 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 14	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 5 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 15	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 5 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 16	20	Continúa el conteo de las losas en la cuadra 5 de la Av. Micaela Bastidas
Tramo 17	20	Finaliza en el cruce de la Av. Celso Carbajal con la Av. Micaela Bastidas.

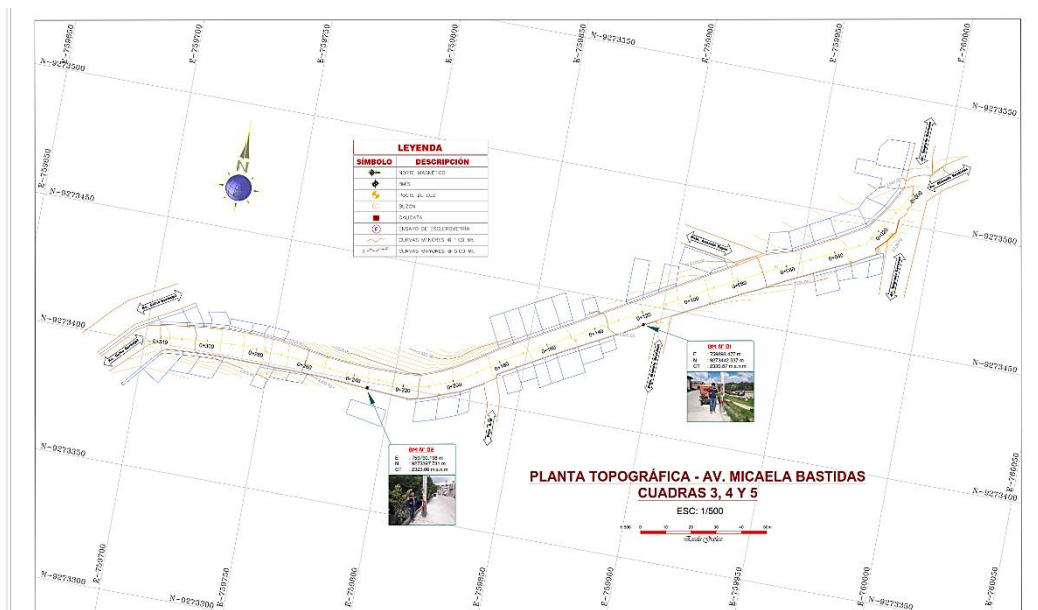
Fuente: Elaboración propia.

Figura 22.
Calles de la ciudad de Chota



Fuente: (MPCH, 2018)

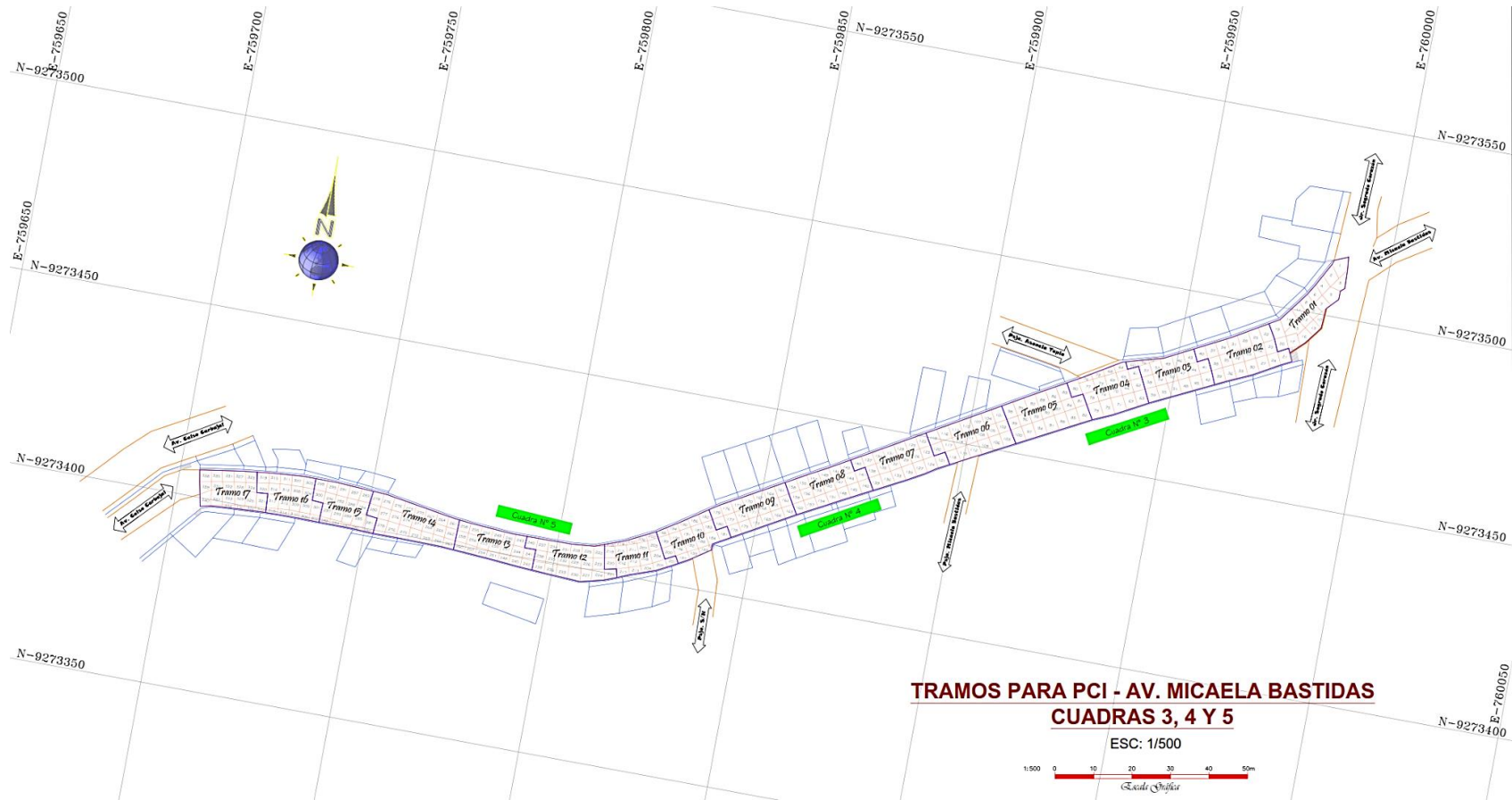
Figura 23.
Avenida Micaela Bastidas de la ciudad de Chota



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24.

Tramos para PCI en la avenida Micaela Bastidas de la ciudad de Chota



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Operacionalización de variables

Variable única: Deterioro prematuro del pavimento Rígido

Es el deterioro de un pavimento rígido antes de haber cumplido su vida útil para el cual fue diseñado. Los factores que provocan un deterioro prematuro son agentes geográficos, tránsito vehicular, calidad de materiales empleados y hasta puede ser por un mal diseño hecho para el proyecto. Tiene como dimensiones:

- Análisis del deterioro de la superficie del pavimento (PCI)
- Análisis del deterioro estructural del pavimento
- Estudio de mecánica de suelos de la subrasante
- Estudio de tráfico vehicular
- Comparación general

Tabla 10.

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Índice
Deterioro prematuro del pavimento rígido	Análisis del deterioro superficial del pavimento (PCI)	Tipo de deterioro	Formato de registro PCI	21 – 39
		Nivel de severidad		L, M, H
		Valor PCI	Formato de cálculo PCI	0 – 100
	Análisis del deterioro estructural del pavimento	Tiempo de vida después de la ejecución del proyecto	Expediente técnico	Años
		Verificación de las capas del pavimento	Formato de verificación in situ	cm
		Ensayo de esclerometría	Formato de ensayo	Kg/cm ²
	Estudio de mecánica de suelos de la subrasante	Contenido de humedad natural	Formato de ensayo	%
		Granulometría por tamizado	Curva granulométrica	%
		Límite líquido	Curva de fluidez	%
		Límite plástico	Formato de ensayo	%
		Índice de plasticidad	Formato de ensayo	%
		Relación de humedad – densidad (compactación)	Curva de compactación	%
		Relación de soporte de california (CBR)	Curva CBR	%
		Clasificación de suelos SUCS	Carta de plasticidad	G, S, C, L, O
	Clasificación de suelos AASHTO	Tabla AASHTO	A1, A2, A3, A4, A6, A7	
Estudio de tránsito vehicular	Cantidad de vehículos (IMDA)	Formato de conteo vehicular	Veh/día	
Comparación general	Diseño de pavimento existente	Hoja de cálculo	cm	
	Nuevo diseño según exigencias actuales	Hoja de cálculo	cm	

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Equipos, materiales e insumos

3.4.1. Técnicas

Observación PCI. Sirvió para determinar por medio de la visualización el estado de deterioro superficial de las unidades muestrales. Equipos y materiales:

- Cámara fotográfica
- Hoja de registro PCI
- Reglas
- Wincha
- Escalimetro

Levantamiento topográfico. Sirvió para elaborar los planos de estudio en la vía de análisis. Equipos y materiales:

- Estación total
- GPS
- Miras
- Prisma
- Equipo de protección personal
- Cuaderno de campo

Ensayo de esclerometría. Sirvió para determinar la resistencia del pavimento rígido.

- Equipo de esclerometría
- GPS
- Formato de ensayo de esclerometría
- Pizarra y plumones

Estudio de tráfico. Sirvió para determinar la cantidad de vehículos que transitan en la actualidad por la zona.

- Formatos de conteo vehicular
- chaleco reflectante
- Casco

- Zapatos punta de acero

Estudio de mecánica de suelos. Sirvió para conocer la capacidad de soporte de la subrasante, sobre la cual se ha construido el pavimento rígido.

- Saquetas impermeables
- Palana
- Pico
- GPS
- Cuaderno de registro
- Pizarra y plumones acrílicos
- Formatos de ensayos de mecánica de suelos

Análisis del diseño actual del pavimento. Sirvió para determinar los factores intervinientes que tomaron en cuenta para plantear los espesores actuales del diseño vial.

- Expediente técnico
- Cuaderno de registro

Diseño del pavimento rígido. Sirvió para plantear espesores de pavimento rígido que cumple con las exigencias solicitadas por las normas peruanas.

- Computadora portátil
- Estudio de tráfico
- Estudio de mecánica de suelos
- Hoja de cálculo del diseño de pavimento rígido

Comparación. Permitted determinar las variaciones entre el diseño actual y el nuevo diseño mejorado.

- Computadora portátil
- Software Microsoft Excel
- Hoja de comparación

3.4.2. Instrumentos

Hoja de registro PCI. Permitió registrar los datos del tipo y severidad de deterioro superficial del pavimento rígido en base a la metodología PCI.

Cuaderno de campo. Permitió registrar las coordenadas geográficas de puntos fijos, bench Marck (BMS), puntos de calicatas, puntos de ensayo de esclerometría, entre otros datos vitales para la elaboración de planos topográficos.

Formato de ensayo de esclerometría. Permitió definir la resistencia estructural promedio del pavimento rígido en base al número de rebote obtenido del ensayo de esclerometría.

Formato de conteo vehicular. Permitió conocer la cantidad de tráfico vehicular por la avenida de estudio en dos escenarios probables.

Formatos de mecánica de suelos. Permitieron determinar las principales propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante, con la finalidad de determinar si estos valores concordaban con los mostrados en el expediente técnico, además de permitir el cálculo del módulo de resistencia del suelo.

Datos del expediente técnico. Se realizó la revisión del expediente técnico que permitió la construcción de la avenida de estudio para comparar las variables intervinientes consideradas en el diseño del pavimento rígido.

Hoja de cálculo del diseño de pavimento rígido. Se legró plantear el nuevo diseño del pavimento rígido en base a los resultados dados por el cálculo de cada uno de los estudios básicos,

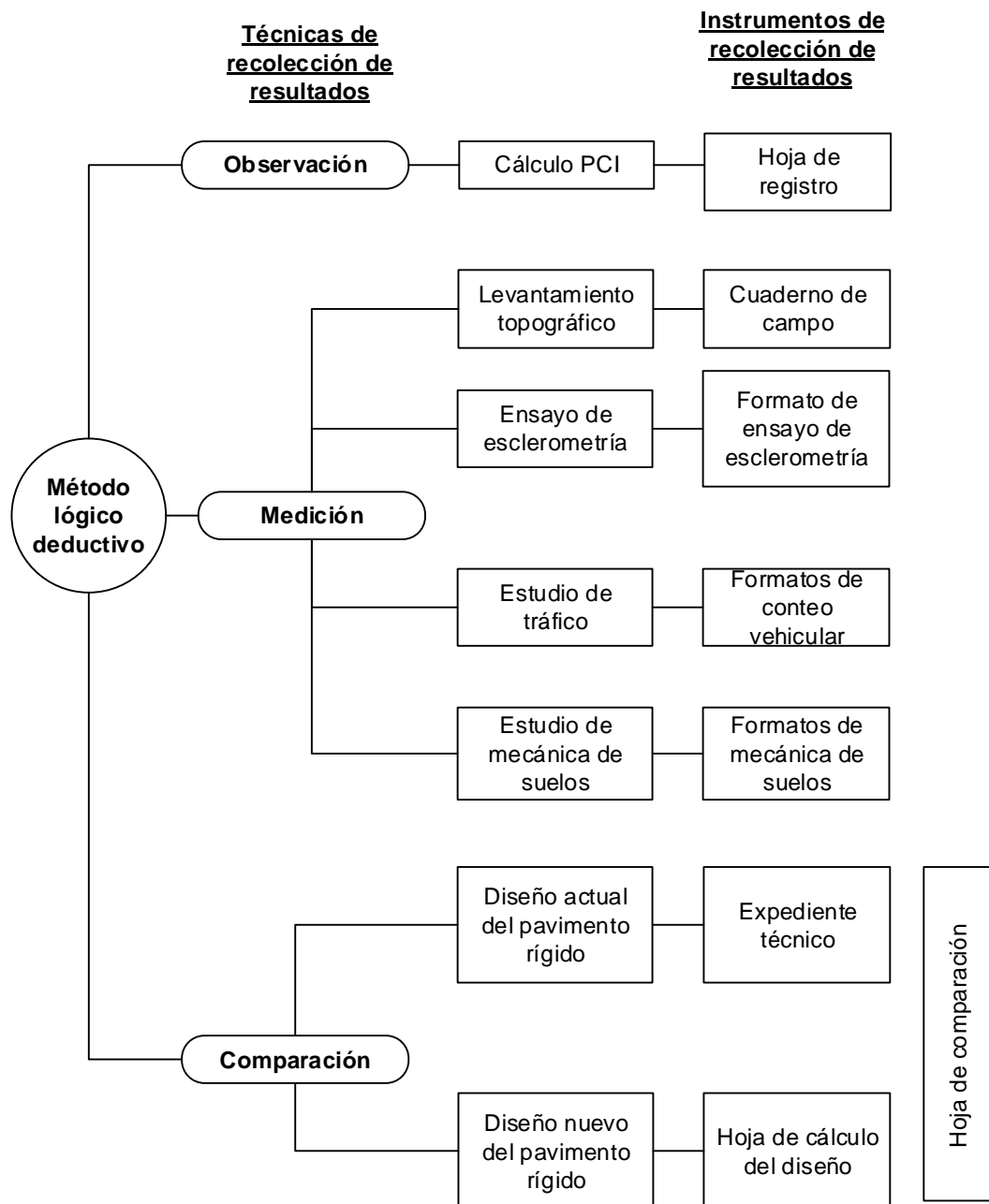
Hoja de comparación. Se comparó los datos del diseño actual con los datos utilizados en el nuevo diseño, además de contrastar los espesores calculados.

3.5. Metodología de la investigación

El método que se ha utilizado en la investigación fue lógico deductivo, porque dicho método sirve para descubrir causas o consecuencias desconocidas, de principios conocidos. (Behar, 2008)

Figura 25.

Avenida Micaela Bastidas de la ciudad de Chota



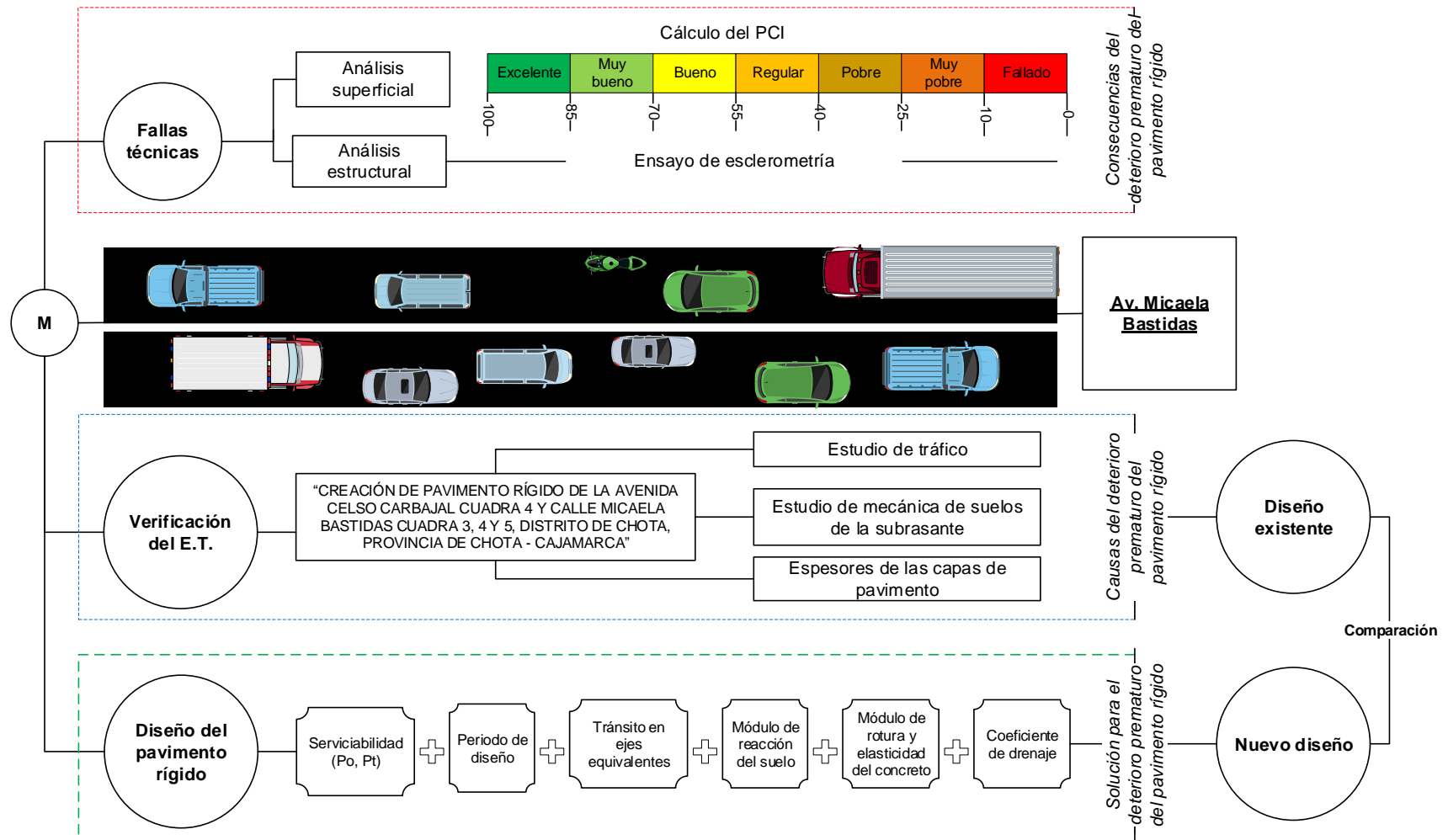
Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Behar (2008).

3.5.1. Diseño de investigación

La investigación es de tipo explicativa porque se fundamentó en la necesidad de explicar las causas del deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Figura 26. Diseño de investigación: Explicativo

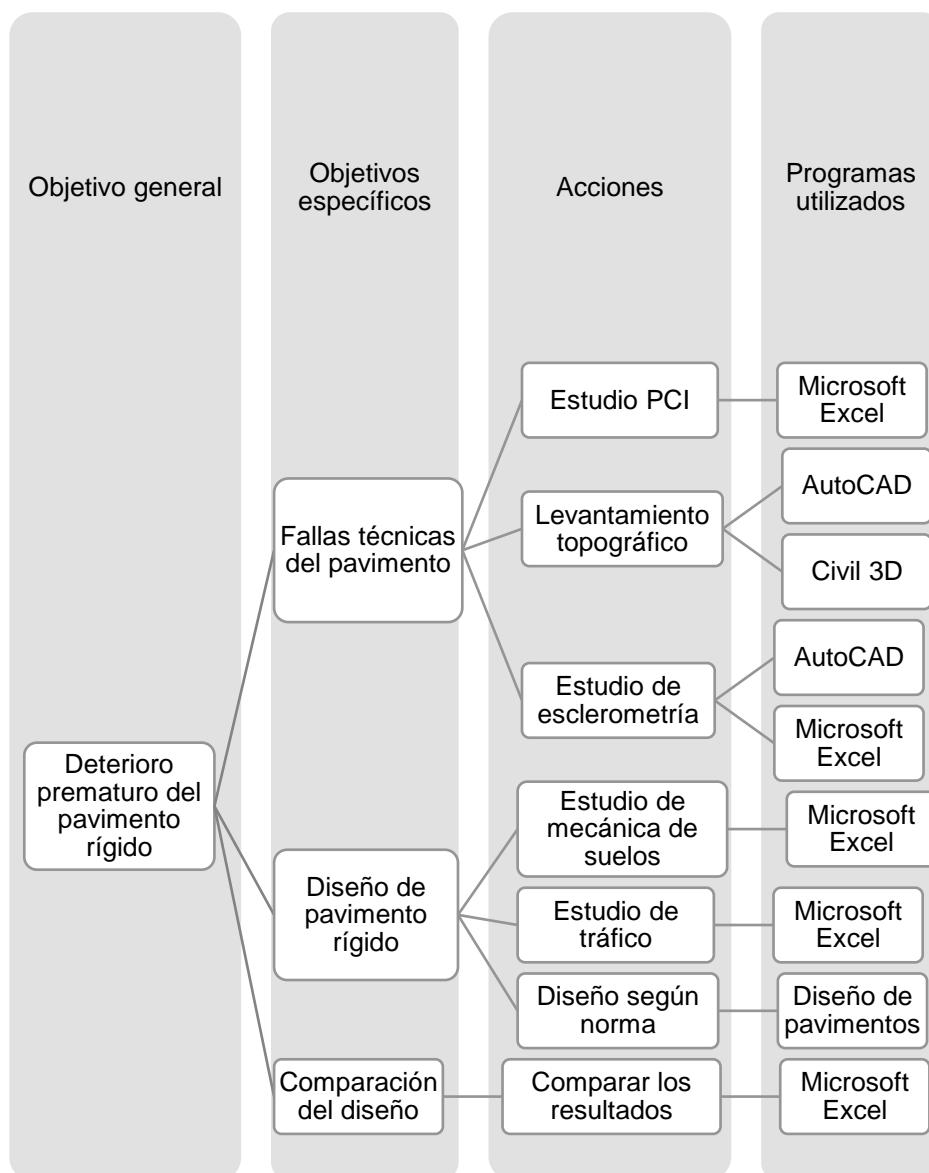


Fuente: Elaboración propia.

3.6. Análisis estadístico

El procesamiento y análisis de datos se llevó a cabo por medio de la aplicación de métodos computacionales, es decir se utilizaron softwares computacionales para el procesamiento de los datos recolectados según objetivo, tal como:

Figura 27.
Procesamiento y análisis de datos



Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Fallas técnicas del pavimento rígido en la AV. Micaela Bastidas

Se aplicó la metodología del Índice de condición del pavimento (PCI), con el fin de conocer las fallas superficiales en cada uno de los 17 tramos de 20 losas de pavimento rígido, además se realizó un ensayo de esclerometría para conocer la resistencia estructural del pavimento rígido en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas.

Objetivo 1

Análisis PCI

Descripción. En los 17 tramos de estudio se ha visualizado la presencia fallas en la losa de pavimento rígido, las cuales han sido medidas para determinar su grado de severidad: L (bajo), M (medio) y H (alto), luego se ha determinado la densidad, los valores deducidos y el valor deducido corregido (CDV) con el cual se ha determinado el valor PCI.

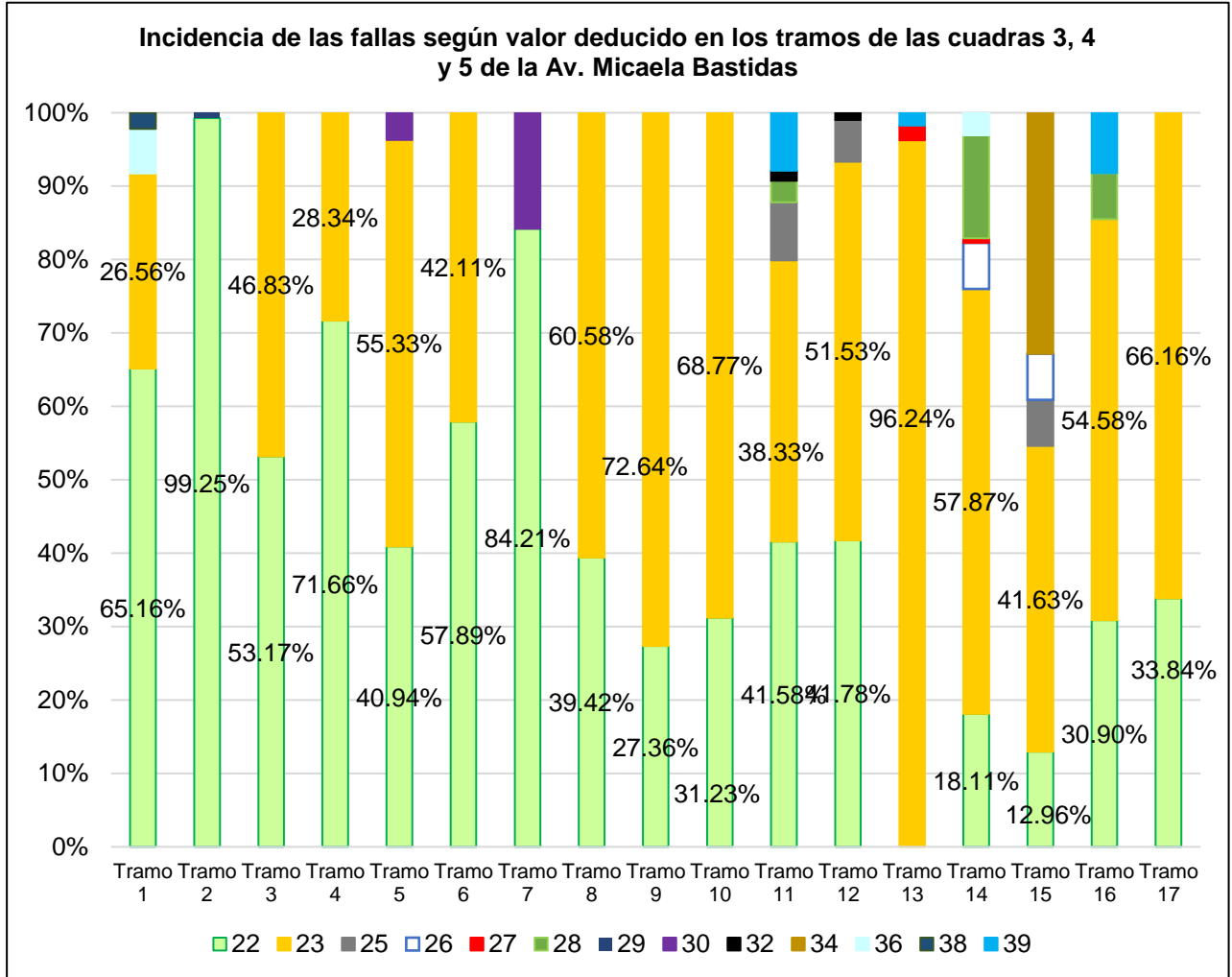
$$Densidad = \frac{\sum N^{\circ} \text{ de paños con falla según severidad}}{\text{Total de paños del tramo de estudio}} \quad (Ec. 04)$$

Dónde: Cada tramo de estudio tiene 20 paños.

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV} \quad (Ec. 05)$$

Figura 28.

Incidencia de las fallas según valor deducido en los tramos de las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas



Dónde: 22 Grieta de esquina, 23 Losa dividida, 25 Escala, 26 Sello de junta, 27 Desnivel carril, 28 Grieta lineal, 29 Parcheo (Grande), 30 Parcheo (Pequeño), 32 Popouts, 34 Punzonamiento, 36 Desconchamiento, 38 Descascaramiento de esquina, 39 Descascaramiento de junta.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La incidencia de las fallas según el valor deducido en los tramos de la Av. Micaela Bastidas, representa las fallas visualizadas en el estudio y los porcentajes en que cada una aparecen en cada tramo de análisis. En los 17 tramos de estudio de las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas, las fallas de mayor incidencia según el valor deducido son grieta de esquina y losa dividida. En el tramo 1, las fallas inciden en: 65.16% grietas de esquina, 26.56% losa dividida,

6.09% desconchamiento y 2.19% descascaramiento. De las fallas del tramo 2, se dividen en un 99.25% en grietas de esquina y 0.75% en grietas lineales. El tramo 3 sólo presenta un 53.17% de fallas tipo grietas de esquina y un 46.83% de fallas tipo losa dividida. En el tramo 4 un 71.66% de fallas son grietas de esquina y un 28.34% son fallas de losa dividida. De las fallas del tramo 5, el 40.94% son grietas de esquina, el 55.33% son losas divididas y el 3.72% son parcheo pequeño. El tramo 6 presenta un 57.89% de grietas de esquina y un 42.11% de losa dividida. Las fallas grietas de esquina en un 84.21% y parcheo pequeño en un 15.79% están presentes en el tramo 7. Según los valores deducidos el tramo 8, tiene fallas de grietas de esquina 39.42% y losa dividida 60.58%. De las fallas del tramo 9, se dividen en un 27.36% en grietas de esquina y en un 72.64% en losa dividida. En el tramo 10 las fallas inciden en un 31.23% grietas de esquina y en un 68.77% losa dividida. El tramo 11 presenta variedad en diferentes tipos de fallas, como: grietas de esquina 41.58%, losa dividida 38.33%, descascaramiento de junta 7.88%, escala 7.88%, grieta lineal 2.96% y popouts 1.38%. El tramo 12 presenta: Grietas de esquina 41.78%, losa dividida 51.53%, escala 5.69 y Popouts 1.00%. En el tramo 13, incide en un 96.24% la falla losa dividida, en un 2.03% la falla desnivel carril y en un 1.72% la fallas descascaramiento de junta. El tramo 14 presenta variedad de diferentes tipos de fallas, en un 19.11% grietas de esquina, en un 57.87% losa dividida, en un 6.30% sello de junta, en un 0.63% desnivel de carril, en un 14.02% grieta lineal y en un 3.07% desconchamiento. Según el valor deducido en el tramo 15 las fallas incidentes son grietas de esquina 12.96%, losa dividida 41.63%, escala 6.28%, sello de junta 6.28% y punzonamiento 32.84%. En el tramo 16 se encuentran las fallas grietas de esquina 30.90%, losa dividida 54.58%, y descascaramiento de junta 8.24%. En el último tramo de análisis, el tramo 17 se han visualizado las fallas grietas de esquina y losa dividida, que presentan una incidencia en base al valor deducido de 33.84% y 66.16% respectivamente.

Tabla 11.**Incidencia de fallas según cantidad de losas afectadas en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas**

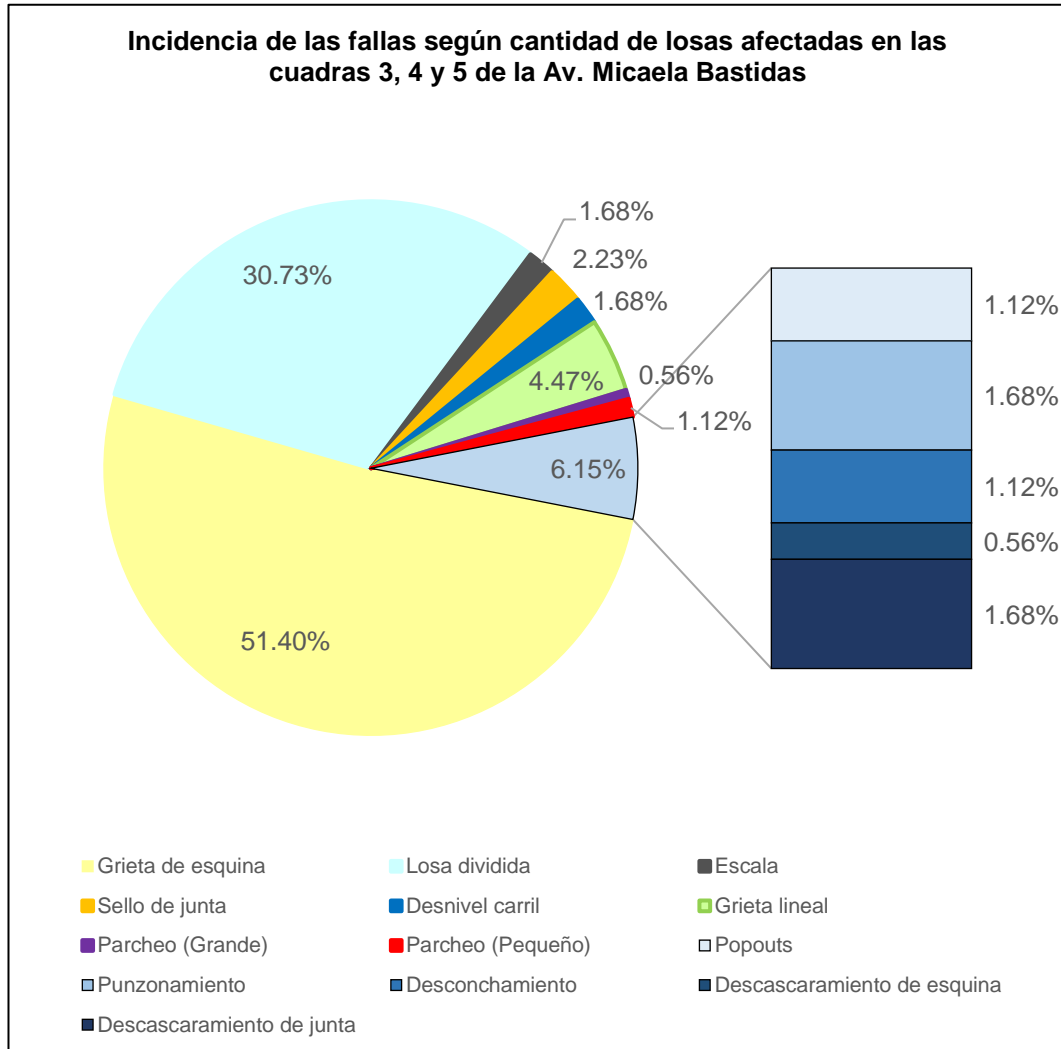
Código de falla	Nombre de falla	Severidad	Cantidad de losas	% de incidencia	% por falla
22	Grieta de esquina	L	67	37.4	51.4
		M	22	12.3	
		H	3	1.7	
23	Losa dividida	L	8	4.5	30.7
		M	26	14.5	
		H	21	11.7	
25	Escala	H	3	1.7	1.7
26	Sello de junta	H	4	2.2	2.2
27	Desnivel carril	L	3	1.7	1.7
28	Grieta lineal	L	5	2.8	4.5
		M	3	1.7	
29	Parqueo (Grande)	L	1	0.6	0.6
30	Parqueo (Pequeño)	L	2	1.1	1.1
32	Popouts	L	2	1.1	1.1
34	Punzonamiento	H	3	1.7	1.7
36	Desconchamiento	M	2	1.1	1.1
38	Descascaramiento de esquina	M	1	0.6	0.6
39	Descascaramiento de junta	L	1	0.6	1.7
		H	2	1.1	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La incidencia de fallas según cantidad de losas afectadas en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas, representa la cantidad de losas que presentan alguno de los tipos de falla en sus diferentes niveles de severidad. De un total de 340 paños de losa de pavimento rígido analizadas, solo 167 paños presentan algún tipo de deterioro. 102 paños presentan grietas de esquina, según severidad: 67 L, 22 M y 3 H; 55 paños presentan el tipo de falla losa dividida según severidad: 8 L, 26 M y 21 H. Las fallas escala, sello de junta, desnivel carril, grieta lineal, parqueo grande, parqueo pequeño, popouts, punzonamiento, desconchamiento, descascaramiento de esquina y descascaramiento de juntas, están presentes en 3, 4, 3, 8, 1, 2, 2, 3, 2, 1, 1 y 2 paños de pavimento rígido respectivamente.

Figura 29.

Porcentaje de incidencia de las fallas según cantidad de losas afectadas en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas

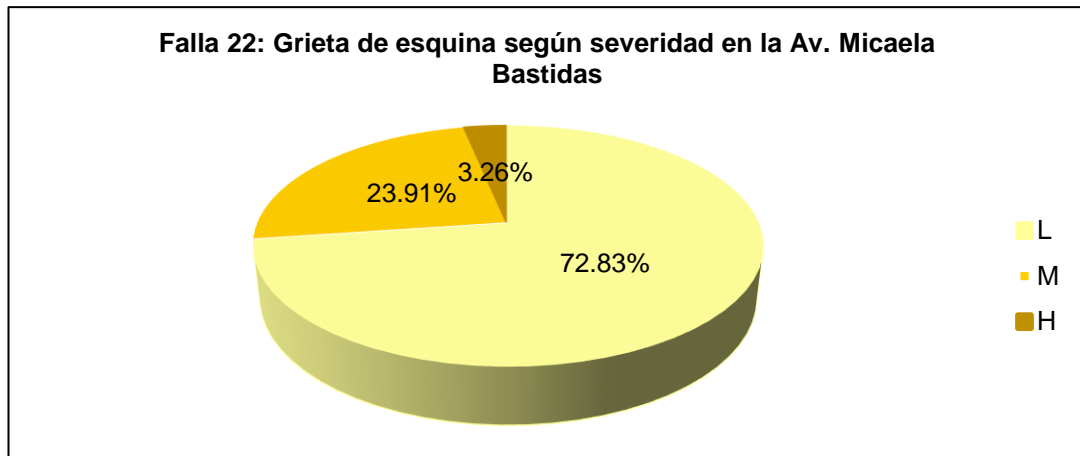


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. En la Av. Micaela Bastidas, las fallas de mayor incidencia son grieta de esquina con 51.40%, losa dividida con 30.73% y grieta lineal con 4.47%. Las fallas de menor incidencia acumulan un porcentaje de 6.15%; las fallas son 0.56% descascaramiento de esquina, 1.12% punzonamiento, parqueo pequeño y popouts, 1.68% escala, punzonamiento y descascaramiento de junta.

Figura 30.

Falla 22: Grieta de esquina según severidad en la Av. Micaela Bastidas

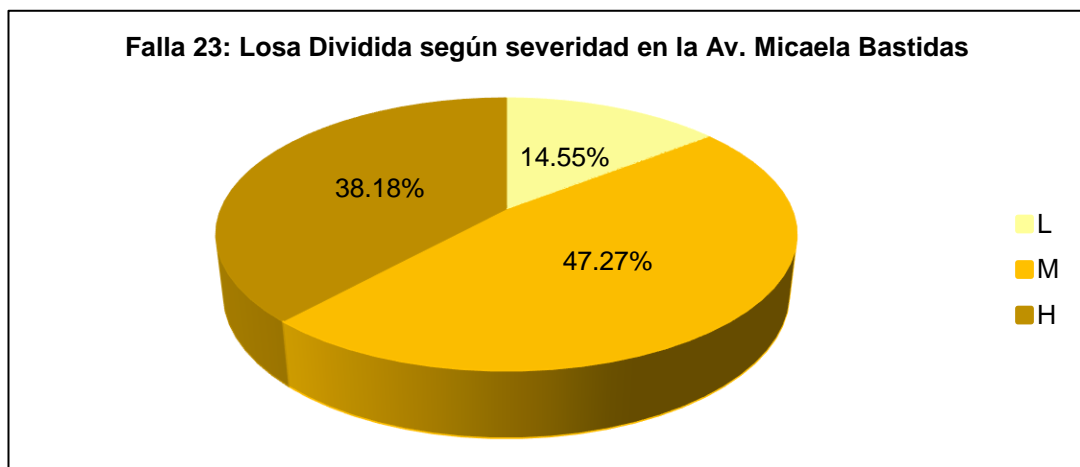


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La falla 22 Grieta de esquina, tiene un porcentaje de incidencia de 51.40%, dicho deterioro se encuentra en diferentes niveles de severidad. El 72.83% de las grietas de esquina tienen una severidad baja, el 23.91% una severidad media, y el 3.26% una severidad alta. Las causas más comunes de su producción según el manual del PCI traducida por Vásquez (2002) son los esfuerzos de alabeo y la repetición de cargas combinadas con la pérdida de soporte.

Figura 31.

Falla 23: Losa dividida según severidad en la Av. Micaela Bastidas

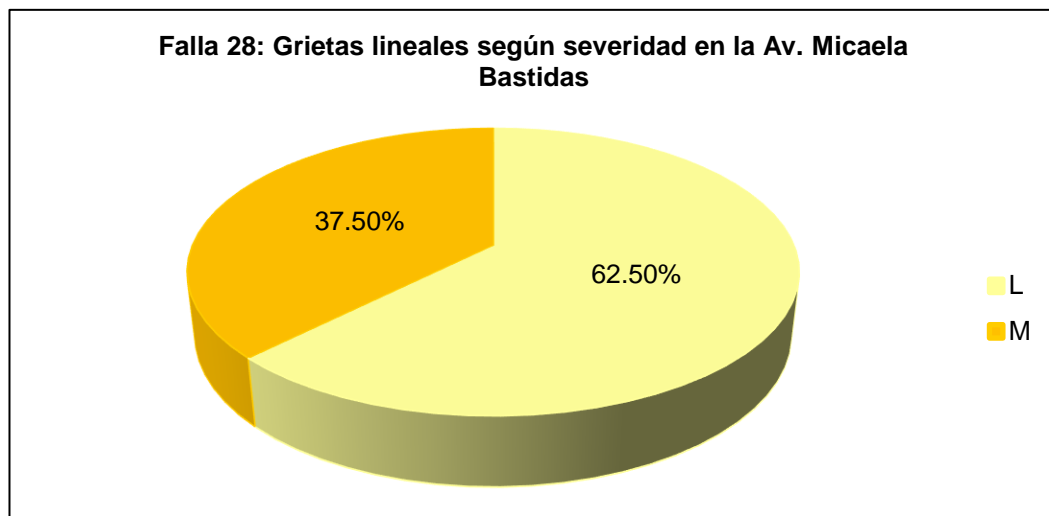


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La falla 23 Losa dividida, tiene un porcentaje de incidencia de 30.70%, dicho deterioro se encuentra en diferentes niveles de severidad. El 14.55% de las losas divididas tienen una severidad baja, el 47.27% una severidad media, y el 38.18% una severidad alta. Las causas más comunes de su producción según el manual del PCI traducida por Vásquez (2002) es la sobrecarga o soporte inadecuada.

Figura 32.

Falla 28: Grietas lineales según severidad en la Av. Micaela Bastidas

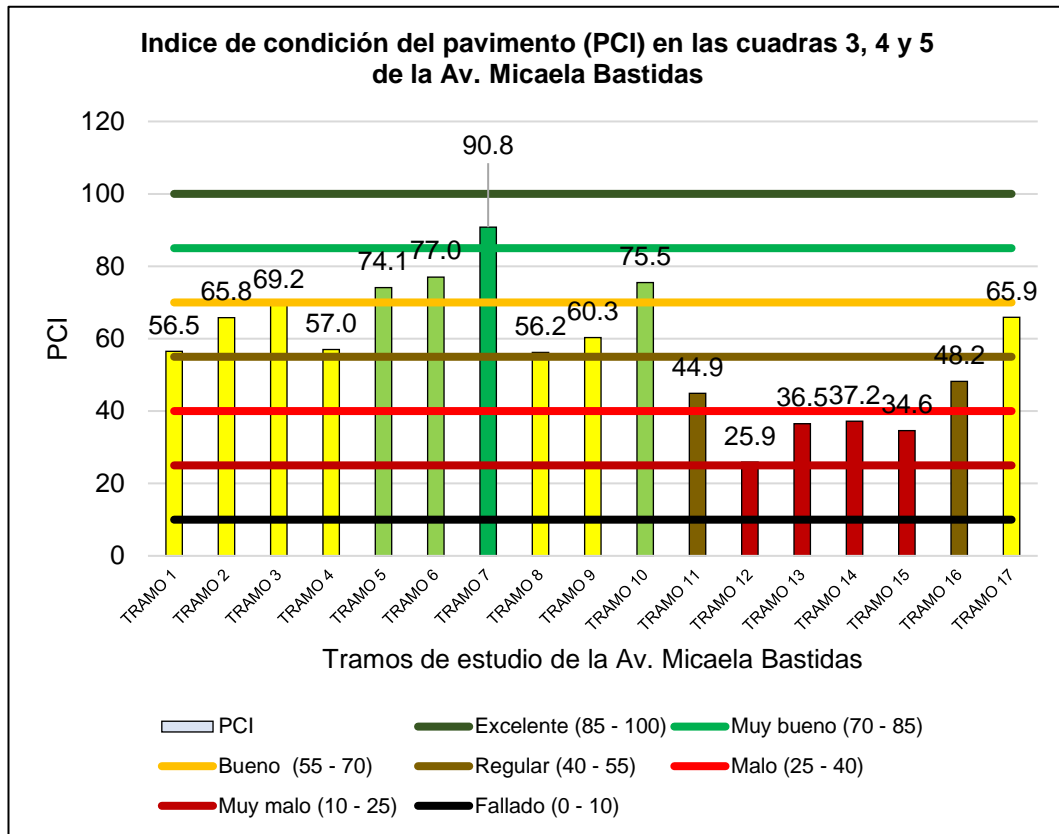


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La falla 28 Grietas lineales, tiene un porcentaje de incidencia de 4.47%, dicho deterioro se encuentra en diferentes niveles de severidad. El 62.50% de las grietas de esquina tienen una severidad baja, y el 37.50% una severidad media. Las causas más comunes de su producción según el manual del PCI traducida por Vásquez (2002) son la combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.

Figura 33.

Índice de condición del pavimento (PCI) en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. En los 17 tramos de estudio, el mayor valor PCI es 90.80 en el tramo 7, clasificado como excelente, mientras que el tramo de menor valor PCI es 25.90 en el tramo 12, clasificando como malo. De los tramos de estudio, el tramo 7 tiene una excelente condición, el tramo 5, 6 y 10 tienen una muy buena condición, el tramo 1, 2, 3, 4, 8, 9 y 17 tienen buena condición, el tramo 11 y 16 tienen una condición regular, el tramo 12, 13, 14 y 15 tienen pavimento rígido de mala condición.

Ensayo de esclerometría

Descripción. Para verificar la resistencia del concreto, se realizó el ensayo de esclerometría en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas. El ensayo nos proporciona una aproximación de la resistencia que tendría el concreto, en función

al índice de rebote obtenido en campo. Su realización se basó en la norma ASTM C 805.

Tabla 12.

Promedio de resistencia (kg/cm²) del ensayo de esclerometría en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas

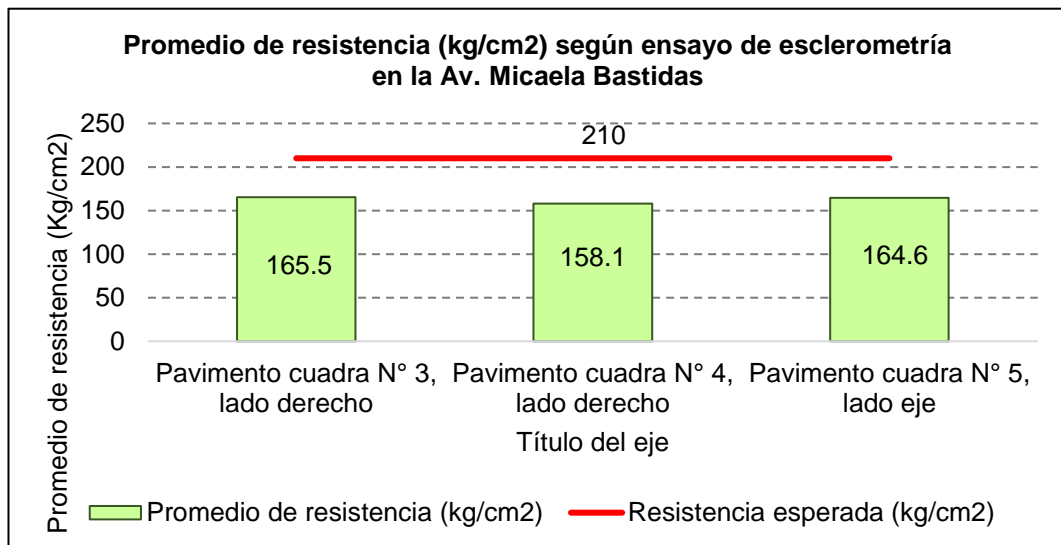
Estructura	Progresiva	Coordenadas geográficas		Promedio de resistencia (kg/cm ²)
		Este (m)	Norte (m)	
Pavimento cuadra N° 3, lado derecho	0+070.28	759934.469	9273473.62	165.50
Pavimento cuadra N° 4, lado derecho	0+182.82	759836.158	9273418.015	158.10
Pavimento cuadra N° 5, lado eje	0+285.22	759739.088	9273404.667	164.60

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. En la Av. Micaela Bastidas, se realizaron tres ensayos de esclerometría, uno por cada cuadra, dos de ellos en el lado derecho, ensayo 1 y ensayo 2, cuadras 3 y 4; y el último ensayo en el eje, cuadra 5. La resistencia (kg/cm²) promedio alcanzada en las cuadras 3, 4 y 5 son 165.50 kg/ccm², 158.10 kg/cm² y 164.60 kg/cm² respectivamente.

Figura 34.

Promedio de resistencia (kg/cm²) según ensayo de esclerometría en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El promedio de las 3 resistencia (kg/cm²) de las 3 cuadras es de 162.70 kg/cm². La resistencia calculada, es 47.30 kg/cm² menos que la resistencia esperada 210 kg/cm².

Verificación de capas de pavimento rígido

Figura 35.

Verificación de capas del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas

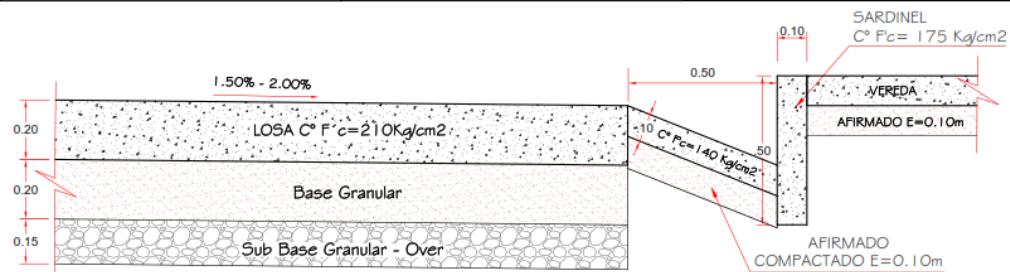


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Para verificar el espesor de las capas de pavimento rígido se ha realizado una excavación al margen derecho de la vía, y se ha medido la capa de pavimento rígido, la capa de base y la capa de subbase, a fin de comprobar que tengan las dimensiones especificadas en el expediente técnico “Creación de pavimento rígido de la avenida Celso Carbajal cuadra 4 y calle Micaela Bastidas cuadra 3, 4 y 5, Distrito de Chota, Provincia de Chota - Cajamarca”.

Figura 36.

Verificación de las capas de concreto, base y subbase en el pavimento de la Av. Micaela Bastidas



Detalle de las capas del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas según expediente técnico

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. En el detalle de las capas del pavimento rígido de la Av. Bastidas según el expediente técnico, se observa que las capas de concreto, base y subbase deben tener espesores de 0.20 m, 0.20 m y 0.15 m respectivamente. En la verificación de las capas realizando una excavación continua al pavimento rígido se demostró que las respectivas capas cumplen con las dimensiones especificadas en el expediente técnico "Creación de pavimento rígido de la avenida Celso Carbajal cuadra 4 y calle Micaela Bastidas cuadra 3, 4 y 5, Distrito de Chota, Provincia de Chota - Cajamarca".

4.1.2. Parámetros para el diseño del pavimento rígido para la Av. Micaela Bastidas

Para diseñar un pavimento rígido que cumpla con las exigencias solicitadas por las normas peruanas, en la Av. Micaela Bastidas, se ha utilizado el método de diseño AASHTO.

a. Cálculo del tráfico ESAL'S

Para el cálculo del tráfico ESAL'S, se realizó el conteo vehicular en la Av. Micaela Bastidas por un lapso de 7 días, en el mes de junio del año 2019.

Tabla 13.

Resumen del conteo vehicular por día y tipo de vehículo en la Av. Micaela Bastidas, junio 2019.

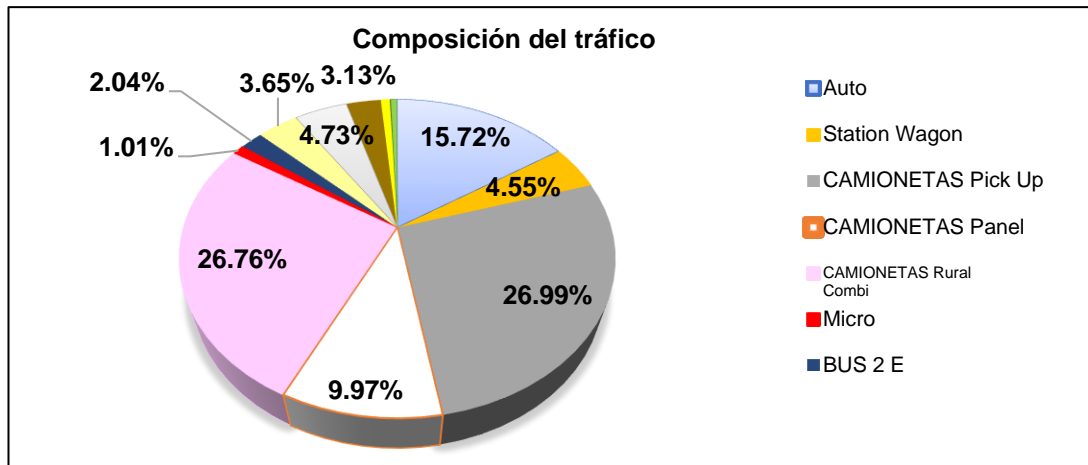
Tipo de vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	
Vehículos ligeros	Auto	135	177	119	129	101	130	127	918	
	Station Wagon	34	34	35	35	27	30	71	266	
	Camionetas	Pick Up	149	192	218	218	217	279	303	1,576
		Panel	82	58	52	82	97	97	114	582
		Rural Combi	181	205	162	239	160	275	341	1,563
Micro	11	11	12	12	3	3	7	59		
Vehículos pesados	Bus	2 E	17	18	24	25	14	9	12	119
		>=3 E	54	41	24	50	28	10	6	213
	Camión	2 E	38	32	23	45	37	60	41	276
		3 E	37	22	22	38	21	26	17	183
		4 E	10	10	4	7	3	3	7	44
	Semi Trayer	2S1/2S2	3	2	0	0	0	0	1	6
		2S3	0	0	0	0	0	0	0	0
		3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0
		>= 3S3	7	7	3	4	5	9	0	35
	Trayer	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0
		2T3	0	0	0	0	0	0	0	0
		3T2	0	0	0	0	0	0	0	0
		>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		758	809	698	884	713	931	1,047	5,840	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. En una semana el tránsito vehicular asciende a 5840 vehículos, los cuales se distribuyen en vehículos ligeros y pesados.

Figura 37.

Composición del tráfico vehicular en la Av. Micaela Bastidas

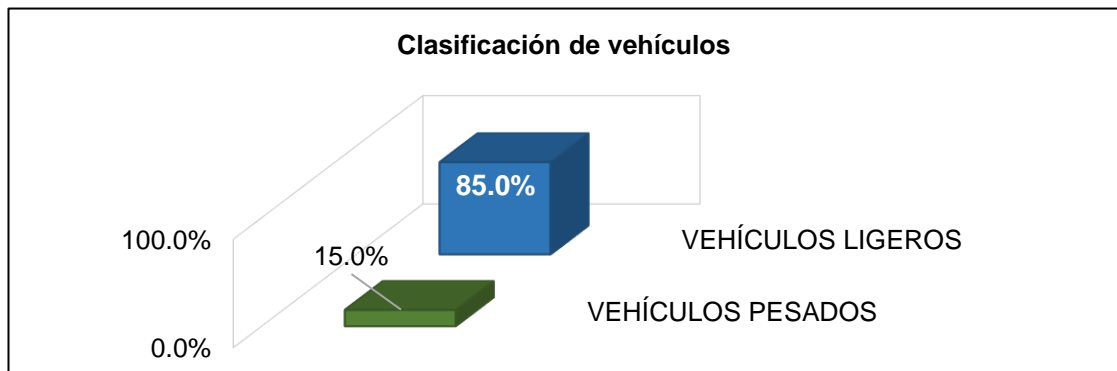


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. En la Av. Micaela Bastidas, los vehículos que transitan en mayor cantidad por la zona son camionetas Pick Up en un 26.99% y las combis en un 26.76%, además por la avenida de estudio no transitan trayler's de ningún tipo, pero si semi trayler 2S1/2S2 y \geq 3S3 en porcentajes de 0.10% y 0.60% respectivamente.

Figura 38.

Clasificación del tráfico vehicular en la Av. Micaela Bastidas



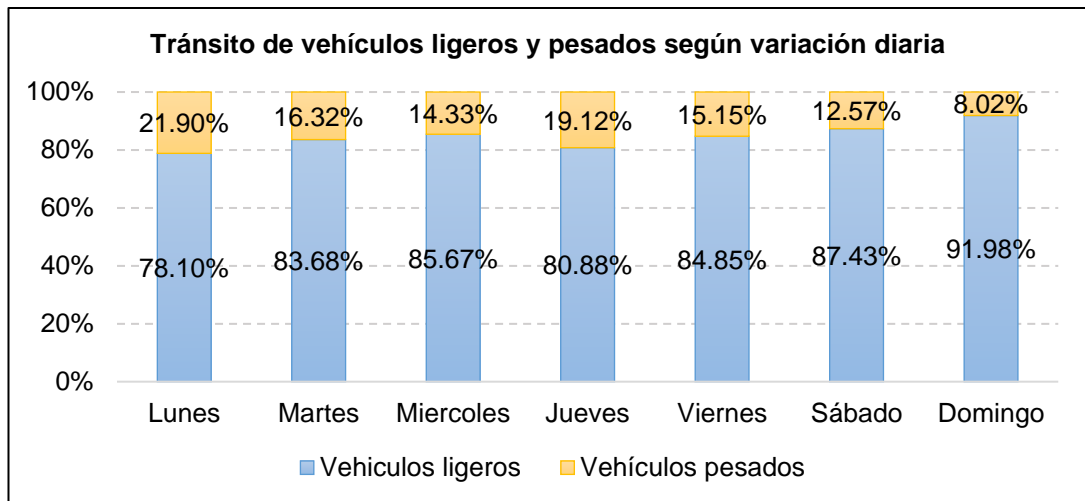
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Los vehículos ligeros que transitan por la Av. Micaela Bastidas superan a los vehículos pesados en un 70%, pero a pesar de que el tránsito automotor ligero (85%) es mayor, el tráfico pesado (15%) es el que genera un

mayor impacto en el pavimento rígido, debido a que estos presentan cargas de impacto (EE) mayores que los vehículos de pasajeros.

Figura 39.

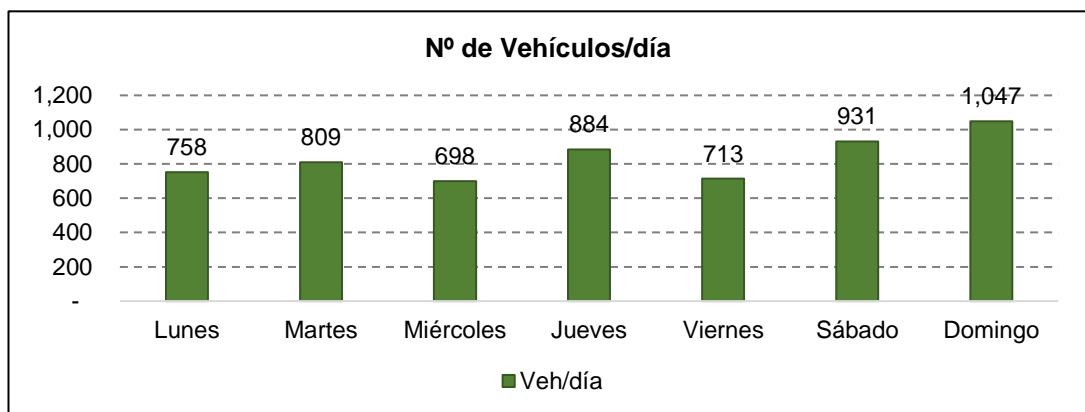
Tránsito de vehículos ligeros y pesados según variación diaria en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40.

Variación diaria del tráfico vehicular en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El mayor volumen de tráfico por día se presenta el día domingo con 1047 vehículos, de los cuales el 91.98% corresponden a vehículos ligeros y el 8.02% a vehículos pesados. El día de menor volumen de tráfico es el miércoles con 698 vehículos, de los cuales el 85.67% son vehículos ligeros y el 14.33% vehículos pesados.

Tabla 14.

Cálculo del índice medio diario anual (IMDa) en la Av. Micaela Bastidas

Tipo de vehículos		Tráfico vehicular en dos sentidos por día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)	
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	SEMANA					
Vehículos ligeros	Auto	135	177	119	129	101	130	127	918	131	0.95	126	15.6	
	Station Wagon	34	34	35	35	27	30	71	266	38	0.95	37	4.6	
	Camionetas	Pick Up	149	192	218	218	217	279	303	1576	225	0.95	215	26.7
		Panel	82	58	52	82	97	97	114	582	83	0.95	80	9.9
		Rural Combi	181	205	162	239	160	275	341	1563	223	0.95	214	26.6
Micro	11	11	12	12	3	3	7	59	8	0.95	9	1.1		
Vehículos pesados	Bus	2 E	17	18	24	25	14	9	12	119	17	0.98	17	2.1
		>=3 E	54	41	24	50	28	10	6	213	30	0.98	30	3.7
	Camión	2 E	38	32	23	45	37	60	41	276	39	0.98	39	4.8
		3 E	37	22	22	38	21	26	17	183	26	0.98	26	3.2
		4 E	10	10	4	7	3	3	7	44	6	0.98	7	0.9
	Semi Traylor	2S1/2S2	3	2	0	0	0	0	1	6	1	0.98	1	0.1
		2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.98	0	0.0
		3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.98	0	0.0
		>= 3S3	7	7	3	4	5	9	0	35	5	0.98	5	0.6
	Traylor	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.98	0	0.0
		2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.98	0	0.0
		3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.98	0	0.0
		>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.98	0	0.0
TOTAL		758	809	698	884	713	931	1,047	5,840	834		806	100.0	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15.

Cálculo del ESAL'S en la Av. Micaela Bastidas

Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE dia carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
Vehículos ligeros	Auto	126	0.0009	1.00	0.11	0.5	1.00	0.0550	21.1305	424.19	
	Station	37	0.0009	1.00	0.03	0.5	1.00	0.0150	21.1305	115.69	
	Camionetas	Pick Up	215	0.0009	1.00	0.19	0.5	1.00	0.0950	21.1305	732.70
		Panel	80	0.0009	1.00	0.07	0.5	1.00	0.0350	21.1305	269.94
		Rural Combi	214	0.0009	1.00	0.19	0.5	1.00	0.0950	21.1305	732.70
	Micro	9	0.0009	1.00	0.01	0.5	1.00	0.0050	21.1305	38.56	
Vehículos pesados	Bus	2 E	17	3.5290	1.00	59.99	0.5	1.00	29.9950	22.6596	248080.96
		>=3 E	30	3.0709	1.00	92.13	0.5	1.00	46.0650	22.6596	380991.81
	Camión	2 E	39	3.5290	1.00	137.63	0.5	1.00	68.8150	22.6596	569151.22
		3 E	26	3.4064	1.00	88.57	0.5	1.00	44.2850	22.6596	366269.88
		4 E	7	4.9582	1.00	34.71	0.5	1.00	17.3550	22.6596	143538.76
	Semi trayler	2S1/2S2	1	5.7851	1.00	5.79	0.5	1.00	2.8950	22.6596	23943.80
		2S3	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>= 3S3	5	5.6625	1.00	28.31	0.5	1.00	14.1550	22.6596	117072.38
	Trayler	2T2	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>=3T3	0	7.9186	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
	IMDA		806	TOTAL							TP6

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 14, el índice medio diario anual (IMDa) calculado equivale a 806 veh/día, calculado a partir del promedio vehicular diario y el factor de corrección estacional del Peaje “Cuculi”, en el mes de junio, para vehículos ligeros 0.9545 y para vehículos pesados 0.9789.

En la Tabla 15, el valor ESAL’S para la Av. Micaela Bastidas equivale a 1’851’362.59, clasificando como tránsito tipo T6. Su cálculo se determinó en base al IMDa, al factor de crecimiento del tráfico (FCT) con una tasa de crecimiento de 0.57% (Tasa de crecimiento anual de la población) para vehículos ligeros y 1.29% (Tasa de crecimiento anual del PBI regional) para vehículos de carga; el pavimento presenta dos sentidos por lo cual el factor de sentido tuvo como equivalencia a 0.50; el factor carril es 1.00 porque solo existe 1 calzada en dos sentidos con un carril por sentido y por último el factor de carga ha sido determinado en base a la relación de cargas por eje para pavimentos rígidos dado por el MTC en el manual de “Suelos, geología y geotecnia: Suelos y pavimentos”.

Tabla 16.

Factores de carga para diseño de pavimento rígido

Tipo de vehículo		f
Vehículos ligeros	Autos	0.001
	Station	0.001
	Pick Up	0.001
	Panel	0.001
	Combi	0.001
	Micro	0.001
Buses	B2	3.529
	B3	3.071
Camiones	C2	3.529
	C3	3.406
	C4	4.958
Semi Trayler	2S1	5.785
	2S2	5.662
	2S3	6.513
	3S1	5.662
	3S2	5.662
	>=3S3	6.390
Trayler	2T2	8.041
	>=3T3	7.796

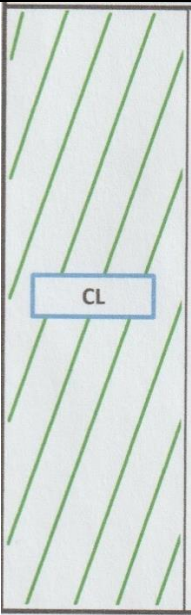
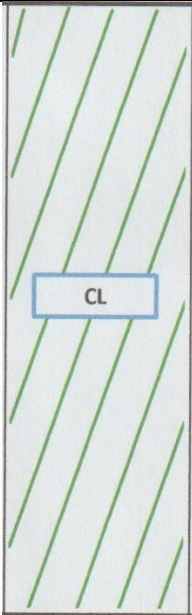

Fuente: (MTC 2014)

b. Estudio de mecánica de suelos

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico se ha realizado un programa de exploración geotécnica en el área de estudio, que consistió en la excavación de 03 calicatas o pozos a cielo abierto.

Figura 41.

Estratigrafía de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas

Calicata	C - 1	C - 2	C - 3
Coordenadas UTM			
Este (m)	759932.086	759875.758	759695.150
Norte (m)	9273482.021	9273446.341	9273389.775
Cota (msnm)	2335.69	2330.61	2311.48
Estratigrafía			
Estrato 1	0.00 m a 0.20 m Terreno natural	0.00 m a 0.20 m Terreno natural	M-1 (0.00 m – 1.50 m):
Estrato 2	M-1 (0.20 m – 0.80 m)	M-1 (0.20 m – 0.70 m):	
Clasificación			
SUCS	CL	CL	MH
AASHTO			
Diagrama estratigráfico			

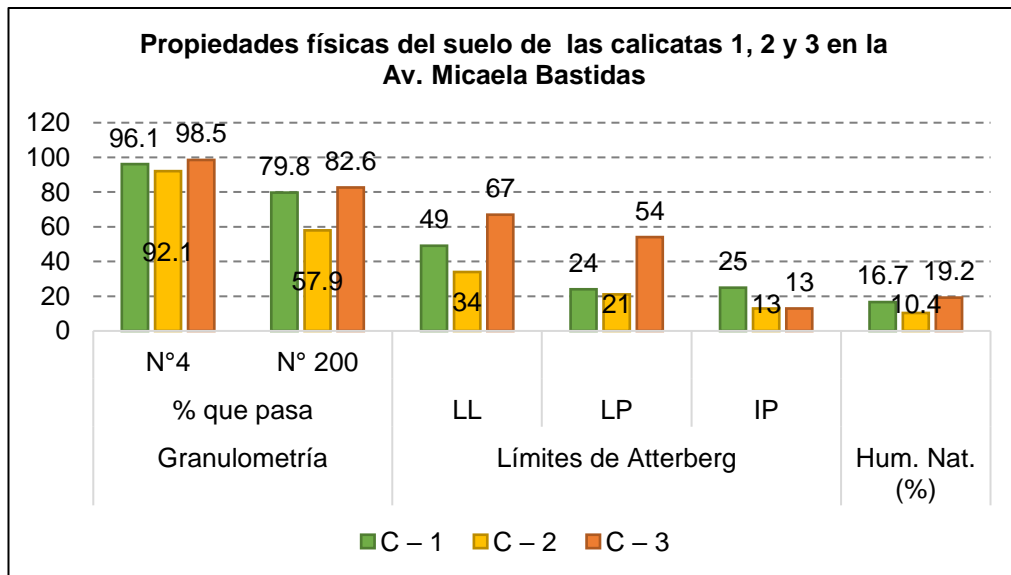
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La muestra M-1 de la calicata 1, tiene la presencia de un estrato de arcilla de baja plasticidad con arena, color marrón rojizo, semi húmedo, compacto, sin presencia de grava. Material champoso bien compactado (CL). La muestra M – 1 de la calicata 2, tiene la presencia de un estrato de arcilla arenosa de baja plasticidad, color marrón rojizo, semi húmedo, compacto, sin presencia de grava. Material champoso bien compactado (CL). La muestra M – 1 de la calicata

3, tiene la presencia de un estrato de limo de alta plasticidad con arena, color marrón, húmedo, compacto, sin presencia de grava (MH).

Figura 42.

Propiedades físicas del suelo de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas

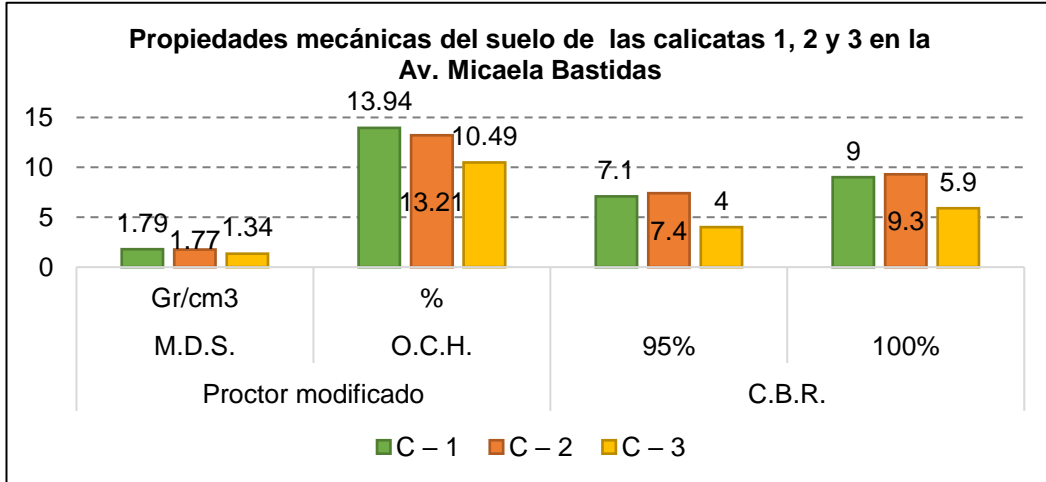


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El porcentaje que pasa la malla N° 200 es mayor para la muestra de la calicata 3 y menor para la muestra de la calicata 2, por lo que el suelo del área de influencia de la calicata 3 presenta una granulometría más fina, con material limoso. El límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad es menor para la calicata 2, con valores de 34%, 21% y 13% respectivamente, mostrando menor rango de plasticidad, mientras que la calicata 3 muestra valores altos de plasticidad, con un límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de 67%, 54% y 13% respectivamente. La humedad natural del suelo es mayor para la calicata 3 con 19.20%, lo que mostraría una mayor retención del flujo hídrico, es decir presenta un nivel de drenaje menor a otros tipos de suelo.

Figura 43.

Propiedades mecánicas del suelo de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas

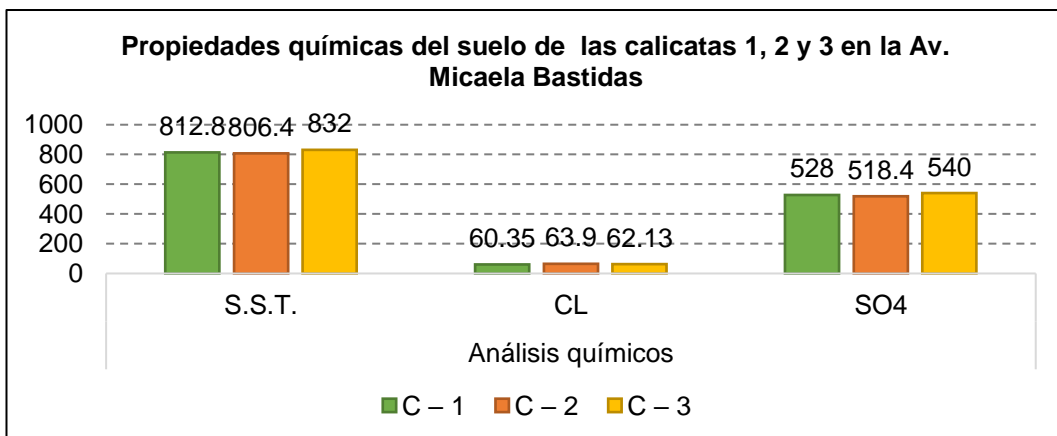


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La propiedad mecánica del suelo que se utiliza para el diseño del pavimento rígido es el valor CBR, el mismo que al 95% y 100% es mayor para la muestra de la calicata 1, con valores de 7.1% y 9.0% respectivamente calificando como subrasante regular, mientras que la calicata 3, presenta los valores más bajos con 4.0% al 95% y 5.9% al 100%, clasificando como un subrasante que oscila de insuficiente a regular, siendo éstas las condiciones más críticas para el diseño del pavimento rígido.

Figura 44.

Propiedades químicas del suelo de las calicatas 1, 2 y 3 en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones no perjudiciales de sulfatos, cloruros y sales solubles totales, que podrán atacar el concreto y armadura de la cimentación, así mismo, no producirá pérdida de resistencia por lixiviaciones.

Tabla 17.

Módulo de reacción de la subrasante

Calicata	CBR al 95%	Condición	Fórmula	Módulo de reacción de la subrasante (k)
C – 1	7.1	$CBR \leq 10$	$k = 2.55 + 52.5 \times \log CBR$	47.24 Mpa/m
C – 2	7.4	$CBR \leq 10$	$k = 2.55 + 52.5 \times \log CBR$	48.18 Mpa/m
C – 3	4.0	$CBR \leq 10$	$k = 2.55 + 52.5 \times \log CBR$	34.16 Mpa/m

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Para el cálculo del módulo de reacción de la subrasante, pueden utilizarse dos fórmulas de cálculo, según el valor del CBR si este es mayor o menor a 10. El suelo de las calicatas 1, 2 y 3 alcanza un CBR al 95% de 7.10%, 7.40% y 4.00% respectivamente, valores menores a 10%; estos valores se remplazan en la fórmula, obteniendo valores de los módulos de reacción de la subrasante (k) equivalentes a 47.24 Mpa/m, 48.18 Mpa/m y 34.16 Mpa/m para las calicatas 1, 2 y 3 respectivamente. El valor que se utilizará en el diseño del pavimento rígido será 34.16 Mpa/m por representar las condiciones más críticas de la vía.

c. Cálculo del diseño de las capas granulares

El módulo de reacción de la subrasante (k) con el que se diseñará será 34.16 Mpa/m equivalente a 3.42 kg/cm³, este valor expresa la resistencia del suelo al ser penetrado por efecto de la carga de las losas, sin embargo, el coeficiente de balastro se verá incrementado por la colocación de una capa de subbase y base. Tal como se muestra:

Tabla 18.

Valor K (kg/cm³) de la subrasante incrementada

Valor k (Kg/cm ³)	Valor de K de subrasante incrementada				
	10 cm	15 cm	20 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.20	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04

Fuente: (MPCH 2015)

Interpretación. En el expediente técnico de la MPCH (2015), expresan la necesidad de calcular el coeficiente de Balastro afectado por la base granular, para que el diseño de pavimento rígido sea óptimo. Por ello, el primer cálculo de interpolación que se realizó fue para determinar el valor k de la subrasante incrementada por la subbase, que tendrá un espesor de 15 cm, y el segundo cálculo interpolatorio fue para determinar el valor k de la subrasante + subbase, incrementada por la base, que tendrá un espesor de 20 cm.

$$\text{Subbase } e = 15 \text{ cm} \rightarrow K = \frac{(6.47 \times (2.8 - 3.42) - 3.92 \times (5.6 - 3.42))}{(2.8 - 5.6)}$$

$$\text{Primer cálculo} \rightarrow K = 4.48 \text{ kg/cm}^3$$

$$\text{Base } e = 20 \text{ cm} \rightarrow K = \frac{(7.20 \times (2.8 - 4.48) - 4.29 \times (5.6 - 4.48))}{(2.8 - 5.6)}$$

$$\text{Segundo cálculo} \rightarrow K = 6.04 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 60.26 \text{ Mpa/m}$$

Interpretación. El valor K de la subrasante incrementada por la subbase de 15 cm y la base de 20 cm, equivale a 60.26 Mpa/m, valor que será considerado en el diseño del pavimento rígido.

d. Cálculo del diseño de espesor de pavimento según el método AASHTO – 93

El método AASHTO – 93 es uno de los métodos más utilizados y de mayor satisfacción a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

Tabla 19.

Datos del diseño

Parámetros	Valor
Tráfico - ESAL's (W82)	1851362.59
Índice de serviciabilidad inicial (Pi)	4.3
Índice de serviciabilidad final (Pt)	2.5
Diferencia de serviciabilidad (Δ PSI)	1.8
Módulo de ruptura (Mr)	3.39 Mpa
Módulo de elasticidad (Ec)	21494.7 Mpa
Módulo de resistencia de la subrasante (K)	60.26 Mpa/m
Coefficiente de transferencia de carga (J)	3.20
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90
Nivel de confiabilidad (R)	85
Desviación estándar normal (Zr)	-1.036
Error estándar combinado (So)	0.3

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La confiabilidad puede relacionarse con un factor de seguridad y va asociada con la desviación estándar para el caso del estudio equivale a -1.036. La desviación estándar combinada o error estándar combinado (So) para pavimentos rígidos oscila de 0.30 a 0.40, para caso del análisis se ha optado por el valor de 0.30. La serviciabilidad (serviciabilidad inicial Po y serviciabilidad final Pt) es la habilidad del pavimento de servir al tráfico que circulan por la vía; la diferencia entre ambos índices que se define como pérdida de serviciabilidad. El módulo de ruptura y módulo de elasticidad ha sido determinado para una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. El índice de serviciabilidad inicial, índice de serviciabilidad final, nivel de confiabilidad, desviación estándar normal y error estándar combinado se han definido en base a la clasificación del tipo de tráfico T6.

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o$$

$$+ 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^7}{(D + 25.4)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32P_t)$$

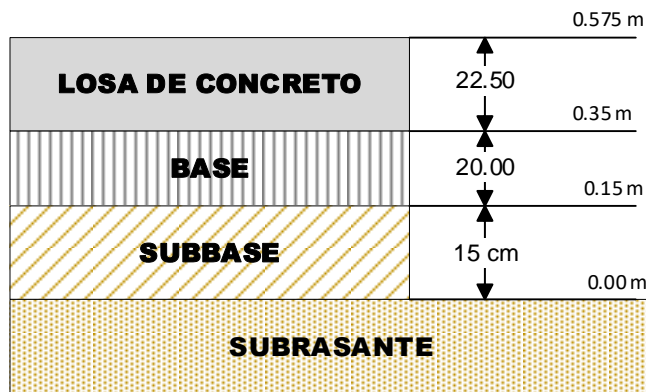
$$\times \log_{10} \left[\frac{M_r C_d (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right] \dots (EC.06)$$

Cálculo por tanteo, con D= 225.00 mm

$$6.27 = 6.27 \rightarrow CUMPLE$$

Figura 45.

Espesores del pavimento rígido según diseño que cumple con las exigencias solicitadas por las normas peruanas



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Los espesores del pavimento rígido equivalen a 22.50 cm de losa de concreto, 20 cm de base y 15 cm de subbase, siendo este el diseño que cumple con las exigencias solicitadas por las normas peruanas.

4.1.3. Comparación técnica del diseño de la pavimentación

La comparación técnica del diseño de la pavimentación existente con el nuevo diseño, abarca los aspectos considerados durante el diseño del pavimento y los resultados finales de los espesores del mismo, descrito en el expediente técnico “Creación de pavimento rígido de la avenida Celso Carbajal cuadra 4 y calle Micaela Bastidas cuadra 3, 4 y 5, Distrito de Chota, Provincia de Chota - Cajamarca”.

Tabla 20.

Comparación de las características físicas y de resistencia del suelo en estudio

Calicata	Prof. (m)	CBR (100%)	Análisis granulométrico		Límites Atterberg			Clasificación	
			Pasa 4	Pasa 200	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
Resultados del Expediente técnico									
C – 1	0.00 – 1.50	6.80	94.41	88.09	41.64	28.63	13.01	CL	A – 7 – 6
Resultados del estudio actual									
C – 3	0.00 – 1.50	5.9	98.5	82.6	67	54	13	MH	A – 7 – 5

Fuente: Elaboración propia, con datos de MPCH (2015).

Interpretación. Según los resultados el valor CBR al 100% es mayor para el suelo de la calicata del expediente técnico (ET) con un 6.8%, mientras que el valor del estudio actual refiere un 5.9%, además de pertenecer a diferentes clasificaciones SUCS, mientras que el suelo del ET ha sido clasificado como arcilla de baja plasticidad, el suelo de la calicata 1 realizada en la Av. Micaela Bastidas se ha clasificado como limo de alta plasticidad, sin embargo, el valor CBR que utilizan para determinar el módulo de reacción de la subrasante (k) es el CBR al 100%, mientras que en el diseño actual se ha tomado en consideración las bases normativas y se ha encontrado el módulo de reacción con el CBR al 95% equivalente a 4.00%, pero el coeficiente de balastro ha sido incrementado por el aporte de la subbase y base, tal como se ha trabajado en el expediente técnico del 2015.

Tabla 21.**Comparación del tránsito vehicular según el expediente técnico versus el conteo vehicular actual**

Tránsito vehicular	Según expediente técnico	
	Según expediente técnico	Según IMDA
Av. Micaela Bastidas	8,760 veh/año	294,190 veh/año
Tránsito pesado	100%	15%

Fuente: Elaboración propia, con datos de MPCH (2015).

Interpretación. Para el cálculo del tránsito vehicular en el expediente técnico del 2015, no se realizó un conteo vehicular sino se trabajó con una aproximación de que el tránsito vehicular pesado era de al menos un vehículo diario, sin embargo, en base al estudio realizado en el año 2019, se ha obtenido un tránsito promedio de 806 veh/día, lo que representa un déficit en las medidas adoptadas para mejorar la resistencia del pavimento al tránsito automotor.

Tabla 22.**Comparación de los espesores del pavimento rígido según el expediente técnico y el diseño actual**

Capas del pavimento	Espesores de las capas de pavimento	
	Diseño del expediente técnico	Diseño actual
Losa de concreto f'c= 210 kg/cm ²	20 cm	22.50 cm
Base granular (afirmado)	20 cm	20 cm
Subbase granular (Over)	15 cm	15 cm

Fuente: Elaboración propia, con datos de MPCH (2015).

Interpretación.

Para poder establecer una comparación clara en el presente estudio se ha decidido mantener los espesores de la base granular y subbase granular (over), de tal manera que el cambio se evidencie en la losa de concreto f'c= 210 kg/cm².

Los resultados muestran que el cálculo actual del pavimento requiere de un espesor mayor que el cálculo dado en el expediente técnico "Creación de pavimento rígido de la avenida Celso Carbajal cuadra 4 y calle Micaela Bastidas cuadra 3, 4 y 5, Distrito de Chota, Provincia de

Chota - Cajamarca”, esto debido a las diferencias notables en cuanto al estudio de mecánica de suelos y el estudio de tránsito vehicular.

El tránsito vehicular ha variado desde el 2015 a la actualidad, ya que antes la vía era afirmada, por lo que el tránsito vehicular era mucho menor, en cambio, en la actualidad es una de las vías más transitada de la ciudad de Chota, ya que conduce a la carretera que conecta con la ciudad de Cajamarca y Chiclayo, además que el estudio de tránsito se realizó en el mes de junio, mes donde la ciudad de Chota recibe una mayor cantidad de visitantes por las fiestas patronales.

El espesor de la losa de concreto, se puede mantener en el espesor dado por el expediente técnico de 20 cm, siempre y cuando se incremente la dimensión de la base a 30 cm y subbase granular a 30 cm, además la resistencia de la losa de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ debería incrementarse a un $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, lo que demandaría una inversión mayor, haciendo que dicha propuesta no sea viable.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Fallas técnicas del pavimento rígido en la Av. Micaela Bastidas

Las fallas técnicas con mayor incidencia en el pavimento rígido en la Av. Micaela Bastidas según la Figura 46, son grieta de esquina, losa dividida y grieta lineal, fallas que también se encuentran presentes en calles pavimentadas de la ciudad de Cundinamarca, Colombia, pero las investigaciones de Alturo y Rugeles (2019), Morales y Ortega (2019) y Ramírez y Torres (2019), presentan valores PCI promedio menores al 50%, clasificándose como regular, mientras que el valor promedio PCI es 57.40, clasificándose como bueno tal como las calles analizadas por Rico y Serna (2019).

Tabla 23.

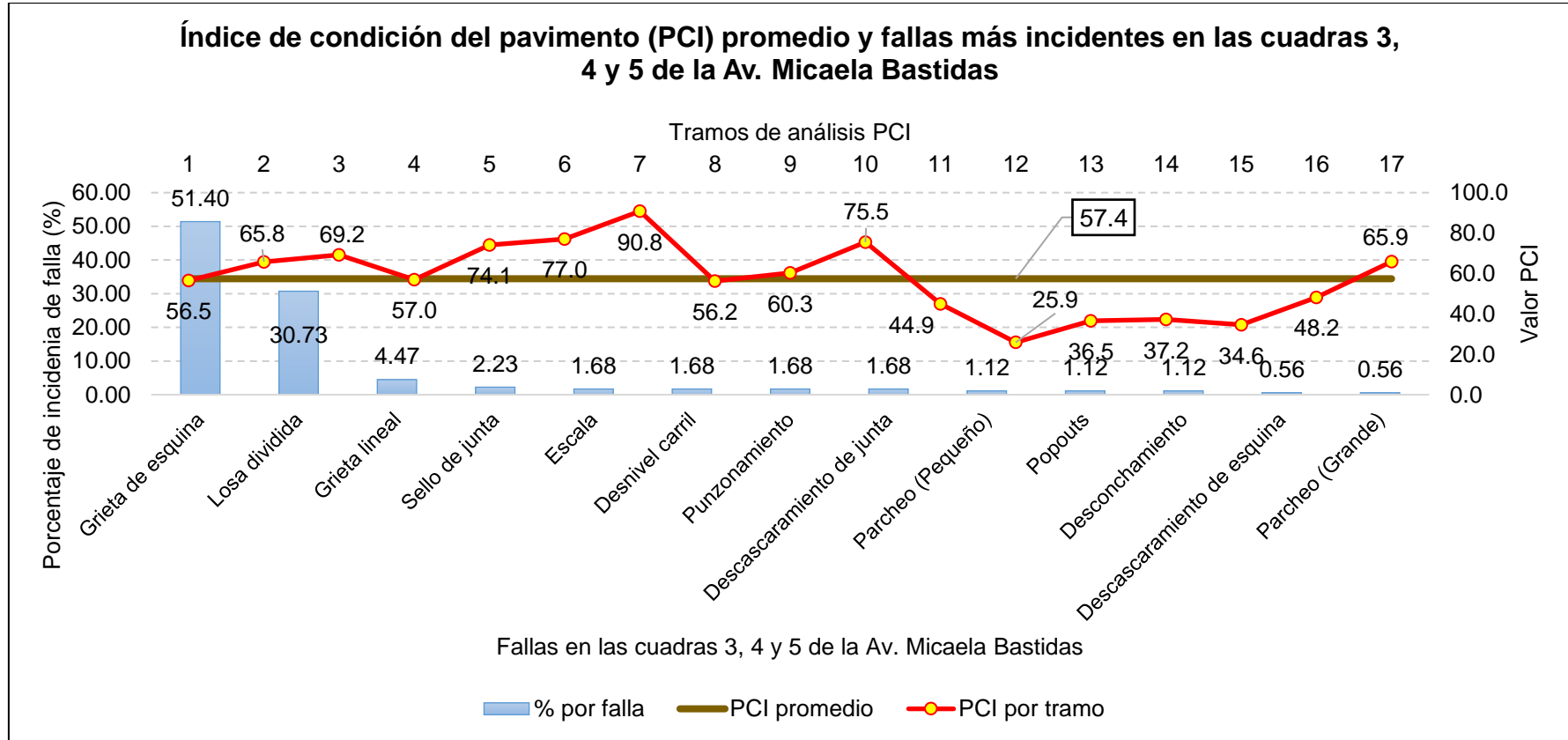
Fallas técnicas y valor PCI del pavimento rígido de calles internacionales

Autor	Lugar	Muestra	PCI	Fallas más incidentes
Internacionales				
Alturo y Rugeles (2019)	Municipio de Girardot, Cundinamarca, Colombia	Calle 19 entre las carreteras 24 y 3	< 50% Regular	(1) Losa dividida (2) Grietas lineales (3) Grieta de esquina
Morales y Ortega (2019)	Municipio de Girardot, Cundinamarca, Colombia	Carretera 18 entre la calle 15 al 22	< 50% Regular	(1) Grietas lineales (2) Pulimiento de los agregados (3) Descascaramiento de junta
Ramírez y Torres (2019)	Municipio de Girardot, Cundinamarca, Colombia	Vías del barrio La Esperanza, Buenos Aires y La Colina	< 50% Regular a malo	(1) Parcheo grande (2) Grieta lineal (3) Losa dividida
Rico y Serna (2019)	Municipio de Tocaima, Cundinamarca, Colombia	Carreteras 5ª, 6ª, 7ª, 8ª entre calles 1ª, 6ª y 7ª	>50% Bueno	(1) Rotura de esquina (2) Losa dividida (3) Grietas lineales

Fuente: Elaboración propia.

Figura 46.

Índice de condición del pavimento (PCI) promedio y fallas más incidentes en las cuadras 3, 4 y 5 de la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

En Ayacucho y Piura, según las investigaciones de Palomino (2017) y Rodas e Ybarra (2018), las fallas más incidentes en el pavimento rígido de sus calles son similares a las fallas presentes en la Av. Micaela Bastidas: Grieta de esquina, losa dividida y grieta lineal, mientras que en la investigación Del Águila (2017), las fallas incidentes son completamente distintas, ya que según el autor el deterioro vial se debería a las inclemencias climatológicas, mientras que las fallas de la Av. Micaela Bastidas se deberían al aumento del tráfico automotor. El valor PCI en otras investigaciones (Del Águila, 2017; Palomino, 2017) es menor al 50% clasificándose como regular, mientras que la investigación de Rodas e Ybarra (2018) presenta un muy buen estado, por tanto, ninguna investigación nacional concuerda con la clasificación PCI de la Av. Micaela Bastidas, calle con un buen estado, pero el valor PCI (clasificación bueno 55 a 70) es cercano al límite de clasificación malo, debido a que existen cuatro tramos con mala condición de 17 tramos de análisis, tales como: el tramo 12, tramo 13, tramo 14 y tramo 15; dos tramos en estado regular (tramo 11 y tramo 16), tres tramos en muy buen estado (tramo 5, tramo 6 y tramo 10), un tramo en estado excelente (tramo 7), y todos los demás tramos en buen estado según la Figura 46.

Tabla 24.

Fallas técnicas y valor PCI del pavimento rígido de calles nacionales

Autor	Lugar	Muestra	PCI	Fallas más incidentes
Nacionales				
Del Águila (2017)	Distrito de Callería, Coronel Portillo, Ucayali	Jr. Agustín Cauper (cuadra 1 al 5)	< 50% Regular	(1) Sello de junta (2) Pulimento de agregados (3) Grietas lineales y escala
Palomino (2017)	Distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, Ayacucho	Jr. Callao cuadra 3 y 4, y prolog. Jr. Callao cuadra 5 y 6	45% Regular	(1) Grieta lineal (2) Grieta de esquina (3) Losa dividida
Rodas e Ybarra (2018)	Piura	Tramo Morropón – puente La Gallega	79.49% Muy bueno	(1) Grietas longitudinales y transversales

Fuente: Elaboración propia.

En la región de Cajamarca, las condiciones de la infraestructura vial urbana varían según cada provincia, así el valor PCI de las calles de la provincia cajamarquina oscila entre una clasificación que va de bueno a excelente (Mendoza, 2019; Ortiz, 2018), las calles de la ciudad de Bambamarca muestran

un muy mal estado (Vásquez, 2019), las calles de la ciudad de Celendín se encuentran en estado regular (Zamora, 2019) y las calles de la ciudad de Chota, específicamente la Av. Micaela Bastidas presenta un PCI promedio equivalente a 57.40%, clasificando como una buena condición según la Figura 46. No obstante, a pesar de que las condiciones de la infraestructura vial oscilan de regular a excelente, todas las calles analizadas por otros autores regionales (Mendoza, 2019; Ortiz, 2018; Vásquez, 2019; Zamora, 2019) presentan fallas incidentes, tales como: Pulimento de superficie, descascaramiento de juntas, grietas longitudinales, losa dividida y parcheo grande; fallas que también se encuentran presentes en la Av. Micaela Bastidas: Descascaramiento de juntas en un 1.68%, grietas longitudinales en un 4.47%, losa dividida en un 30.73% y parcheo grande en un 0.56%, siendo uno de los menores porcentajes incidentes de fallas; pero, la falla con mayor incidencia es la grieta de esquina con un 56.50%, esta falla al igual como las otras fallas mencionadas se producen debido al aumento del tránsito vehicular pesado.

Tabla 25.

Fallas técnicas y valor PCI del pavimento rígido de calles regionales

Autor	Lugar	Muestra	PCI	Fallas más incidentes
Regionales				
Mendoza (2019)	Cajamarca	Av. La Paz	67.91% Bueno	(1) Pulimento de superficie (2) Descascaramiento de juntas (3) Grietas longitudinales
Ortiz 2018	Cajamarca	Carretera Baños del Inca – Llacanora	64.44% Excelente	(1) Peladura por intemperismo (2) Fisuras longitudinales
Vásquez 2019	Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca	Jr. Alfonso Ugarte	18.00% Muy malo	(1) Losa dividida (2) Parcheo grande
Zamora 2019	Celendín, Cajamarca	Calles de la Zona Monumental	47.10% Regular	(1) Parche grande (2) Desconchamiento (3) Grietas lineales

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Análisis de las causas del deterioro del pavimento rígido en la Av. Micaela Bastidas

El deterioro del pavimento rígido en la Av. Micaela Bastidas, se debe a numerosas causas. Las mismas que se irán exponiendo:

a. Mal diseño del pavimento rígido

El diseño inadecuado de un pavimento rígido, sin seguir las normas técnicas peruanas, es considerado como una causa de deterioro prematuro, y como se ha observado en la presentación de resultados el cálculo actual de los espesores del pavimento es mayor al cálculo proyectado por el expediente técnico, esto debido a que no se hizo una proyección adecuada del tránsito.

b. Mala ejecución del proyecto

Para verificar el estado de ejecución del proyecto se realizaron ensayos no destructivos en el cual se ha determinado que la máxima resistencia a la compresión del concreto es 165.50 kg/cm²; resistencia que dista mucho de la resistencia esperada 210 kg/cm², no obstante, al realizar la verificación de los espesores de capa, se ha corroborado que se ha cumplido con las dimensiones propuestas en el expediente técnico.

c. Aumento del tránsito automotor por el cierre de la Av. Perú

Al poco tiempo de concluido el proyecto de creación del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, se cerró la Av. Perú, por los conductores de vehículos ligeros y pesados, tomaron como vía alterna a la Av. Micaela Bastidas.

Figura 47.

Ruta alternativa de los vehículos ante el cierre de la Av. Perú

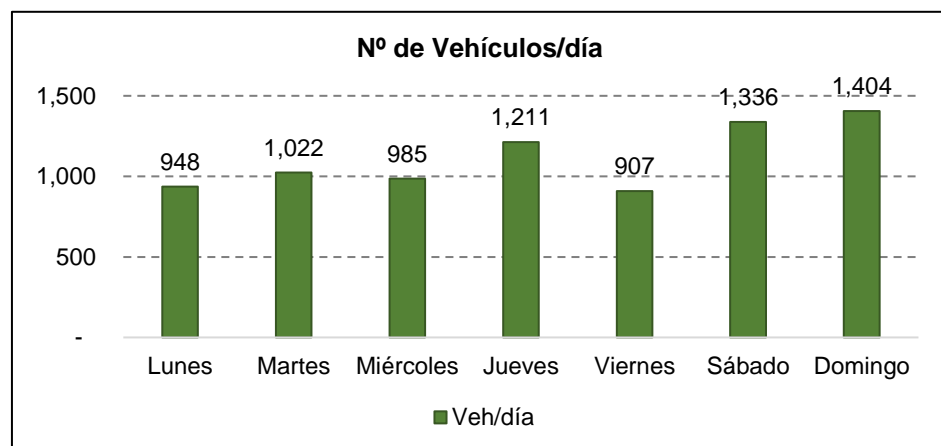


Fuente: Google earth (2019), elaboración propia.

La Av. Perú (color verde), al estar cerrada por procesos de mejoramiento, impedía el paso vehicular por la vía evitamiento o la Av. Inca Garcilaso de la Vega, a los vehículos que llegaban de la ciudad de Chiclayo, por tanto, el tránsito vehicular por la Av. Micaela Bastidas se incrementó; para demostrarlo se ha realizado un estudio de tráfico en la Av. Perú de tal forma se ha analizado el incremento del tránsito automotor al que fue sometido la Av. Micaela Bastidas.

Figura 48.

Variación diaria de vehículos en la Av. Perú

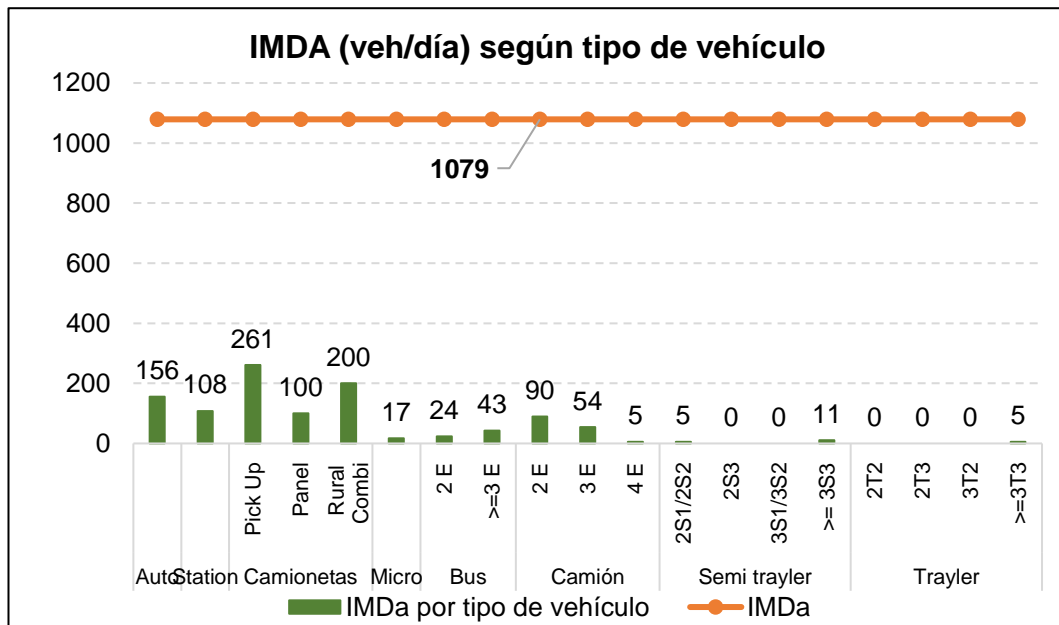


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La Av. Perú, en el conteo vehicular realizado en el mes de junio del año 2019, obtuvo variaciones vehiculares que oscilaban de 907 veh/día el viernes a 1404 veh/día el domingo. Esta cantidad de vehículos es mayor a la cantidad de vehículos que pasan por la Av. Micaela Bastidas (1047 veh/domingo) en 357 veh el día domingo.

Figura 49.

IMDa (veh/día) según tipo de vehículo en la Av. Perú



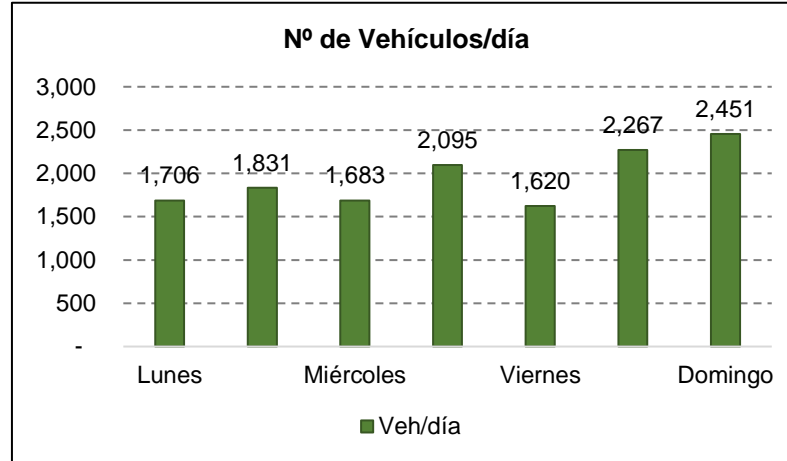
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El IMDa (Veh/día) en la Av. Perú equivale a 1079 veh/día, mientras que en la Av. Micaela Bastidas tan solo alcanza 806 veh/día, dando como resultado una diferencia de 273 veh/día.

No obstante, el cálculo ESAL'S debe tomar en cuenta el tránsito vehicular agrupado, es decir debe considerar el tránsito de la Av. Micaela Bastidas + el tránsito de la Av. Perú, ya que este sería el tránsito que habría soportado la Av. Micaela Bastidas, cuando la Av. Perú se encontraba cerrada.

Figura 50.

Variación diaria de vehículos de la Av. Micaela Bastidas sumado con la Av. Perú

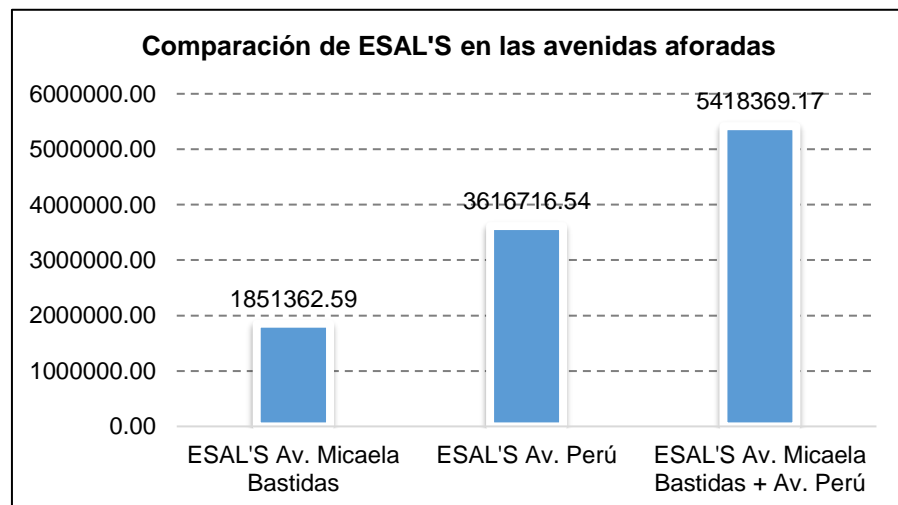


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El tránsito vehicular agrupado máximo (2451 veh/domingo) muestra un aumento vehicular del doble respecto al tránsito vehicular de la estación 1 de la Av. Micaela Bastidas (1047 veh/domingo), lo que valida la hipótesis que el tránsito vehicular es la causa principal del deterioro del pavimento rígido de la avenida en estudio.

Figura 51.

Comparación de ESAL'S en las avenidas aforadas

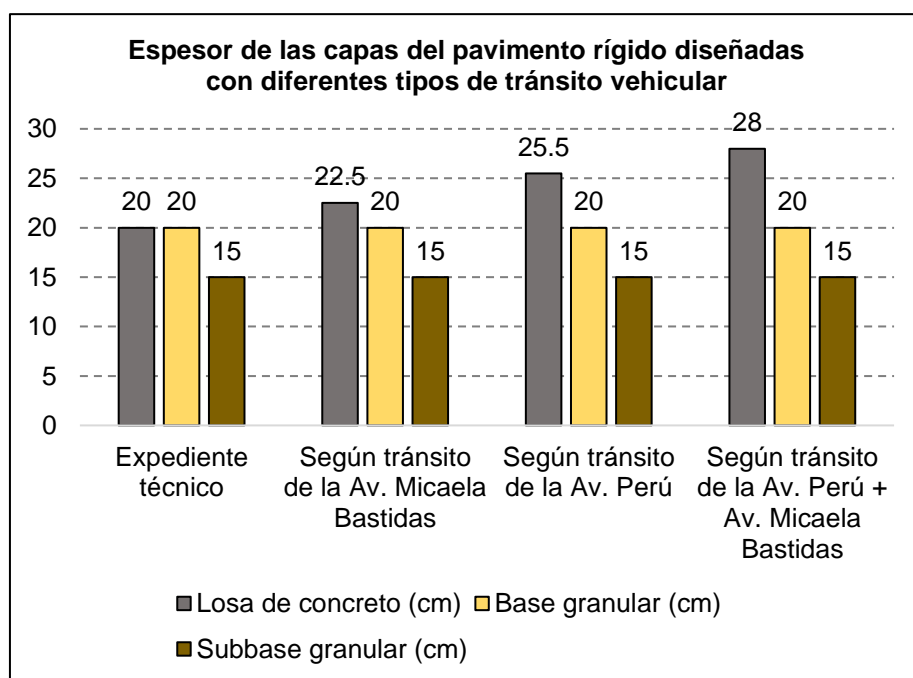


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La Av. Micaela Bastidas según el ESAL'S 1'851'362.59 se clasifica como un tránsito vehicular tipo T6, mientras que la Av. Perú según el ESAL'S 3'616'716.54 se clasifica como un tránsito vehicular tipo T7, pero al unir el tránsito vehicular de la Av. Micaela Bastidas y la Av. Perú, el ESAL'S alcanza un valor de 5'418'369.17 clasificando como un tránsito vehicular tipo T8. Es así como una avenida diseñada para un tránsito vehicular menor tuvo que soportar las cargas de los vehículos livianos y pesados que en condiciones normales habrían transcurrido por la Av. Perú, pero debido al cierre de la misma, tuvieron que optar por pasar por la Av. Micaela Bastidas, ocasionando un deterioro visible de su pavimento rígido en algunos tramos específicos descritos en el análisis PCI.

Figura 52.

Comparación del espesor de las capas del pavimento rígido diseñadas con diferentes tipos de tránsito vehicular



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El espesor de las capas del pavimento rígido ha sido cálculo con el tránsito vehicular de la Av. Micaela Bastidas, Av. Perú y de la Av. Micaela Bastidas + la Av. Perú. Se ha mantenido el espesor de la subbase granular y la base granular tal como especifica el

expediente técnico con espesores de 15 cm y 20 cm respectivamente. Se puede observar que la variación en el espesor del pavimento rígido es notable, el expediente técnico presenta un espesor de 20 cm, el diseño con el tránsito de la Av. Micaela Bastidas un espesor de 22.50 cm, el diseño con el tránsito de la Av. Perú un espesor de 25.50 cm y el diseño con el tránsito combinado de la Av. Micaela Bastidas y la Av. Perú un espesor de 28 cm. En estas discordancias en el diseño, se puede determinar que la variación del tránsito vehicular puede condicionar la condición del pavimento rígido, ya que al recibir cargas vehiculares similares a la combinación del tránsito vehicular actual de la Av. Micaela Bastidas + la Av. Perú, el pavimento rígido no presentaría las dimensiones adecuadas para poder soportar las solicitudes de los vehículos pesados, ocasionando fallas en su superficie.

4.2.3. Comparación técnica del diseño de la pavimentación

La comparación técnica del diseño de la pavimentación permite determinar el diseño más óptimo para la Av. Micaela Bastidas.

Tabla 26.
Espesores de pavimento rígido en ciudades internacionales, nacionales y regionales

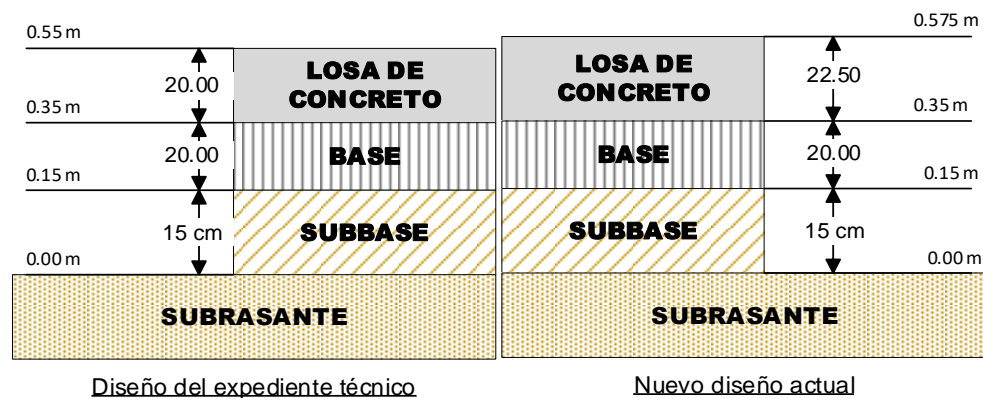
Autor	Lugar	Muestra	Método	Losa de concreto	Base	Subbase
Internacionales						
Martinez (2019)	Nueva Granada, Colombia	Calle 7 entre carrera 7 y 5 del Municipio de Puerto López Meta	AASHTO 93	22 cm	20 cm	-----
Nacionales						
Llance et al. (2019)	Quiparacra, Pasco	Avenida Oxapampa	AASHTO 93	15 cm	20 cm	15 cm
Inga (2019)	Huánuco, Huánuco	Zona cero del distrito de Amarillis	PCA	20 cm	20 cm	15 cm
Briceño y Tello (2019)	Tres de Octubre, Nuevo Chimbote	Av. Miguel Grau	AASHTO 93	15 cm	10 cm	-----
Regionales						
Minchán (2019)	Cajamarca	Psje San Mateo, Barrio Mollepampa	AASHTO 93 PCA	19 cm 23 cm	20 cm 20 cm	15 cm 15 cm

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad el diseño que cumple con las exigencias y normativas para su aplicación en la Av. Micaela Bastidas, presenta espesores de losa de concreto, base y subbase de 22.50 cm, 20 cm y 15 cm respectivamente, este diseño será comparado con otros diseños propuestos a nivel internacional, nacional y regional. En el ámbito internacional la losa de concreto presenta un espesor similar al de la Av. Micaela Bastidas, pero no requiere la aplicación de subbase (Martínez, 2019). En el ámbito nacional pavimentos rígidos diseñados en la ciudad de Quiparacra, Pasco (Llance et al., 2019) y Nuevo Chimbote (Briceño y Tello, 2019), requieren espesores de losa de concreto mucho menores a los de la Av. Micaela Bastidas, esto se debe a que presentan niveles de tránsito vehicular menor y mayores CBR's al 95%, pero es el diseño de pavimento rígido de Huánuco (Inga, 2019) el que más se acerca al diseño propuesto para la Av. Micaela Bastidas, debido a que tienen niveles de tránsito vehicular similares. En el ámbito regional la investigación de Minchán (2019), alcanza espesores de losa de concreto, base y subbase de 23 cm, 20 cm y 15 cm, valores cercanos a la propuesta del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, esto se debe a que al ser vías de la misma región presenta múltiples similitudes en los parámetros de diseño. Por tanto, se puede concluir que cada lugar requiere un estudio específico para plantear su diseño de pavimento, ya que aún al ser localidades cercanas, presentan similitudes, pero también variaciones en algunos factores locales.

Figura 53.

Espesores del pavimento rígido según expediente técnico y diseño actual



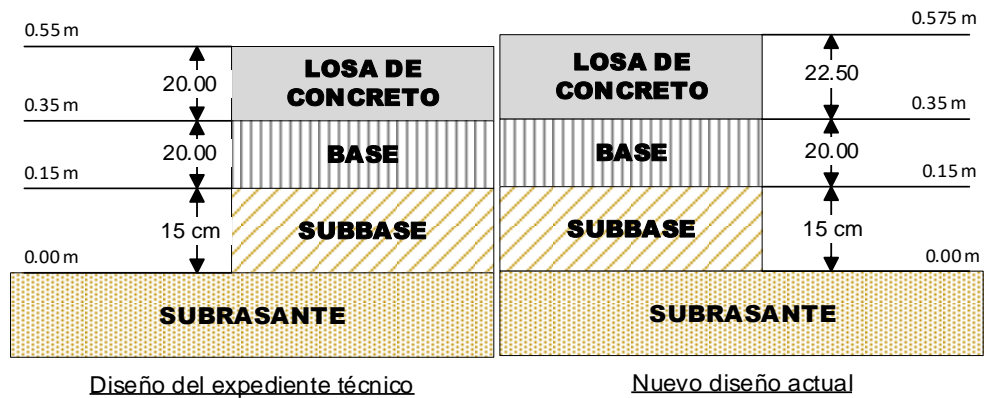
Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1) Al realizar la evaluación del deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas de la ciudad de Chota, se determinó que las fallas técnicas del pavimento eran superficiales.
- 2) Las fallas superficiales con mayor incidencia en el pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas fueron grieta de esquina con 51.40%, losa dividida con 30.73% y grieta lineal con 4.47%.
- 3) El valor PCI promedio en la Av. Micaela Bastidas equivale a 57.40%, clasificando el estado de la calle como bueno, valor cercano al límite de la clasificación regular (55%), además, de los 17 tramos de análisis, existen cuatro en mal estado, como son: el tramo 12, tramo 13, tramo 14 y tramo 15.
- 4) En el ensayo de esclerometría se obtuvo como mayor resistencia del pavimento rígido a 165.50 kg/cm², valor mucho menor a la resistencia esperada $f'c = 210$ kg/cm².
- 5) Al verificar las capas del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, mediante una calicata, se comprobó que cumplen con los espesores propuestos en el expediente técnico.
- 6) El diseño del pavimento rígido existente, no cumple con las exigencias actuales solicitadas por las normas peruanas, debido al incremento del tránsito automotor desde el año 2015 hasta la actualidad, alcanzando un IMDa de 806 veh/día, con un 15% de vehículos pesados y un 85% de vehículos ligeros.
- 7) Los espesores del pavimento rígido diseñados bajo la metodología AASHTO – 93, que se adecuan a las condiciones actuales de la Av. Micaela Bastidas son 22.50 cm de losa de concreto, 20 cm de base y 15 cm de subbase.

- 8) El deterioro del pavimento rígido tiene como causas principales a deficiencias en el expediente técnico, fallas durante la construcción, e incremento del tránsito vehicular durante el cierre de la Av. Perú, ocasionando que de un tránsito vehicular tipo T6 con un ESAL'S 1'851362.59. se incrementará a un tránsito vehicular tipo T8 con un ESAL'S 5'418'369.17
- 9) Al comparar el diseño de la pavimentación existente con el nuevo diseño, se estableció que las sollicitaciones de carga eran mayores debido al cierre de otras avenidas principales, por tanto, la losa de concreto tenía un incremento de 2.50 cm respecto al diseño del expediente técnico del 2015.



5.2. Recomendaciones

Se recomienda que, al realizar un análisis del índice de condición del pavimento (PCI) se debe tener especial cuidado en el registro de la información, para no incidir en valores no representativos.

Se sugiere que, de existir dudas fehacientes de la resistencia estructural alcanzada por un pavimento rígido, será necesario realizar ensayos destructivos con la finalidad de obtener datos de mayor confiabilidad.

Al realizar un estudio de mecánica de suelos para pavimentos de vías urbanas se debe seguir la normativa del CE.010 "Pavimentos urbanos", es decir se deben realizar múltiples calicatas según el área de influencia, para evitar el uso de valores no representativos del estado más crítico de la subrasante.

Es primordial que, en todo proyecto de infraestructura vial, se realice un estudio de tráfico, con la finalidad de determinar un valor ESSAL'S real, de lo contrario la vía presentará rasgos de deterioro antes del lapso de diseño, tal como el caso de la Av. Micaela Bastidas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alturo, J.L. y Rugeles, P.F. (2019). *Análisis y evaluación de las losas de pavimento hidráulico en el municipio de Girardot – Cundinamarca en el año 2019 en la calle 19 entre las carreras 24 y 3ª ejecutando la metodología PCI 2016*. [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia, Girardot, Colombia].
- Asociación de Productores de cemento del Perú – ASOCEM. (2000). *Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos*. ASOCEM.
- Barrera, J.A. (2016). *Estudio y evaluación del estado actual en los pavimentos rígidos y flexibles de las vías terciarias-(urbanas) de la red municipal de Villavicencio*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio]. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/14500>
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom.
- Briceño, C.N. y Tello, P.U. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento rígido, flexible y adoquinado utilizando el método AASHTO – 93, para la Av. Miguel Grau, Tres de Octubre, Nuevo Chimbote*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Coronado, J. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Coronel, C. (22 de diciembre, 2016). *Vecinos reclaman por el mal estado de la avenida Todos los Santos*. Radio Santa Mónica.
- Dávila, D.J., Huangal, N.E. y Salazar, W.A. (2017). *Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo].
- Del Águila, F.A. (2017). *Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en pavimentos rígidos del jirón Agustín Cauper (Desde la cuadra N° 01 al 05), del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, año – 2017*. [Tesis de grado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Ucayali, Perú].
- Forigua, M.D. y Flores, L.A. (2019). *Evaluación de daños en pavimentos de concreto hidráulico mediante metodología PCI 2016. Caso de estudio: Calles 1, 2, 4 y 5 con carreras 11, 12, 13 en el Municipio de Tocaima Cundinamarca 2019*. [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia, Colombia].
- Hernández, R., Fernández C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación, 6ta edición*. McGraw-Hill/ Interamericana editores S.A. de C.V.

- Inga, V.E. (2019). *Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en zona cero, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, región Huánuco 2018*. [Tesis de grado, Universidad de Huánuco].
- Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2018). *Concreto. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)*. 2ª Edición. INACAL.
- Llance, J.J., Mayta, M.A., Meza, D.Y. y Paredes, M. (2019). *Propuesta de diseño de pavimento urbano para el tramo avenida Oxapampa en Quiparacra – Pasco – 2019*. [Tesis de bachillerato, Universidad San Ignacio de Loyola].
- Martínez, A.P. (2019). *Diseño de pavimento rígido en la calle 7 entre carrera 7 y 5 del Municipio de Puerto Lopez Meta*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada].
- Minchán, C.K. (2019). *Análisis comparativo de estructuras de pavimento rígido mediante métodos de diseño AASHTO y PCA aplicado en una vía pública, Cajamarca – 2019*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- Ministerio de Transportes y comunicaciones, MTC. (2013). *Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. MTC.
- Mendoza, A.H. (2019). *Evaluación del estado del pavimento rígido mediante la metodología del PCI de la avenida La Paz*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). 2018. *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Industrial Gráfica Apolo S.A.C.
- Montejo, A. (2006). *Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2da ed.*
- Municipalidad Provincial de Chota, MPCH. (2018). *PDU Plan de desarrollo urbano – Chota 2017 – 2027*. Consorcio de Arq.
- Ortiz, E.J. (2018). *Evaluación y comparación del estado de conservación de la carretera Baños del Inca – Llacanora utilizando los métodos de índice de conservación del pavimento y Vizir*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]
- Palomino, E.Y. (2017). *Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del PCI, en las pistas del Jr. Callao cuadra 3 y 4, y prolog. Jr. Callao cuadra 5 y 6 del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, junio – 2017*. [Tesis de grado, Universidad Católica Los Ángeles, Chimbote, Perú].
- Payé, S.P. (2019). *Evaluación estructural con la metodología PCI del pavimento flexible deteriorado por la transitabilidad y funcionamiento de las obras de drenaje en la Av. Tacna de la ciudad de Juliaca*. [Tesis de grado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú].

- Ramírez, E. y Torres, J.A. (2019). *Evaluación funcional de pavimento rígido en las principales vías del Barrio La Esperanza, Buenos Aires y La Colina del municipio de Girardot – Cundinamarca mediante la metodología PCI 2016*. Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia Seccional Alto Magdalena, Girardot, Colombia.
- Rico, J.M. y Serna, B.D. (2019). *Evaluación funcional del pavimento de concreto hidráulico en las vías del municipio de Tocaima, Cundinamarca ubicadas en las carreras 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, entre calles 1ª, 6ª y 7ª en el año 2019 mediante la metodología PCI 2016*. [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia, Girardot, Colombia].
- Rodas, J.D. e Ybarra, L.J. (2018). *Análisis comparativo de daños en el pavimento con tecnología LCMS y método semiautomatizado para determinar PCI tramo Morropón – Puente La Gallega (Piura)*. [Tesis de grado, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú].
- Rodríguez, Y.E. (2016). *Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del Barrio el Triunfo, distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Ancash, diciembre 2015*. [Tesis de grado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote].
- Solano, B. (2014). *Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín de la ciudad de Jaén – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén]
- Tacza, E.B. y Rodríguez, B.M. (2018). *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú].
- Vásquez, V.C. (2019). *Evaluación del estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte de la ciudad de Bambamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú].
- Vásquez, L.R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Universidad Nacional de Colombia.
- Zamora, P.B. (2019). *Evaluación del estado de conservación de las calles de la zona monumental de la ciudad de Celendín utilizando el método de índice de conservación del pavimento (PCI)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Estudiante: Isaías Irigoín Barboza

Tesis: Evaluación del deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas – Chota, 2019

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
<p>¿Cuáles son los resultados de la evaluación del deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas de la ciudad de Chota, con el fin de identificar las principales causas del mal estado del pavimento</p>	<p>La evaluación del deterioro prematuro del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas de la ciudad de Chota, nos permitirá conocer las principales causas del mal estado del pavimento</p>	<p>Técnicas</p> <p>Observación Levantamiento topográfico Estudios básicos</p>
	<p>Objetivos específicos</p> <p>Identificar las fallas técnicas del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas a fin de tomarlas en cuenta en nuestro estudio</p> <p>Diseñar un pavimento rígido que cumpla con las exigencias solicitadas por las normas peruanas</p> <p>Comparar el diseño de la pavimentación existente con el nuevo diseño con fines técnicos</p>		<p>Instrumentos</p> <p>Formatos PCI Cuaderno de campo Formatos de estudios básicos</p>

Anexo N° 2. Panel fotográfico

Fotografía 1. Presencia de fallas en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2. Tesista registrando fallas en la cuadra 3 de la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 3. Tesista registrando fallas en la cuadra 4 de la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 4. Tesista registrando fallas en la cuadra 5 de la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 5. Preparación para el ensayo de esclerometría



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 6. Aplicación del ensayo de esclerometría en la Av. Micaela Bastidas, Chota



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 7. Conteo vehicular en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 8. Conteo vehicular en la Av. Perú



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 9. Calicata 1 en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 10. Calicata 2 en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 11. Calicata 3 en la Av. Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 12. Ensayo de límites de consistencia



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 13. Ensayo de Proctor modificado



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 14. Ensayo CBR de laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

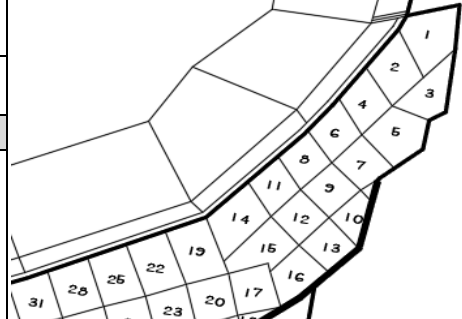
Anexo N° 3. Fichas de análisis PCI



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 1

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca
Evaluado por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	Fecha:
		20 paños	01/02/2019
TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)			
21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	 <p style="text-align: center;">Niveles de severidad</p> <p style="text-align: center;">L : (Low) Bajo M : (Medium) Medio H : (High) Alto</p>	

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																				Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
22	L		1	1		1		1		1			1		1		1			1		9	45.00	34.20
22	M																			1		1	5.00	7.50
23	M																				1	1	5.00	12.00
23	L																				1	1	5.00	5.00
36	M																				1	1	5.00	3.90
38	M																				1	1	5.00	1.40
$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$												Numero de deducidos >2(q) : 5.00 Valor deducido mas alto (HDVI) : 34.20 N° admisible de deducidos(ml) : 7.04 Valor deducido corregido(CDV) :		Total VD	64.00									

CÁLCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS																				TOTAL	q	CDV	
1	34.20	12.00	7.50	5.00	3.90	1.40																64.00	5	34.4
2	34.20	12.00	7.50	5.00	2.00	1.40																62.10	4	36.1
3	34.20	12.00	7.50	2.00	2.00	1.40																59.10	3	38.3
4	34.20	12.00	2.00	2.00	2.00	1.40																53.60	2	41.2
5	34.20	2.00	2.00	2.00	2.00	1.40																43.60	1	43.5
<i>PCI = 100 - MAX.CDV</i>		PCI :		56.5		RANGO :		(70 - 55)		CLASIFICACIÓN :		Bueno		MAX. CDV =		43.5								

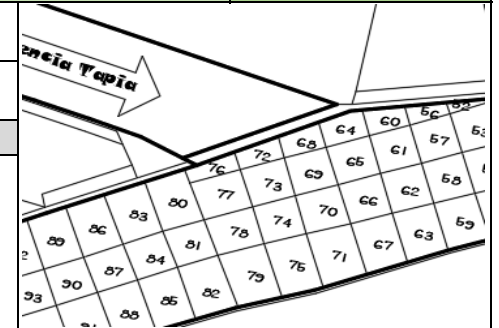


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 4

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca
Evaluated por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	Fecha:
		20 paños	01/02/2019



TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)	
21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

Niveles de severidad

L : (Low) Bajo
 M : (Medium) Medio
 H : (High) Alto

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																				Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80			
22	L				1			1	1							1	1		1	1		7	35.00	28.30
22	M			1								1										2	10.00	15.00
22	H												1									1	5.00	13.10
23	L								1			1										2	10.00	10.30
23	M															1						1	5.00	12.00

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de deducidos >2(q) : 5.00
 Valor deducido mas alto (HDVI) : 28.30
 N° admisible de deducidos(ml) : 7.58
 Valor deducido corregido(CDV) :

Total VD 78.70

CÁLCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS																				TOTAL	q	CDV	
1	28.30	15.00	13.10	12.00	10.30																	78.70	5	43.0
2	28.30	15.00	13.10	12.00	2.00																	70.40	4	41.2
3	28.30	15.00	13.10	2.00	2.00																	60.40	3	39.5
4	28.30	15.00	2.00	2.00	2.00																	49.30	2	38.3
5	28.30	2.00	2.00	2.00	2.00																	36.30	1	36.6

PCI = 100 - MAX.CDV

PCI :

57

RANGO :

(70 - 55)

CLASIFICACIÓN :

Bueno

MAX. CDV =

43

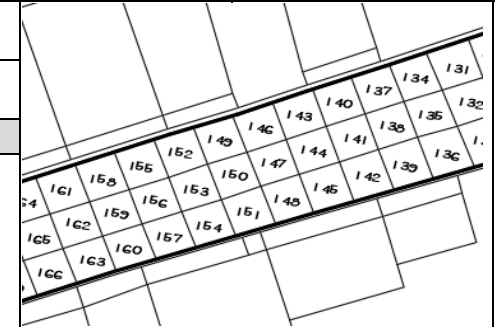


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 8

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca
Evaluado por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	Fecha:
		20 paños	01/02/2019



TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)	
21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

Niveles de severidad

L : (Low) Bajo
 M : (Medium) Medio
 H : (High) Alto

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																			Total	Densidad %	Valor deducido (q)	
		141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159				160
22	L					1			1			1		1				1				5	25.00	21.00
22	M		1																			1	5.00	7.50
23	M												1									1	5.00	12.00
23	H																1					1	10.00	31.80

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de deducidos >2(q) :	4.00	Total VD	72.30
Valor deducido mas alto (HDVI) :	31.80		
Nº admisible de deducidos(ml) :	7.26		
Valor deducido corregido(CDV) :			

CÁLCULO DEL PCI

Nº	VALORES DEDUCIDOS																			TOTAL	q	CDV		
1	31.80	21.00	12.00	7.50																		72.30	4	42.2
2	31.80	21.00	12.00	2.00																		66.80	3	43.1
3	31.80	21.00	2.00	2.00																		56.80	2	43.8
4	31.80	2.00	2.00	2.00																		37.80	1	37.5

$PCI = 100 - MAX.CDV$	PCI :	56.2	RANGO :	(70 - 55)	CLASIFICACIÓN :	Bueno	MAX. CDV =	43.8
-----------------------	--------------	-------------	----------------	------------------	------------------------	--------------	-------------------	-------------

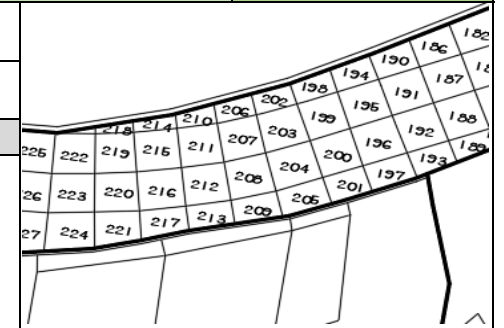


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 11

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:		Chota - Chota - Cajamarca	
Evaluado por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	20 paños	Fecha:	01/02/2019



TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)		
<p>21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>	<p>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</p>	<p style="text-align: center;">Niveles de severidad</p> <p style="text-align: center;">L : (Low) Bajo M : (Medium) Medio H : (High) Alto</p>

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO																													
Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																				Total	Densidad %	Valor deducido (q)					
		201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220								
22	L											1										1	5.00	3.70					
22	M							1			1	1			1	1					1	6	30.00	38.50					
23	M				1				1													2	10.00	21.40					
23	H																				1	1	5.00	17.50					
25	H										1											1	5.00	8.00					
28	L							1														1	5.00	3.00					
32												1										1	5.00	1.40					
39	H																				1	1	5.00	8.00					
$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$																						Numero de deducidos >2(q) :		7.00		Total VD		101.50	
																						Valor deducido mas alto (HDVI) :		38.50					
																						N° admisible de deducidos(ml) :		6.65					
																						Valor deducido corregido(CDV) :							

CÁLCULO DEL PCI																								
N°	VALORES DEDUCIDOS												TOTAL	q	CDV									
	38.50	21.40	17.50	8.00	8.00	3.70	3.00	1.40																
1	38.50	21.40	17.50	8.00	8.00	3.70	3.00	1.40														101.50	7	49.8
2	38.50	21.40	17.50	8.00	8.00	3.70	2.00	1.40														100.50	6	52.0
3	38.50	21.40	17.50	8.00	8.00	2.00	2.00	1.40														98.80	5	53.9
4	38.50	21.40	17.50	8.00	2.00	2.00	2.00	1.40														92.80	4	53.4
5	38.50	21.40	17.50	2.00	2.00	2.00	2.00	1.40														86.80	3	55.1
6	38.50	21.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.40														71.30	2	52.5
7	38.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.40														51.90	1	51.8
$PCI = 100 - MAX. CDV$		PCI :		44.9		RANGO :		(55 - 40)		CLASIFICACIÓN :		Regular		MAX. CDV =		55.1								

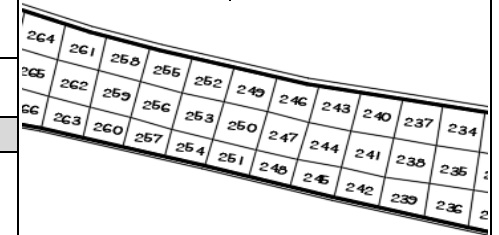


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 13

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca		
Evaluated por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	20 paños	Fecha:	01/02/2019



TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)	
<p>21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>	<p>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</p>

Niveles de severidad

- L : (Low) Bajo
- M : (Medium) Medio
- H : (High) Alto

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																			Total	Densidad %	Valor deducido (q)	
		241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259				260
23	H	1			1					1				1		1						6	30.00	61.50
27	L																1					1	10.00	1.30
39	L														1							1	5.00	1.10
																						Total VD		63.90

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de deducidos >2(q) : 1.00
 Valor deducido mas alto (HDVI) : 61.50
 N° admisible de deducidos(ml) : 4.54
 Valor deducido corregido(CDV) :

CÁLCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS																			TOTAL	q	CDV		
1	61.50	1.30	1.10																			63.90	1	63.5

$PCI = 100 - MAX.CDV$
 PCI :
 36.5
RANGO :
 (40 - 25)
CLASIFICACIÓN :
 Malo
MAX. CDV =
 63.5

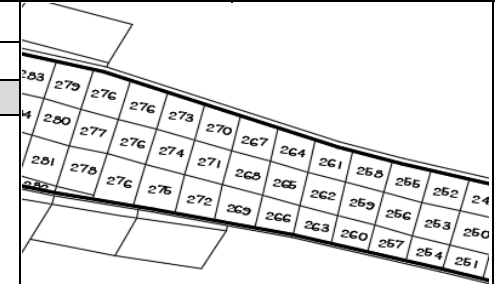


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 14

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca
Evaluado por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Area de muestra: 20 paños	Fecha: 01/02/2019



TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS | <ul style="list-style-type: none"> 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA |
|---|---|

Niveles de severidad

- L : (Low) Bajo
M : (Medium) Medio
H : (High) Alto

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																			Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279			
22	L	1	1																		2	10.00	8.00
22	M												1	1							2	10.00	15.00
23	M					1					1									1	3	15.00	29.70
23	H															1	1			1	3	15.00	43.80
26	H								1		1		1								3	15.00	8.00
27	L			1																	1	5.00	0.80
28	L		1										1								2	10.00	6.10
28	M													1						1	3	15.00	11.70
36	M				1																1	5.00	3.90

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de deducidos >2(q) :	8.00
Valor deducido mas alto (HDV1) :	43.80
N° admisible de deducidos(mi) :	6.16
Valor deducido corregido(CDV) :	

Total VD 127.00

CÁLCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS																			TOTAL	q	CDV	
	43.80	29.70	15.00	11.70	8.00	8.00	6.10	3.90	0.80														
1	43.80	29.70	15.00	11.70	8.00	8.00	6.10	3.90	0.80												127.00	8	59.5
2	43.80	29.70	15.00	11.70	8.00	8.00	6.10	2.00	0.80												125.10	7	61.7
3	43.80	29.70	15.00	11.70	8.00	8.00	2.00	2.00	0.80												121.00	6	62.8
4	43.80	29.70	15.00	11.70	8.00	2.00	2.00	2.00	0.80												115.00	5	61.9
5	43.80	29.70	15.00	11.70	2.00	2.00	2.00	2.00	0.80												109.00	4	62.0
6	43.80	29.70	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.80												99.30	3	62.2
7	43.80	29.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.80												86.30	2	61.5
8	43.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.80												58.60	1	58.5

PCI = 100 - MAX. CDV	PCI :	37.2	RANGO :	(40 - 25)	CLASIFICACIÓN :	Malo	MAX. CDV =	62.8
-----------------------------	--------------	-------------	----------------	------------------	------------------------	-------------	-------------------	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 15

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca	
Evaluado por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	20 paños	Fecha: 01/02/2019
TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)				
21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA			



Niveles de severidad

L : (Low) Bajo
M : (Medium) Medio
H : (High) Alto

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																			Total	Densidad %	Valor deducido (q)		
		281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299				300	
22	L							1		1								1				1	4	20.00	16.50
23	M			1					1			1				1							4	20.00	35.50
23	H															1							1	5.00	17.50
25	H											1											1	5.00	8.00
26	H				1																		1	5.00	8.00
34	H				1							1											1	15.00	41.80
																						Total VD		127.30	

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de deducidos >2(q) : 6.00
Valor deducido mas alto (HDVI) : 41.80
N° admisible de deducidos(ml) : 6.34
Valor deducido corregido(CDV) :

CÁLCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS																			TOTAL	q	CDV		
1	41.80	35.50	17.50	16.50	8.00	8.00																127.30	6	65.4
2	41.80	35.50	17.50	16.50	8.00	2.00																121.30	5	65.0
3	41.80	35.50	17.50	16.50	2.00	2.00																115.30	4	64.8
4	41.80	35.50	17.50	2.00	2.00	2.00																100.80	3	63.3
5	41.80	35.50	2.00	2.00	2.00	2.00																85.30	2	60.5
6	41.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00																51.80	1	51.5

PCI = 100 - MAX. CDV

PCI :

34.6

RANGO :

(40 - 25)

CLASIFICACIÓN :

Malo

MAX. CDV =

65.4

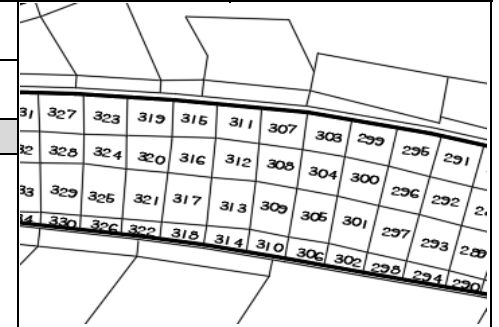


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 16

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca
Evaluated por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	Fecha:
		20 paños	01/02/2019



TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)	
<p>21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>	<p>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</p>

Niveles de severidad

L : (Low) Bajo
 M : (Medium) Medio
 H : (High) Alto

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																				Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320			
22	L							1					1									2	10.00	8.00
22	M			1					1			1										3	15.00	22.00
23	M	1			1										1						1	4	20.00	35.50
23	H															1						1	5.00	17.50
28	L									1												2	10.00	6.10
39	H				1																	1	5.00	8.00
																						Total VD		97.10

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de deducidos >2(q) : 6.00
 Valor deducido mas alto (HDV_i) : 35.50
 N° admisible de deducidos(ml) : 6.92
 Valor deducido corregido(CDV) :

CÁLCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS																				TOTAL	q	CDV	
1	35.50	22.00	17.50	8.00	8.00	6.10																97.10	6	50.1
2	35.50	22.00	17.50	8.00	8.00	2.00																93.00	5	49.9
3	35.50	22.00	17.50	8.00	2.00	2.00																87.00	4	49.8
4	35.50	22.00	17.50	2.00	2.00	2.00																81.00	3	51.8
5	35.50	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00																65.50	2	49.0
6	35.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00																45.50	1	44.9
PCI = 100 - MAX.CDV																						PCI :		48.2
RANGO :																								(55 - 40)
CLASIFICACIÓN :																								Regular
MAX. CDV =																								51.8



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TRAMO 17

Nombre de la vía:	Avenida Micaela Bastidas	Ubicación:	Chota - Chota - Cajamarca
Evaluado por:	Bach. Isaías Irigoín Barboza	Área de muestra:	20 paños
		Fecha:	01/02/2019



Niveles de severidad

- L : (Low) Bajo
- M : (Medium) Medio
- H : (High) Alto

TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 21.- BLOWUP- BUCKLING 22.- GRIETA DE ESQUINA 23.- LOSA DIVIDIDA 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 25.- ESCALA 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 27.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA 28.- GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS | <ul style="list-style-type: none"> 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS 32.- POPOUTS 33.- BOMBEO 34.- PUNZONAMIENTO 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA |
|---|---|

FALLAS EXISTENTES EN EL TRAMO

Código de falla	Severidad	Cantidades parciales por tramo																			Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339			
22	L			1				1												1	3	15.00	12.40
22	M														1						1	5.00	7.50
23	M			1															1		2	10.00	21.40
23	H				1																1	5.00	17.50
																					Total VD		58.80

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Numero de deducidos >2(q) : 4.00
 Valor deducido mas alto (HDVI) : 21.40
 N° admisible de deducidos(ml) : 8.22
 Valor deducido corregido(CDV) :

CÁLCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS																			TOTAL	q	CDV						
1	21.40	17.50	12.40	7.50																	58.80	4	33.9					
2	21.40	17.50	12.40	2.00																	53.30	3	34.1					
3	21.40	17.50	2.00	2.00																	42.90	2	33.8					
4	21.40	2.00	2.00	2.00																	27.40	1	26.9					
$PCI = 100 - MAX.CDV$																					PCI :	65.9	RANGO :	(70 - 55)	CLASIFICACIÓN :	Bueno	MAX. CDV =	34.1

Anexo N° 4. Resultados del ensayo de esclerometría



ENSAYOS DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c. POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

TESIS DE INVESTIGACIÓN : EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019.
UBICACIÓN : AV. MICAELA BASTIDAS CUADRAS 03, 04 Y 05
ESTRUCTURA : PAVIMENTO
F'c (Kg/cm²) : 210
EQUIPO : ESCLEROMETRO
MARCA : FORNEY
SOLICITANTE : BACHILLER ISAIAS IRIGOIN BARBOZA

RES. LAB. : HCR
TEC. LAB. : G.R.R.
FECHA : 07/12/2019

Ang. de prueba: 90°

PAVIMENTO CUADRA N°03 LADO DERECHO Km: 0+070.28			
No.	Direccion		Horizontal
	Rebote	Validos	Kg / cm ²
1	40	40	342.0
2	38	38	342.0
3	37	37	342.0
4	34	34	307.0
5	38	38	342.0
6	40	40	342.0
7	39	39	342.0
8	40	40	342.0
9	40	40	342.0
10	41	41	432.0

Ang. de prueba: 90°

PAVIMENTO CUADRA N°04 LADO DERECHO 0+182.82			
No.	Direccion		Horizontal
	Rebote	Validos	Kg / cm ²
1	41	41	432.0
2	41	41	432.0
3	40	40	342.0
4	40	40	342.0
5	40	28	210.0
6	38	27	195.0
7	37	37	342.0
8	38	38	342.0
9	39	39	342.0
10	40	40	342.0

Ang. de prueba: 90°

PAVIMENTO CUADRA N°05 LADO EJE 0+285.22			
No.	Direccion		Horizontal
	Rebote	Validos	Kg / cm ²
1	40	40	342.0
2	39	39	342.0
3	36	36	342.0
4	38	38	342.0
5	38	38	342.0
6	41	41	432.0
7	40	26	180.0
8	40	40	342.0
9	42	42	450.0
10	40	40	342.0

Valores de Resistencia Esperados a los 25 dias

Promedio	38.7	39	
Promedio Resistencia		347.5	Kg/cm ²
Desv. Stand.		31.7	Kg/cm ²
Coef. Variación		9.1	%
Resistencia % (f'c)		165.5	Kg/cm ²

Promedio	39.4	37	
Promedio Resistencia		332.1	Kg/cm ²
Desv. Stand.		77.6	Kg/cm ²
Coef. Variación		23.4	%
Resistencia % (f'c)		158.1	Kg/cm ²

Promedio	39.4	38.0	
Promedio Resistencia		345.6	Kg/cm ²
Desv. Stand.		71.4	Kg/cm ²
Coef. Variación		20.7	%
Resistencia % (f'c)		164.6	Kg/cm ²

GRAFICO: ENSAYO N° 01

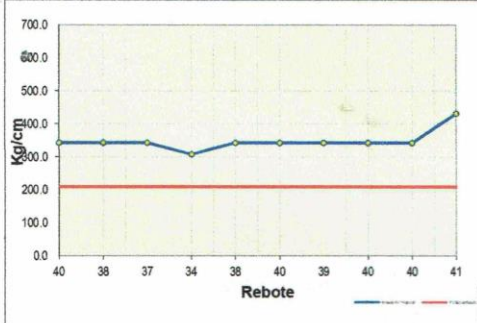


GRAFICO: ENSAYO N° 02

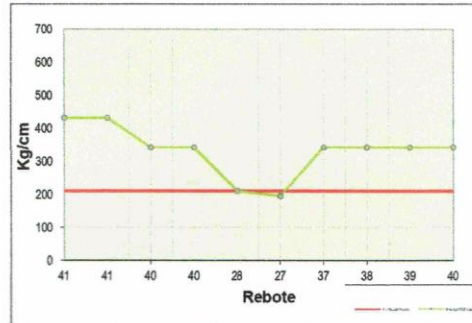
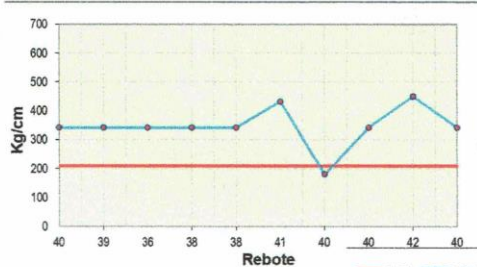


GRAFICO: ENSAYO N° 03



Anexo N° 5. Formatos de conteo vehicular



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



**TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA,
2019**

AVENIDA MICAELA BASTIDAS



ESTUDIO DE TRAFICO
(MTC 2019)

RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOIN BARBOZA
UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 LUNES CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR FECHA: 03/06/2019 UBICACIÓN: CUADRA 3

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS													TOTAL	%		
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER							
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
DIAGRA. VEH.																								
0-1	E																					0	0.0%	
	S																						0	0.0%
1-2	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
2-3	E																						0	0.0%
	S																						0	0.0%
3-4	E	1				2				4		1				1						9	2.2%	
	S	2				2				3												8	2.2%	
4-5	E	1		4		6																17	4.2%	
	S	1		3	1	5																10	2.8%	
5-6	E	3	2	3		6					4	1				1						20	5.0%	
	S	1		2		7	1															11	3.1%	
6-7	E	3	1	5	1	3		1			2	1										17	4.2%	
	S	1	3	7	1	2	1	2		2												19	5.3%	
7-8	E	5	2	4	4	4	1	1		1												23	5.7%	
	S	6	2	3	2	8	1			2	2											28	7.9%	
8-9	E	4	1	8	1	2				1	1	2	2									22	5.5%	
	S	5	1	7	2	4				1		2										22	6.2%	
9-10	E	1	2	3	3	8				2	2	1										22	5.5%	
	S	3		2	1	3				3	2	1										15	4.2%	
10-11	E	2		6	7	5	1			1	3					1						26	6.5%	
	S	3	1	4	3	9	2	1		3	2											28	7.9%	
11-12	E	1		5	7	8				1	1	2										26	6.5%	
	S	8		7	2	9				1	2	1										30	8.4%	
12-13	E	6		6	2	5				1		2				1						25	6.2%	
	S	2	1	4	1	3	1															12	3.4%	
13-14	E	3	2	3	2	2				1		2										15	3.7%	
	S	1	1	1		4				1	2	1										13	3.7%	
14-15	E	4			2	6				2	2	1										17	4.2%	
	S	2	2	4	1	2					3											14	3.9%	
15-16	E	6		3	7	6	1	1		2	4			1								31	7.7%	
	S	9	2	5	6	4	1	2		4	1	2		1								38	10.7%	
16-17	E	4	2	6	4	8				1	3	3	1	1								33	8.2%	
	S	3	3	4	2	9						1										22	6.2%	
17-18	E	6	1	4	5	4				1	2	3	1									29	7.2%	
	S	8		8	1	2				1	2	2	1									25	7.0%	
18-19	E	4		5	3	6				1	1	1										20	5.0%	
	S	6	1		1	5				1	1	1										15	4.2%	
19-20	E	4	1	3	4	4	1			1	1											19	4.7%	
	S	4	1	5	1	2				1	4	1										19	5.3%	
20-21	E	2		4	1	8						1										16	4.0%	
	S	5		7		4																16	4.5%	
21-22	E	1	1		2	2				1	3											10	2.5%	
	S	2		1	1	1				1	1	1										8	2.2%	
22-23	E	1	1	1	1	1																5	1.2%	
	S	1		1							1											3	0.8%	
23-24	E																					0	0.0%	
	S																					0	0.0%	
Parcial	E	62	16	73	56	96	4	7	27	19	27	7	2	-	-	6	-	-	-	-	-	402	100.0%	
	S	73	18	76	26	85	7	10	27	19	10	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	356	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT.		135	34	149	82	181	11	17	54	38	37	10	3	-	-	7	-	-	-	-	-	758	100.0%	
		0.1781003	0.04485488	0.1965699	0.10817942	0.23878628	0.0145119	0.02242744	0.07124011	0.0501319	0.0488127	0.013193	0.00395778	0	0	0.0092348	0	0	0	0	0	100.0%		



ESTUDIO DE TRAFICO
(MTC 2019)

RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOIN BARBOZA
UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR

ESTACION: 01																							
UBICACIÓN: CUADRA 3																							
Dia	Sentido	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS														TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
DIAGRA. VEH.																							
D1	E	62	16	73	56	96	4	7	27	19	27	7	2	-	-	6	-	-	-	-	402	6.9%	
	S	73	18	76	26	85	7	10	27	19	10	3	1	-	-	1	-	-	-	-	356	6.1%	
D2	E	95	16	105	37	111	4	6	20	18	14	7	2	-	-	4	-	-	-	-	439	7.5%	
	S	82	18	87	21	94	7	12	21	14	8	3	-	-	-	3	-	-	-	-	370	6.3%	
D3	E	62	14	112	32	81	7	13	16	10	12	2	-	-	-	2	-	-	-	-	363	6.2%	
	S	57	21	106	20	81	5	11	8	13	10	2	-	-	-	1	-	-	-	-	335	5.7%	
D4	E	72	14	112	56	137	7	14	24	21	26	3	-	-	-	1	-	-	-	-	487	8.3%	
	S	57	21	106	26	102	5	11	26	24	12	4	-	-	-	3	-	-	-	-	397	6.8%	
D5	E	49	13	130	60	91	-	7	14	23	18	3	-	-	-	3	-	-	-	-	411	7.0%	
	S	52	14	87	37	69	3	7	14	14	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	302	5.2%	
D6	E	75	15	157	60	157	-	5	6	34	21	3	-	-	-	6	-	-	-	-	539	9.2%	
	S	55	15	122	37	118	3	4	4	26	5	-	-	-	-	3	-	-	-	-	392	6.7%	
D7	E	69	36	159	62	187	4	5	2	18	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	550	9.4%	
	S	58	35	144	52	154	3	7	4	23	10	6	1	-	-	-	-	-	-	-	497	8.5%	
TOTAL	E	484	124	848	363	860	26	57	109	143	125	26	4	-	-	22	-	-	-	-	3,191	54.6%	
	S	434	142	728	219	703	33	62	104	133	58	18	2	-	-	13	-	-	-	-	2,649	45.4%	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



**TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA,
2019**

AVENIDA PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019"
ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01		LUNES		CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																UBICACIÓN: CUADRA 1				
FECHA: 03/06/2019		VEHICULOS LIGEROS						BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%		
DIAGRA. VEH.	Sentido	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
0-1	E																					0	0.0%	
0-1	S																						0	0.0%
1-2	E																						0	0.0%
1-2	S																						0	0.0%
2-3	E																						0	0.0%
2-3	S																						0	0.0%
3-4	E	1		1		1			2	1												6	1.3%	
3-4	S	2		1		1			1		1											6	1.3%	
4-5	E	2	1	1		1		1	2	1												9	1.9%	
4-5	S	1	2	2	1	2	1		1	1						1						11	2.3%	
5-6	E	1	1	1		2		1	1	1	1											9	1.9%	
5-6	S	2	1	2	1	5					1									1		13	2.7%	
6-7	E	3	1	5	2	3		1		1	1											17	3.6%	
6-7	S	2	2	7	1	1		1		1	2					1						18	3.8%	
7-8	E	3	7	10	6	3	1			2	2											34	7.2%	
7-8	S	5	8	11	3	4		1	2	2	3		1			1					1	42	8.8%	
8-9	E	4	5	10	5	10			1	5	5											45	9.6%	
8-9	S	6	7	11	3	7		1	1	6	2					1						45	9.4%	
9-10	E	1	4	9	7	5	1		2	4	1		1									35	7.4%	
9-10	S	8	5	7	4	7			3	7	1											42	8.8%	
10-11	E	11	9	12	3	5		1		5	2		1			1						50	10.6%	
10-11	S	9	6	13	5	4		1	2	2	3											45	9.4%	
11-12	E	5	5	11	4	5	1		1	4	2											39	8.3%	
11-12	S	7	7	9	4	3			1	2	5					1					1	40	8.4%	
12-13	E	3	1	7	3	4			1	2	1											22	4.7%	
12-13	S	5	3	10	1	2	1	1		1	1		1									25	5.2%	
13-14	E	4	1	4	2	1		1	1	1												15	3.2%	
13-14	S	3	1	5				1	2	1												13	2.7%	
14-15	E	2	2	2	2	1			2		2					1						14	3.0%	
14-15	S	1	3	2	1	4				2			1									14	2.9%	
15-16	E	7	1	1	5	3	1	1	1	1	1											22	4.7%	
15-16	S	9	1	6	2	4		1		1	1	1										25	5.2%	
16-17	E	2	4	7	1	8	1		1	1												25	5.3%	
16-17	S	1	7	13	2	7	1	1		1	1											34	7.1%	
17-18	E	5	1	11	2	7		2	1		1					1						31	6.6%	
17-18	S	3	1	9	1	9		1		1											1	26	5.4%	
18-19	E	7	5	7	2	11		1		4												37	7.9%	
18-19	S	5	1	8	1	9	1		2	2	1	1										31	6.5%	
19-20	E	6	1	9	4	5	1	1		2						1						30	6.4%	
19-20	S	2	3	11	1	6		1	1	2	1											28	5.9%	
20-21	E	1	1	5	1	3			1		1											13	2.8%	
20-21	S	2		3		5																10	2.1%	
21-22	E	2	1	1	2	3		1	1													11	2.3%	
21-22	S	1		1	1	1		1		1												7	1.5%	
22-23	E	2		1	1	1			1													6	1.3%	
22-23	S	1		1					1													3	0.6%	
23-24	E																					0	0.0%	
23-24	S																					0	0.0%	
Parcial	E	72	51	115	52	82	6	12	19	35	20	-	2	-	-	4	-	-	-	-	-	470	100.0%	
Parcial	S	75	58	132	32	81	4	11	17	30	24	2	3	-	-	5	-	-	-	-	4	478	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT.		147	109	247	84	163	10	23	36	65	44	2	5	-	-	9	-	-	-	-	4	948		
		0.1550633	0.114978903	0.2605485	0.08860759	0.17194093	0.0105485	0.0242616	0.037974684	0.0685654	0.0464135	0.00211	0.00527426	0	0	0.0094937	0	0	0	0	0.00421941	100.0%		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019
 ESTUDIO DE TRÁFICO
 (MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
 UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN:	01	MARTES	CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR	FECHA:	04/06/2019	UBICACIÓN:	CUADRA 1
-----------	----	--------	----------------------------------	--------	------------	------------	----------

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS										VEHÍCULOS PESADOS								TOTAL	%				
		Auto		CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER								
		Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	2 E		>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
DIAGRA. VEH.																									
0-1	E																					0	0.0%		
1-2	E																						0	0.0%	
3-4	E	3				1		1	4	1													10	1.8%	
4-5	E	2	1	1		2	1			1													9	1.6%	
5-6	E	2	1	1	1	4				1	1	1											12	2.1%	
6-7	E	3	1	4	1	5		2		1	1								1				19	3.4%	
7-8	E	6	7	11	5	7				3	4												44	7.8%	
8-9	E	8	9	8	3	2		1	3	4	1		2										41	8.9%	
9-10	E	3	4	9	6	7				1	2	2											35	6.2%	
10-11	E	9	7	10	4	5	1			1	4	6											29	6.3%	
11-12	E	6	6	13	6	2	1	2	1	10	2												49	8.7%	
12-13	E	4	2	6	2	6		1		2													24	4.3%	
13-14	E	6		10	1	2		1	1	1	1												23	4.1%	
14-15	E	3	2	6		6				2	1												20	3.6%	
15-16	E	11	1	8	6	8		3	2		1												41	7.3%	
16-17	E	8		14	2	13		1		1		1											22	4.8%	
17-18	E	5	1	7	5	8		1		2	1		1										31	5.5%	
18-19	E	9		13	3	13				2	3	1											44	7.8%	
19-20	E	6	2	7	2	4	1			2	4												28	5.0%	
20-21	E	4	1	8	1	6				1	4	2											28	6.1%	
21-22	E	2		4	1	2	1			2	3												15	2.7%	
22-23	E	4		7		1				2													14	3.0%	
23-24	E	1	1	2	2	2		1	2		3												14	2.5%	
Parcial	E	91	44	136	54	108	6	13	20	41	35	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	561	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.	S	91	44	117	29	64	5	9	22	45	26	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	461	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		182	88	253	83	172	11	22	42	86	61	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1022	
		0.1780822	0.086105675	0.2475538	0.08121331	0.16829746	0.0107632	0.02152642	0.04109589	0.08414873	0.05968689	0.005871	0.00293542	0	0	0.0097847	0	0	0	0.00293542				100.0%	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019"
 ESTUDIO DE TRÁFICO
 (MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
 UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN:	01	MIERCOLES	CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR	FECHA:	05/06/2019	UBICACIÓN:	CUADRA 1
-----------	----	-----------	----------------------------------	--------	------------	------------	----------

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS							VEHÍCULOS PESADOS											TOTAL	%				
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER								
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3			
DIAGRA. VEH.																									
0-1	E																						0	0.0%	
	S																							0	0.0%
TOTAL AMBOS SENT.		151	85	230	90	169	16	23	52	78	63	6	7	-	-	12	-	-	-	-	3	985	100.0%		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019"
 ESTUDIO DE TRAFICO
 (MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
 UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN:	01	JUEVES	CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR	UBICACIÓN:	CUADRA 1
			FECHA: 06/06/2019		

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%								
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER													
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3										
DIAGRA. VEH.																														
0-1	E																						0	0.0%						
0-1	S																							0	0.0%					
1-2	E																							0	0.0%					
1-2	S																							0	0.0%					
2-3	E																							0	0.0%					
2-3	S																							0	0.0%					
3-4	E	1	1	2		3						3												12	1.9%					
3-4	S	1	1	2		3						2												10	1.7%					
4-5	E	1	4	5		7	1					4												24	3.8%					
4-5	S	1	2	4	1	4						1												14	2.4%					
5-6	E	1	1	2	1	8	1					1												22	3.5%					
5-6	S	1	3	1	1	7	1					1												15	2.6%					
6-7	E	2	2	2	5	3						2												19	3.0%					
6-7	S	2	5	12	4	2	1					2												29	5.0%					
7-8	E	5	6	12	7	11						1												48	7.6%					
7-8	S	4	10	10	6	6						2												51	8.8%					
8-9	E	1	7	9	9	12	1					2												49	7.7%					
8-9	S	8	6	16	2	6						1												44	7.6%					
9-10	E	10	8	11	7	8						2												56	8.8%					
9-10	S	2	3	7	5	4						1												30	5.2%					
10-11	E	9	8	7	8	12	1					3												56	8.8%					
10-11	S	2	6	18	1	16						1												57	9.9%					
11-12	E	6	9	13	4	6	1					1												51	8.1%					
11-12	S	8	4	12	5	4						1												42	7.3%					
12-13	E	7	3	5	2	1						1												22	3.5%					
12-13	S	5	2	8	1	6	1					1												25	4.3%					
13-14	E	3	1	9	3	2						1												23	3.6%					
13-14	S	1	2	5	1	1						1												20	3.5%					
14-15	E	4	4	10		7						2												30	4.7%					
14-15	S	3	3	8	1	3	2					2												23	4.0%					
15-16	E	10		6	8	12	2					3												46	7.3%					
15-16	S	11	1	6	2	8						1												39	6.7%					
16-17	E	2	2	13	4	10	1					2												38	6.0%					
16-17	S	1	4	11	6	7						1												35	6.1%					
17-18	E	4		8	5	9						1												30	4.7%					
17-18	S	5	2	10	1	11						1												38	6.6%					
18-19	E	7	2	9	4	15						1												44	7.0%					
18-19	S	5	1	5	1	13	1					2												35	6.1%					
19-20	E	8	1	2	4	5	2					6												34	5.4%					
19-20	S	4	3	5	8	9						1												39	6.7%					
20-21	E	2	2	4	1	4						2												16	2.5%					
20-21	S	4		9	2	2																		18	3.1%					
21-22	E	1	1		2	3						1												11	1.7%					
21-22	S	2		1	4	1						1												11	1.9%					
22-23	E				1	1																		2	0.3%					
22-23	S	1		1								1												3	0.5%					
23-24	E																							0	0.0%					
23-24	S																							0	0.0%					
Parcial	E	84	62	129	75	139	10					15												633	100.0%					
Parcial	S	71	58	151	52	113	6					12												3	578	100.0%				
TOTAL AMBOS SENT.		155	120	280	127	252	16					27												6	1211					
		0.1279934	0.09909166	0.2312139	0.10487201	0.20809249	0.0132122					0.02229562												0	0.0074319	0	0	0	0.00495458	100.0%



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019"
 ESTUDIO DE TRÁFICO
 (MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
 UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 VIERNES CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR FECHA: 07/06/2019 UBICACIÓN: CUADRA 1

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS										VEHÍCULOS PESADOS								TOTAL	%		
		CAMIONETAS						BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3	
DIAGRA. VEH.																							
0-1	E																				0	0.0%	
	S																					0	0.0%
1-2	E																					0	0.0%
	S																					0	0.0%
2-3	E																					0	0.0%
	S																					0	0.0%
3-4	E	2		1						4	1											8	1.7%
	S	2	2	1		3				2												12	2.7%
4-5	E	1		2		2				5	2			1								12	2.6%
	S	1	1	1		1				3												7	1.6%
5-6	E	1	2	2		1		1		2	2											11	2.4%
	S	1		1	1	2	1					2										9	2.0%
6-7	E	2	1	3	1	2		1		1	1					1						13	2.8%
	S	1	2	5	1	4	2				3											18	4.1%
7-8	E	4	6	8	8	3				3	1					2						35	7.6%
	S	7	10	10	4	5		1		1	2											41	9.2%
8-9	E	3	5	8	3	10				1	2	4										36	7.8%
	S	6	6	12	5	1		1		2	7	1				1						42	9.5%
9-10	E	1	4	12	3	8	2	1		2	1	1										35	7.6%
	S	7	5	9	4	7				4	2											40	9.0%
10-11	E	5	9	8	7	14				5						2						50	10.8%
	S	7	6	13	5	4		1		2	4	3										45	10.1%
11-12	E	4	5	16	1	3	1	1		1	12	1										45	9.7%
	S	5	7	10	5	1				1	4											34	7.7%
12-13	E	2	2	6	5	8				1	1					1						26	5.6%
	S	4	1	4	4	6	1			1												21	4.7%
13-14	E	3	3	5	3	4				3	1			1								24	5.2%
	S	2	1	3	1	9		1		2				1								20	4.5%
14-15	E	6	2	2	7	1						2										18	3.9%
	S	3	2	8	6	5				2												28	6.3%
15-16	E	3	1	7	8	1		1		1	1											23	5.0%
	S	7	2	6		1	1															17	3.8%
16-17	E	3	1	10	3	1				1												20	4.3%
	S	4		13	6	3																26	5.9%
17-18	E	8	1	15		3				1	1	1				2						32	6.9%
	S	4	1	8	1	8	1	1					1									25	5.6%
18-19	E	3	3	7	2	4				1	1											21	4.5%
	S	6	1	1		8					1											17	3.8%
19-20	E	4	2	6	1	2		1														16	3.5%
	S	5	1	7	2	3				1												19	4.3%
20-21	E	4		3		7				2												16	3.5%
	S	2	2	6	2																	12	2.7%
21-22	E	3	1	3		6		1		2	1											17	3.7%
	S	2			1	2		1		1												7	1.6%
22-23	E	2		1		1				1												5	1.1%
	S	1		1				1		1												4	0.9%
23-24	E																					0	0.0%
	S																					0	0.0%
Parcial	E	64	48	125	52	81	3	7	22	35	15	-	2	-	-	8	-	-	-	-	1	463	100.0%
	S	77	50	119	48	73	6	7	15	24	15	2	2	-	-	1	-	-	-	-	5	444	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		141	98	244	100	154	9	14	37	59	30	2	4	-	-	9	-	-	-	-	6	907	
		0.1554576	0.108048512	0.2690187	0.11025358	0.16979052	0.0099228	0.0154355	0.040793826	0.06504961	0.03307607	0.002205	0.00441014	0	0	0.0099228	0	0	0	0	0.00661521	100.0%	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019"
ESTUDIO DE TRAFICO
(MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 **SABADO** CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR UBICACIÓN: CUADRA 1
FECHA: 08/06/2019

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS							VEHÍCULOS PESADOS											TOTAL	%					
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER									
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3				
DIAGRA. VEH.																										
0-1	E																					0	0.0%			
	S																						0	0.0%		
1-2	E																						0	0.0%		
	S																						0	0.0%		
2-3	E																						0	0.0%		
	S																						0	0.0%		
3-4	E	3		2			1								1								13	1.8%		
	S	4			1	1			1		2	1	2										13	2.1%		
4-5	E	1	2	3	4	3					6	3	2								1		26	3.6%		
	S	2	1	2	3	1					3											1	12	2.0%		
5-6	E	2	3	6	2	4	2					4	3								1		27	3.7%		
	S	1		5	1	5	1					1											14	2.3%		
6-7	E	5	5	6	1	6			1				2									1	27	3.7%		
	S	1	1	8	1	4	1					3	3										23	3.7%		
7-8	E	5	6	12	6	3						3	3									1	39	5.4%		
	S	5	9	10	5	7						2	4	2								1	46	7.5%		
8-9	E	3	5	12	7	14			2		1	9	4									1	58	8.0%		
	S	6	5	14	5	5			1		1	8	1									1	47	7.7%		
9-10	E	1	4	10	3	5					2	1	2										28	3.9%		
	S	7	5	8	4	9					3	6	2										44	7.2%		
10-11	E	9	8	12	3	8							4	4									49	6.8%		
	S	10	6	15	4	4			1		2	4	3									1	49	8.0%		
11-12	E	6	5	13	4	3	1		1		1	10	2										46	6.4%		
	S	7	4	12	5	3					1	4	4								1		42	6.8%		
12-13	E	10	6	8	4	7					1	7	1									1	45	6.2%		
	S	8	4	10	6	10	1		2		2	5	3										51	8.3%		
13-14	E	9	6	9	3	8					2	1	2										40	5.5%		
	S	7	7	10	2	8			1			5	1										41	6.7%		
14-15	E	5	8	11	5	10						8	2										49	6.8%		
	S	4		6	3	5	1					2	3										24	3.9%		
15-16	E	6	5	9	6	12					1	7	1									1	48	6.6%		
	S	6	2	4	2	3			3			4	4										29	4.7%		
16-17	E	3	2	13	8	11	1				1	2	3										44	6.1%		
	S	4	4	12	7	9	1					8	4										49	8.0%		
17-18	E	7	1	8	4	11					3	9	1										45	6.2%		
	S	3	1	10	1	5						2									1		23	3.7%		
18-19	E	9		15	2	7						1	1										37	5.1%		
	S	6		8	6	8			1				1										30	4.9%		
19-20	E	7	1	12	4	11	1					6											42	5.8%		
	S	4	2	5		9	2					1	1										24	3.9%		
20-21	E	3	3	8	3	8					1	4	3	1									34	4.7%		
	S	4	1	9	1	9						4	2									1	31	5.0%		
21-22	E	6	1	3		4					1	2	1										18	2.5%		
	S	2		7	2	3						1											16	2.6%		
22-23	E	2		2		1					1	1											7	1.0%		
	S	1		1							1	2											6	1.0%		
23-24	E																						0	0.0%		
	S																						0	0.0%		
Parcial	E	102	71	174	69	136	6		11		25	81	36	-		2	-	-	-	7	-	-	2	722	100.0%	
	S	92	52	157	59	108	7		11		23	59	37	-		2	-	-	-	5	-	-	-	2	614	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		194	123	331	128	244	13		22		48	140	73	-		4	-	-	-	12	-	-	-	4	1336	
		14.52%	9.21%	24.78%	9.58%	18.26%	0.97%		1.65%		3.59%	10.48%	5.46%	0.00%		0.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.30%	100.0%	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019"
 ESTUDIO DE TRAFICO
 (MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
 UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN:	01	DOMINGO	CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR FECHA: 09/06/2019	UBICACIÓN: CUADRA 1
-----------	----	---------	---	---------------------

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS										VEHÍCULOS PESADOS								TOTAL	%	
		Auto		CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	2 E		>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
TOTAL AMBOS SENT.		174	165	323	116	309	43	35	39	116	44	14	3	-	-	16	-	-	-	7	1404	100.0%



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019
ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)



RESPONSABLE: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
UBICACIÓN DE AV.: AVENIDA PERÚ, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																							
ESTACIÓN: 01																							
UBICACIÓN: CUADRA 1																							
Día	Sentido	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS														TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
DIAGRA. VEH.																							
D1	E	72	51	115	52	82	6	12	19	35	20	-	2	-	-	4	-	-	-	-			
	S	75	58	132	32	81	4	11	17	30	24	2	3	-	-	5	-	-	-	4			
D2	E	91	44	136	54	108	6	13	20	41	35	6	1	-	-	4	-	-	-	2			
	S	91	44	117	29	64	5	9	22	45	26	-	2	-	-	6	-	-	-	1			
D3	E	78	42	124	50	92	9	8	23	31	31	5	4	-	-	7	-	-	-	1			
	S	73	43	106	40	77	7	15	29	47	32	1	3	-	-	5	-	-	-	2			
D4	E	84	62	129	75	139	10	15	19	52	42	1	1	-	-	1	-	-	-	3			
	S	71	58	151	52	113	6	12	29	41	28	3	3	-	-	8	-	-	-	3			
D5	E	64	48	125	52	81	3	7	22	35	15	-	2	-	-	8	-	-	-	1			
	S	77	50	119	48	73	6	7	15	24	15	2	2	-	-	1	-	-	-	5			
D6	E	102	71	174	69	136	6	11	25	81	36	-	2	-	-	7	-	-	-	2			
	S	92	52	157	59	108	7	11	23	59	37	-	2	-	-	5	-	-	-	2			
D7	E	86	78	156	61	158	20	11	13	55	19	9	1	-	-	6	-	-	-	2			
	S	88	87	167	55	151	23	24	26	61	25	5	2	-	-	10	-	-	-	5			
TOTAL	E	577	396	959	413	796	60	77	141	330	198	21	13	-	-	37	-	-	-	11			
	S	567	392	949	315	667	58	89	161	307	187	13	17	-	-	40	-	-	-	22			
																					4,029	51.6%	
																					3,784	48.4%	

Anexo N° 6. Resultados de los ensayos de mecánica de suelos



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

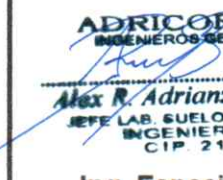


TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

FECHA : Marzo del 2019

RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA	PROF. (m)	SUCS	P.P.M		
			Sales Totales	Cloruros	Sulfatos
C - 1	0.80	CL	812.80	60.35	528.00
C - 2	0.70	CL	806.40	63.90	518.40
C - 3	1.50	MH	832.00	62.13	540.00

Observaciones :

<p>ADRICORP SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p>  <p>Alex R. Adrianzen Regalado JEFE LAB. SUELOS - CONCRETOS INGENIERO CIVIL CIP. 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	 <p>Isaías Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil</p> <p>Tesista</p>	 <p>José Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL CIR: 3579</p> <p>Asesor</p>
--	---	--



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

TESISTA	: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA		
PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019		
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca		
FECHA	: Marzo del 2019		
CALICATA	: C - 1	N° REGISTRO :	
PROFUNDIDAD	: 0.80 m	NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ	
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69	FILTRACIÓN : NO PRESENTÓ	

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10	A CIELO ABIERTO		TERRENO NATURAL	PT		
-0.20		M - 1	MATERIAL DE ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA, COLOR MARRON ROJIZO, SEMI HUMEDO, COMPACTO, SIN PRESENCIA DE GRAVA. MATERIAL CHAMPOSO BIEN COMPACTADO.	CL	A-7-6 IG(15)	
-0.30						
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						
-2.60						
-2.70						
-2.80						
-2.90						
-3.00						

<p>ADRIANZEN SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p> <p><i>Alex R. Adrianzen Regalado</i> JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL CIP. 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	<p><i>Isaias Irigoín Barboza</i></p> <p>Isaias Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil Tesista</p>	<p><i>Jose Luis Silva Tarril</i></p> <p>Jose Luis Silva Tarril INGENIERO CIVIL CIR: 3577</p> <p>Asesor</p>
--	--	--



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

TESISTA	: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA		
PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019		
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca		
FECHA	: Marzo del 2019		
CALICATA	: C - 2	N° REGISTRO :	
PROFUNDIDAD	: 0.80 m	NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ	
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61	FILTRACIÓN : NO PRESENTÓ	

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10	A CIELO ABIERTO		TERRENO NATURAL	PT		
-0.20		M - 1	MATERIAL DE ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRON ROJIZO, SEMI HUMEDO, COMPACTO, SIN PRESENCIA DE GRAVA. MATERIAL CHAMPOSO BIEN COMPACTADO.	CL	A-6 IG(5)	
-0.30						
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						
-2.60						
-2.70						
-2.80						
-2.90						
-3.00						

<p>ADRIANZEN SAC. INGENIEROS DE TECNICOS</p> <p><i>Alex R. Adrianzen Regalado</i> JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL CIP. 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	<p><i>Isaias Irigoín Barboza</i> Isaias Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil</p> <p>Tesista</p>	<p><i>Jose Luis Silva Tarrili</i> Jose Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL CIP: 357760</p> <p>Asesor</p>
--	---	---



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

TESISTA	: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA		
PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019		
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca		
FECHA	: Mayo del 2019		
CALICATA	: C - 3	N° REGISTRO :	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ	
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759695.150 - N: 9273389.775 - Cota: 2311.48	FILTRACIÓN : NO PRESENTÓ	

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10	A CIELO ABIERTO	M - 1	MATERIAL DE LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA, COLOR MARRON, HUMEDO, COMPACTO, SIN PRESENCIA DE GRAVA.	MH	A-7-5 IG(12)	
-0.20						
-0.30						
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						
-2.60						
-2.70						
-2.80						
-2.90						
-3.00						

 <i>Alex R. Adrianzen Regalado</i> JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL CIP. 215014 Ing. Especialista	 Isaias Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil Tesista	 Jose Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL CIR: 3577400 Asesor
---	--	--



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESISTA : ISAIAS IRIGOIN BARBOZA

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

FECHA : Marzo del 2019

CALICATA : C - 1

MUESTRA : M - 1

PROF. (m) : 0.00 - 0.80

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69

Nº REGISTRO :

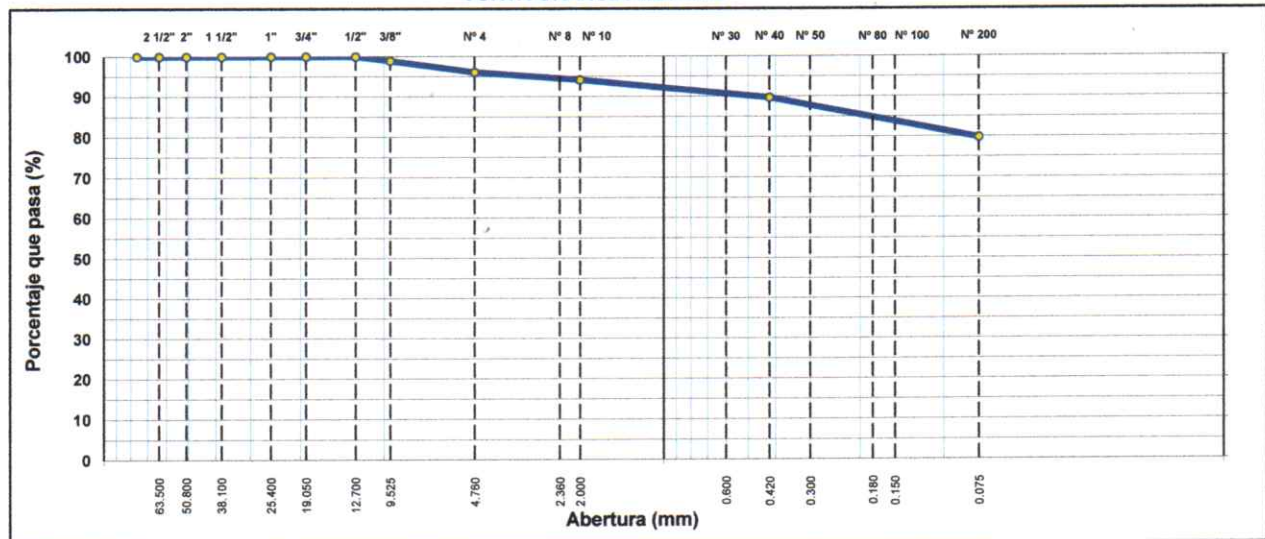
MATERIAL :

LADO :

PROGR. (Km) :

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,005.8 gr			
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 39.2 gr			
2"	50.800						PESO FINO = 966.6 gr			
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 49 %			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 24 %			
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 25 %			
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		CLASF. AASHTO = A-7-6 (15)			
3/8"	9.525	10.6	1.1	1.1	99.0		CLASF. SUCOS = CL			
1/4"	6.350	14.7	1.5	2.5	97.5		Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200
# 4	4.760	13.9	1.4	3.9	96.1			1005.8	39.2	96.1
# 8	2.360	12.8	1.3	5.2	94.8		% Grava =	3.9		%
# 10	2.000	6.7	0.7	5.8	94.2		% Arena =	16.3		%
# 30	0.600	32.7	3.3	9.1	90.9		% Fino =	79.8		%
# 40	0.420	12.0	1.2	10.3	89.7		% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	17.6	1.7	12.0	88.0			447.5	400.9	16.7
# 80	0.180	34.6	3.4	15.5	84.5		OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	10.2	1.0	16.5	83.5					
# 200	0.075	37.6	3.7	20.2	79.8					
< # 200	FONDO	802.4	79.8	100.0	0.0					
FINO		966.6					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		1,005.8					Coef. Curvatura	-		1.30
Descripción suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena							Pot. de Expansión	Medio		Sólido

CURVA GRANULOMÉTRICA



Alex R. Adrianzen Regalado
 JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 215014
Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
 Bach. Ing. Civil
Tesista

José Luis Silva Tarrili
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 35779
Asesor

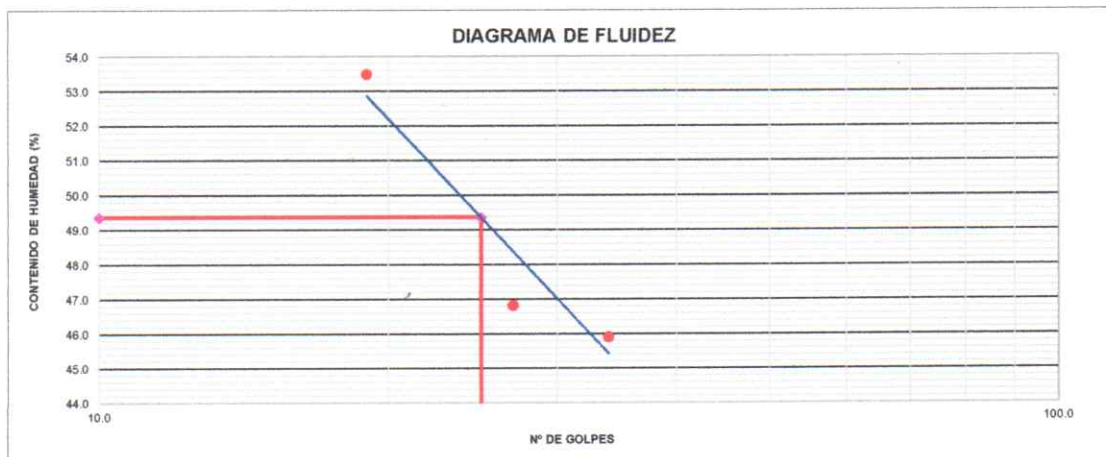


TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
TESISTA	: ISAIAS IRIGOIN BARBOZA
PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
FECHA	: Marzo del 2019
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROF. (m)	: 0.00 - 0.80
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69
Nº REGISTRO	:
MATERIAL	:
LADO	:
PROGR. (Km)	:

LÍMITE LÍQUIDO			
Nº TARRO	26	11	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	51.29	42.79	44.50
TARRO + SUELO SECO	41.70	36.20	38.00
AGUA	9.59	6.59	6.50
PESO DEL TARRO	23.77	22.12	23.84
PESO DEL SUELO SECO	17.93	14.08	14.16
% DE HUMEDAD	53.49	46.80	45.90
Nº DE GOLPES	19	27	34

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº TARRO	24		
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.96		
TARRO + SUELO SECO	26.91		
AGUA	1.05		
PESO DEL TARRO	22.59		
PESO DEL SUELO SECO	4.32		
% DE HUMEDAD	24.31		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	49
LÍMITE PLÁSTICO	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	25

OBSERVACIONES

ADRICORP SAC.
 INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
 JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 215014
Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil
Tesista

Jose Luis Silva Tarrili
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 157760
Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA	
PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019	
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca	
FECHA : Marzo del 2019	
CALICATA : C - 1	Nº REGISTRO :
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00 - 0.80	LADO :
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69	PROGR. (Km) :

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	447.50		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	400.90		
Peso de Tara (gr.)	122.30		
Peso de Agua (gr.)	46.60		
Peso Mat. Seco (gr.)	278.60		
Humedad Natural (%)	16.73		
Promedio de Humedad (%)		16.7	

OBSERVACIONES:

 <p>ADRICORP SAC INGENIEROS GEOTECNICOS</p> <p>Alex R. Adrianzen Regalado JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL CIP: 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	 <p>Isaías Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil</p> <p>Tesista</p>	 <p>José Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL CIR: 1577427</p> <p>Asesor</p>
---	--	--



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

FECHA : Marzo del 2019

CALICATA : C - 1

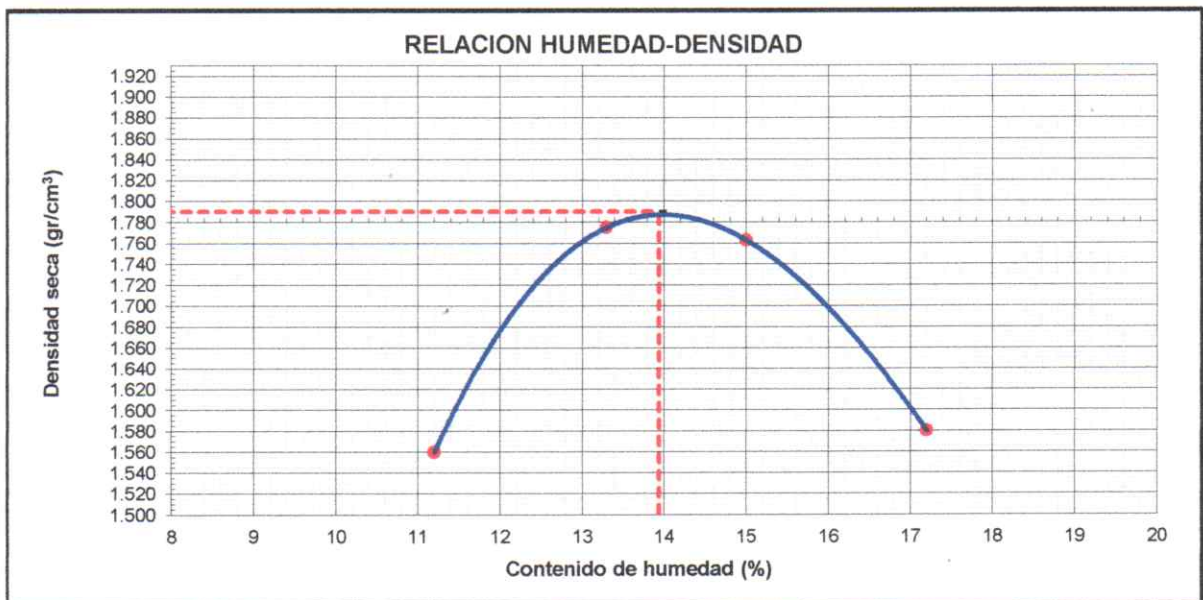
MUESTRA : M - 1

PROFUND. : 0.00 - 0.80 m

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	11.20	13.30	15.00	17.20
DENSIDAD SECA	1.560	1.775	1.763	1.580

DENSIDAD MAXIMA (kg/cm³)	1.790
HUMEDAD OPTIMA (%)	13.94



ADRICORP SAC.
INGENIEROS DE TÉCNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
Alex R. Adrianzen Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP. 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil
Tesista

Jose Luis Silva Tarrili
Jose Luis Silva Tarrili
INGENIERO CIVIL
CIR: 3577607

Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
TESISTA	: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
FECHA	: Marzo del 2019
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 0.80 m
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.79
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.94




b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.79	1.70	1.61
Comtenido de Humedad	13.94	13.24	12.55

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	90	1000	9
II	0.1	77	1000	7.7
III	0.1	50	1000	5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	9
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	7.1

<p>ADRI CORP SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p>  <p>Alex R. Advanzén Regalado JEFE LAB. ZUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL CIP: 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	 <p>Isaías Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil Tesista</p>	 <p>José Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL CIP: 3577</p> <p>Asesor</p>
---	--	---



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

FECHA : Marzo del 2019

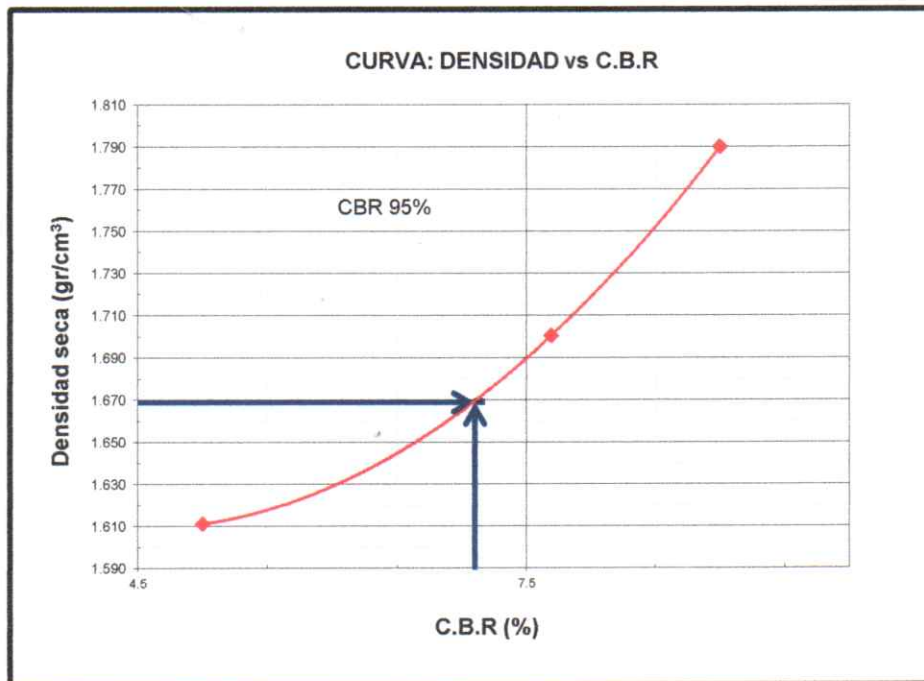
CALICATA : C - 1

MUESTRA : M - 1

PROFUND. : 0.00 - 0.80 m

UBICACION : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.79
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.94
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	9
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	7.1



ADRIANZÉN SAC.
INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzén Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP. 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Isaias Irigoín Barboza

Bach. Ing. Civil
Tesista

Jose Luis Silva Tarrili
Jose Luis Silva Tarrili
INGENIERO CIVIL
CIR: 3579

Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

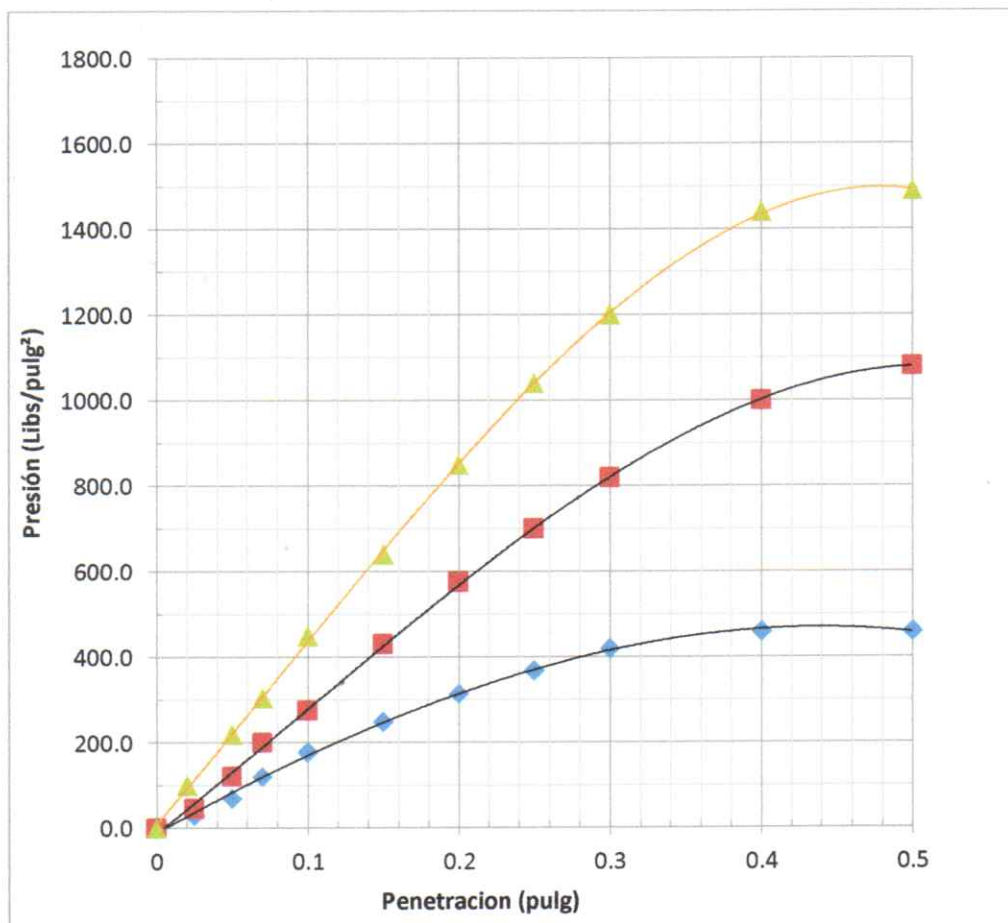
FECHA : Marzo del 2019

CALICATA : C - 1

MUESTRA : M - 1

PROFUND. : 0.00 - 0.80 m

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759932.086 - N: 9273482.021 - Cota: 2335.69



ADRI CORP SAC.
INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP: 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil

Tesista

Jose Luis Silva Tarrili
INGENIERO CIVIL
CIP: 3577657

Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

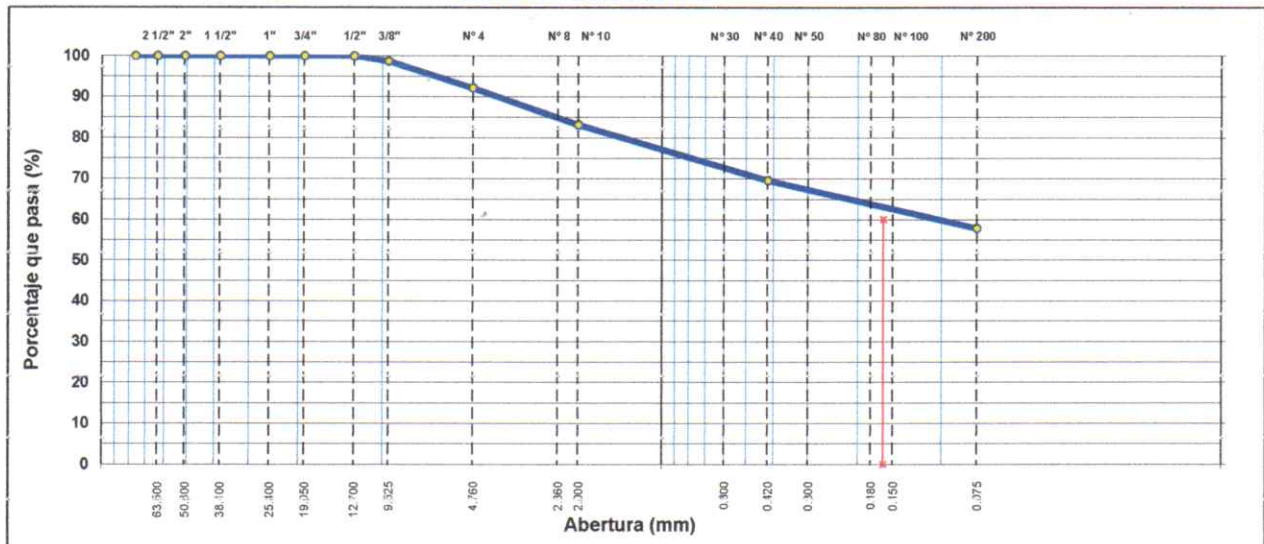
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESISTA : ISAIAS IRIGOIN BARBOZA		N° REGISTRO :
PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019		MATERIAL :
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca		LADO :
FECHA : Marzo del 2019		PROGR. (Km) :
CALICATA : C - 2	MUESTRA : M - 1	
PROF. (m) : 0.00-0.70		
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
3"	76.200						PESO TOTAL	=	785.8	gr			
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	61.8	gr			
2"	50.800						PESO FINO	=	724.0	gr			
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	34	%			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		LÍMITE PLÁSTICO	=	21	%			
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO	=	13	%			
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		CLASF. AASHTO	=	A-6	(5)			
3/8"	9.525	10.0	1.3	1.3	98.7		CLASF. SUCCS	=	CL				
1/4"	6.350	33.1	4.2	5.5	94.5		Ensayo Malla #200		P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200		
# 4	4.760	18.7	2.4	7.9	92.1				785.8	61.8	92.1		
# 8	2.360	57.0	7.3	15.1	84.9		% Grava	=	7.9	%			
# 10	2.000	13.2	1.7	16.8	83.2		% Arena	=	34.3	%			
# 30	0.600	81.5	10.4	27.2	72.8		% Fino	=	57.9	%			
# 40	0.420	24.8	3.2	30.3	69.7		% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S.	% Humedad		
# 50	0.300	23.9	3.0	33.4	66.6				552.6	510.3	10.4		
# 80	0.180	32.4	4.1	37.5	62.5		OBSERVACIONES:						
# 100	0.150	9.6	1.2	38.7	61.3								
# 200	0.075	26.9	3.4	42.1	57.9								
< # 200	FONDO	454.7	57.9	100.0	0.0								
FINO		724.0					Coef. Uniformidad	=	-		Índice de Consistencia		
TOTAL		785.8					Coef. Curvatura	=	-		1.84		
Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad							Pot. de Expansión	=	Bajo		Solido		

CURVA GRANULOMÉTRICA



ADRICORP SAC
 INGENIEROS GEOTÉCNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
 JEFE LAB SUELOS - CONCRETO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 215014
Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
 Bach. Ing. Civil
Tesista

José Luis Silva Tarrili
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 3579
Asesor

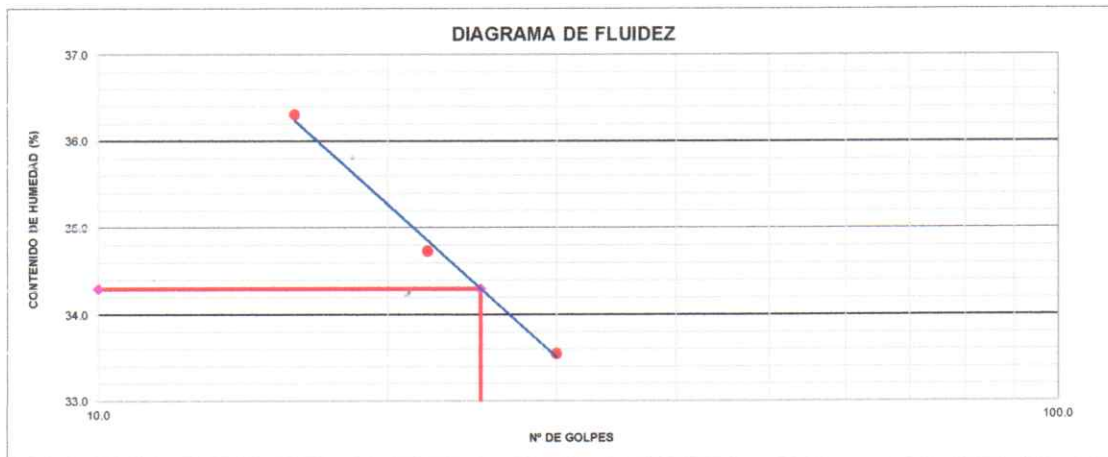


TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
TESISTA	: ISAIAS IRIGOIN BARBOZA
PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
FECHA	: Marzo del 2019
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROF. (m)	: 0.00-0.70
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61
Nº REGISTRO :	
MATERIAL :	
LADO :	
PROGR. (Km) :	


LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	7	4	31	
TARRO + SUELO HÚMEDO	49.87	42.68	38.02	
TARRO + SUELO SECO	42.50	37.62	34.30	
AGUA	7.37	5.06	3.72	
PESO DEL TARRO	22.20	23.05	23.21	
PESO DEL SUELO SECO	20.30	14.57	11.09	
% DE HUMEDAD	36.31	34.73	32.54	
Nº DE GOLPES	16	22	30	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	18			
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.39			
TARRO + SUELO SECO	26.53			
AGUA	0.86			
PESO DEL TARRO	22.49			
PESO DEL SUELO SECO	4.04			
% DE HUMEDAD	21.29			

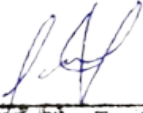


CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	34
LÍMITE PLÁSTICO	21
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13

OBSERVACIONES


Alex R. Adrianzen Regalado
 JEFE LAB SUELOS - CONCRETO
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 215014
Ing. Especialista


Isaias Irigoín Barboza
 Bach. Ing. Civil
Tesista


Jose Luis Silva Tarrili
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 3579607
Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA	
PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019	
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca	
FECHA : Marzo del 2019	
CALICATA : C - 2	Nº REGISTRO :
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00-0.70	LADO :
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61	PROGR. (Km) :

DATOS

Nº de Ensayo	R - 23		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	552.60		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	510.30		
Peso de Tara (gr.)	102.10		
Peso de Agua (gr.)	42.30		
Peso Mat. Seco (gr.)	408.20		
Humedad Natural (%)	10.36		
Promedio de Humedad (%)		10.4	

OBSERVACIONES:

 <p>ADRIANZEN SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p> <p>Alex R. Adrianzen Regalado JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL C.I.P. 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	 <p>Isaías Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil</p> <p>Tesista</p>	 <p>José Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL C.I.R. 1579407</p> <p>Asesor</p>
---	---	--



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

TESISTA : **ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA**

FECHA : Marzo del 2019

CALICATA : C - 2

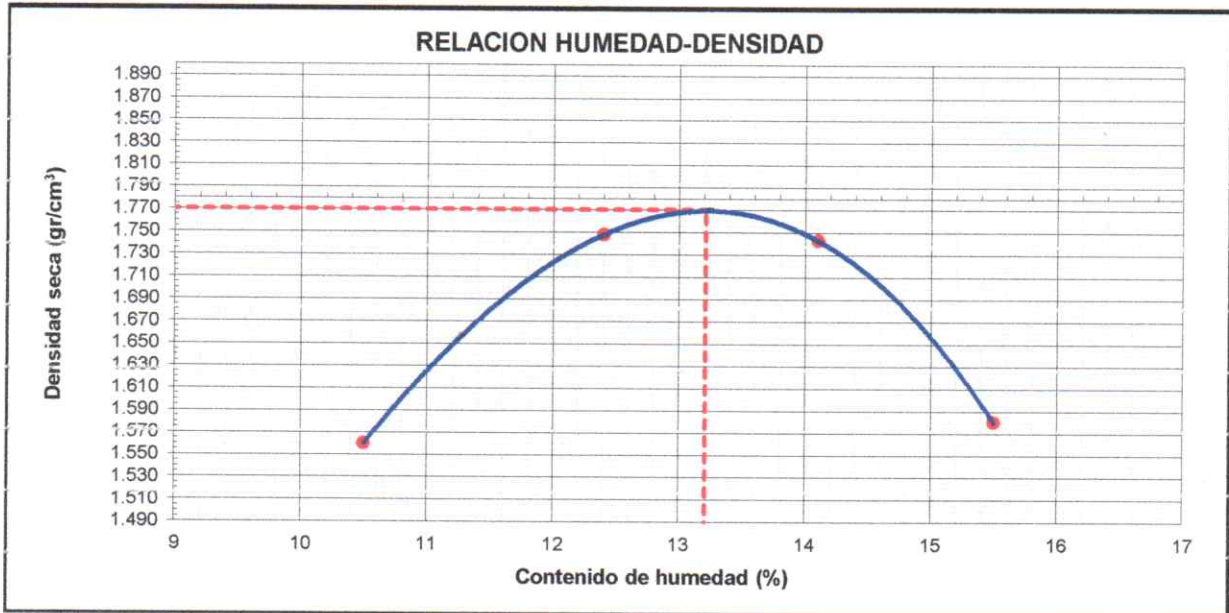
MUESTRA : M - 1

PROFUND. : 0.00 - 0.70 m

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	10.50	12.40	14.10	15.50
DENSIDAD SECA	1.560	1.748	1.743	1.580

DENSIDAD MÁXIMA (kg/cm²)	1.770
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	13.21



ADRIORP SAC.
INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP: 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil
Tesista

Jose Luis Silva Tarrili
INGENIERO CIVIL
CIR: 9577

Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
TESISTA	: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
FECHA	: Marzo del 2019
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 0.70 m
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.77
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.21




b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.77	1.68	1.59
Comtenido de Humedad	13.21	12.55	11.89

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	93	1000	9.3
II	0.1	77	1000	7.7
III	0.1	54	1000	5.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	9.3
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	7.4

<p>ADRIORP SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p>  <p>Alex R. Adrianzen Regalado JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL C.I.P. 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	 <p>Isaias Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil Tesista</p>	 <p>Jose Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL C.I.P. 1577602</p> <p>Asesor</p>
---	--	---

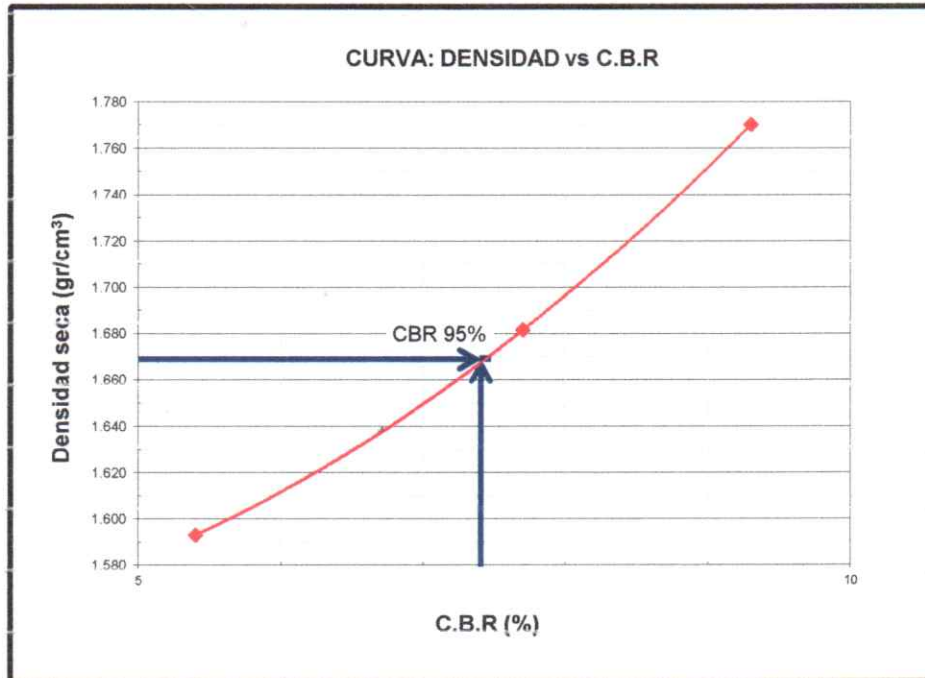


TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
FECHA : Marzo del 2019
CALICATA : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 0.70 m
UBICACION : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.77
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.21
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	9.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	7.4



ADRIQUEP SAC.
INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP: 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil

Tesista

Jose Luis Silva Tarril
INGENIERO CIVIL
CIP: 157740

Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

TESISTA : **ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA**

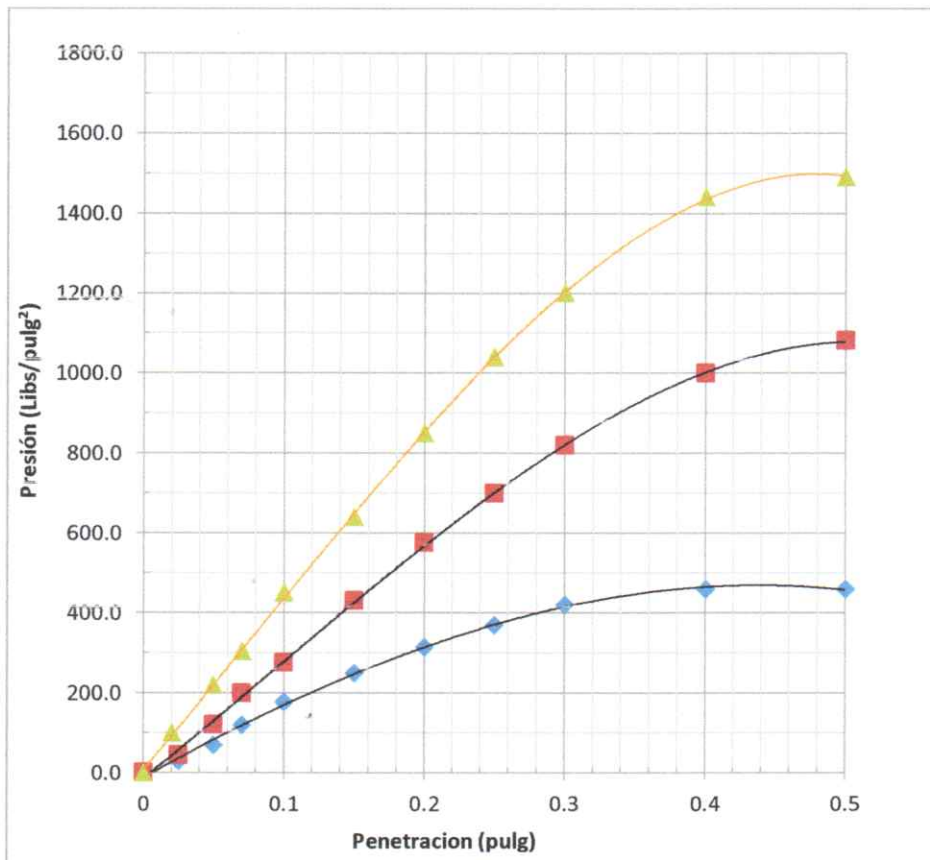
FECHA : Marzo del 2019

CALICATA : C - 2

MUESTRA : M - 1

PROFUND. : 0.00 - 0.70 m

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759875.758 - N: 9273446.341 - Cota: 2330.61



<p>ADRICORP SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p> <p><i>Alex R. Adrianzen Regalado</i></p> <p>Alex R. Adrianzen Regalado JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL C.I.P. 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	<p><i>Isaias Irigoin Barboza</i></p> <p>Isaias Irigoin Barboza Bach. Ing. Civil</p> <p>Tesista</p>	<p><i>Jose Luis Silva Tarrili</i></p> <p>Jose Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL C.I.R. 3579</p> <p>Asesor</p>
--	--	--

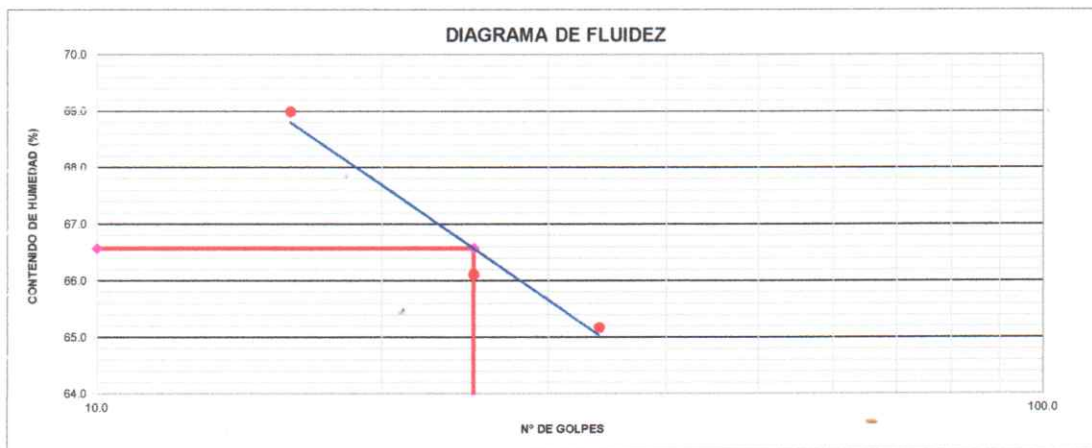


TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
TESISTA	: ISAIAS IRIGOIN BARBOZA
PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
FECHA	: Marzo del 2019
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759695.150 - N: 9273389.775 - Cota: 2311.48
Nº REGISTRO :	
MATERIAL :	
LADO :	
PROGR. (Km) :	

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	3	2	1	
TARRO + SUELO HÚMEDO	48.17	44.66	42.98	
TARRO + SUELO SECO	38.58	36.74	36.00	
AGUA	9.59	7.92	6.98	
PESO DEL TARRO	24.68	24.76	25.29	
PESO DEL SUELO SECO	13.90	11.98	10.71	
% DE HUMEDAD	68.99	66.11	65.17	
Nº DE GOLPES	16	25	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	18			
TARRO + SUELO HÚMEDO	29.36			
TARRO + SUELO SECO	27.63			
AGUA	1.73			
PESO DEL TARRO	24.43			
PESO DEL SUELO SECO	3.20			
% DE HUMEDAD	54.06			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	67
LÍMITE PLÁSTICO	54
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13

OBSERVACIONES

ADRICORP SAC.
INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP. 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil

Tesista

Jose Luis Silva Torrealba
Jose Luis Silva Torrealba
INGENIERO CIVIL
CIR: 3577

Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

TESISTA : ISAIÁS IRIGOÍN BARBOZA	
PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019	
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca	
FECHA : Marzo del 2019	
CALICATA : C - 3	Nº REGISTRO :
MUESTRA : M - 1	MATERIAL :
PROF. (m) : 0.00 - 1.50	LADO :
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759695.150 - N: 9273389.775 - Cota: 2311.48	PROGR. (Km) :

DATOS

Nº de Ensayo	B - 2		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	902.20		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	775.90		
Peso de Tara (gr.)	119.30		
Peso de Agua (gr.)	126.30		
Peso Mat. Seco (gr.)	656.60		
Humedad Natural (%)	19.24		
Promedio de Humedad (%)		19.2	

OBSERVACIONES:

 ADRIANZEN REGALADO SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS Alex R. Adrianzen Regalado JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL C.I.P. 215014 Ing. Especialista	 Isaias Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil Tesista	 José Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL C.I.R. 5577 Asesor
---	--	---



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

TESISTA : **ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA**

FECHA : Marzo del 2019

CALICATA : C - 3

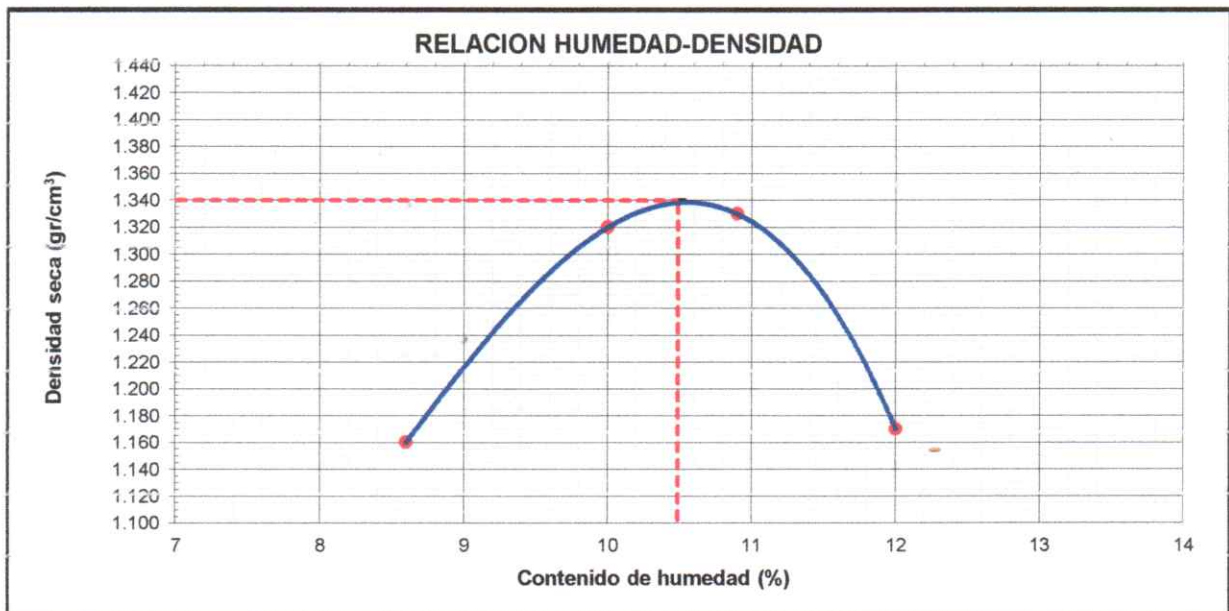
MUESTRA : M - 1

PROFUND. : 0.00 - 1.50 m

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759695.150 - N: 9273389.775 - Cota: 2311.48

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	8.60	10.00	10.90	12.00
DENSIDAD SECA	1.160	1.320	1.330	1.170

DENSIDAD MÁXIMA (kg/cm²)	1.340
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	10.49



ADRI CORP SAC.
INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP. 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil
Tesista

Jose Luis Silva Tarrili
Jose Luis Silva Tarrili
INGENIERO CIVIL
CIR: 15779

Asesor



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO	: Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
TESISTA	: ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
FECHA	: Marzo del 2019
CALICATA	: C - 3
MUESTRA	: M - 1
PROFUND.	: 0.00 - 1.50 m
UBICACIÓN	: Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759695.150 - N: 9273389.775 - Cota: 2311.48

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.34
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.49

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.34	1.27	1.21
Comtenido de Humedad	10.49	9.97	9.44

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	59	1000	5.9
II	0.1	44	1000	4.4
III	0.1	30	1000	3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	5.9
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	4

<p>ADRICORP SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p> <p>Alex R. Adrianzen Regalado JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL CIP. 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	<p>Isaias Irigoín Barboza Bach. Ing. Civil Tesista</p>	<p>José Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL CIR: 1577607</p> <p>Asesor</p>
--	--	---

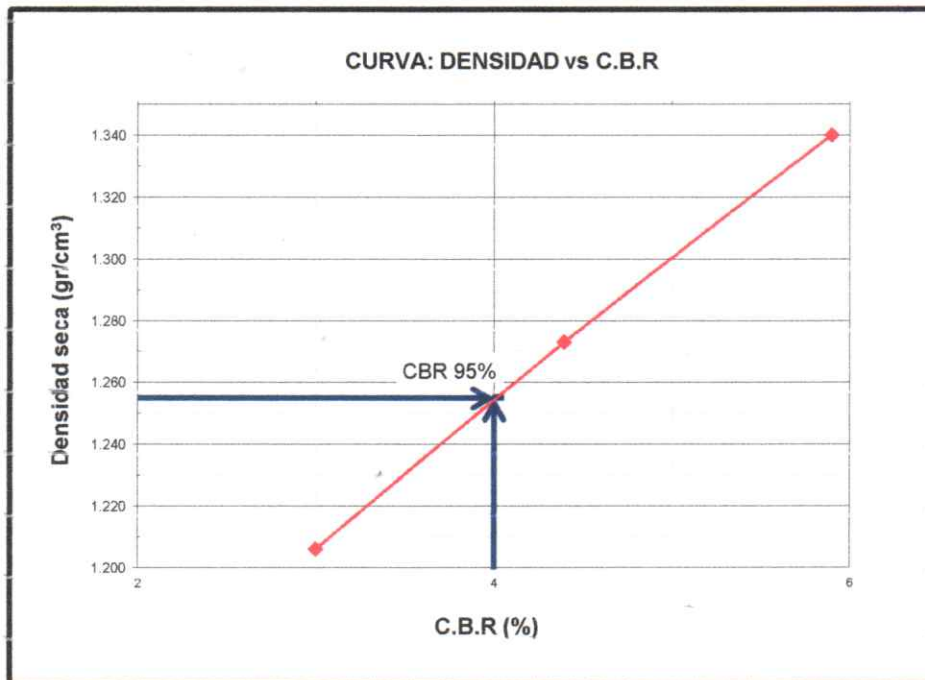


TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019
UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca
TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA
FECHA : Marzo del 2019
CALICATA : C - 3
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m
UBICACION : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759695.150 - N: 9273389.775 - Cota: 2311.48

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.34
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.49
C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%)	5.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%)	4



<p>ADRIORP SAC. INGENIEROS GEOTECNICOS</p> <p><i>Alex R. Adrianzen Regalado</i> JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO INGENIERO CIVIL CIP 215014</p> <p>Ing. Especialista</p>	<p><i>Isaias Irigoin Barboza</i> Isaias Irigoin Barboza Bach. Ing. Civil</p> <p>Tesista</p>	<p><i>Jose Luis Silva Tarrili</i> Jose Luis Silva Tarrili INGENIERO CIVIL CIP: 3579402</p> <p>Asesor</p>
---	---	--



TESIS: EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA, 2019

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

PROYECTO : Evaluación del Deterioro Prematuro del Pavimento Rígido de la Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas, Chota, Chota, Cajamarca

TESISTA : ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

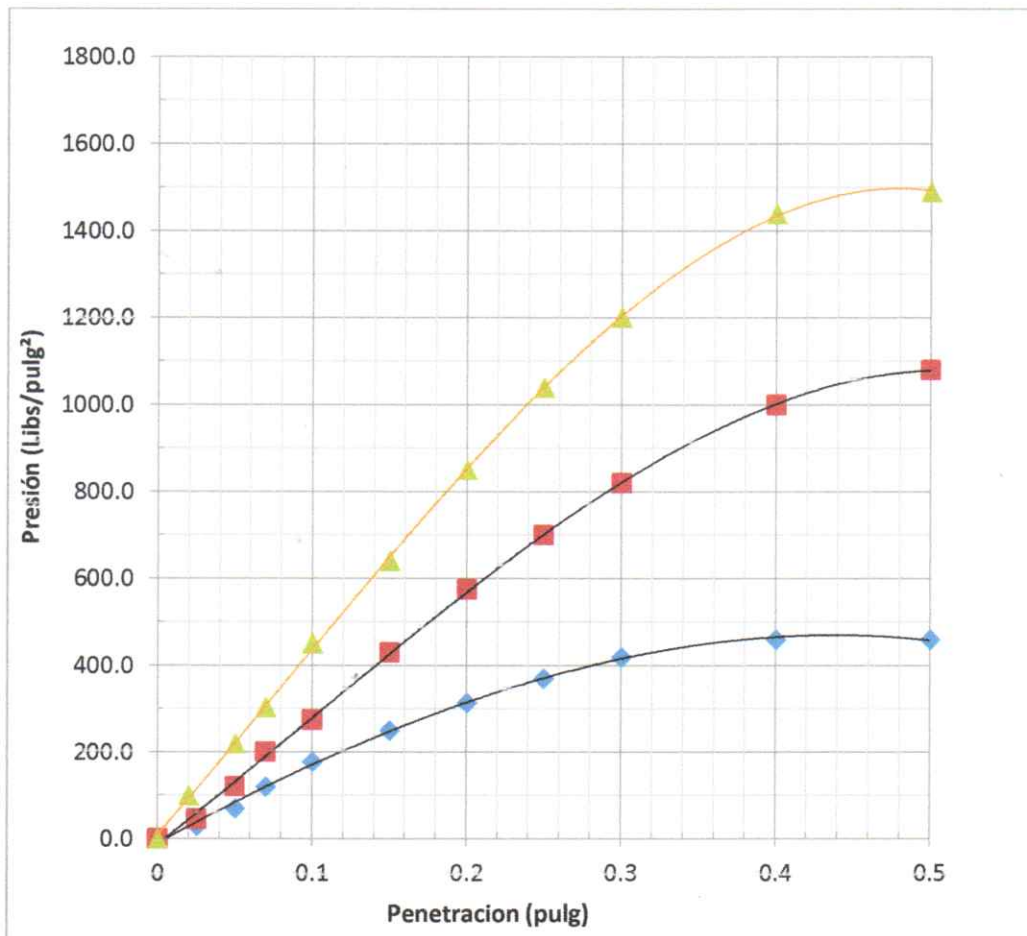
FECHA : Marzo del 2019

CALICATA : C - 3

MUESTRA : M - 1

PROFUND. : 0.00 - 1.50 m

UBICACIÓN : Av. Micaela Bastidas - Coord. E: 759695.150 - N: 9273389.775 - Cota: 2311.48



ADRIORP SAC.
INGENIEROS GEOTECNICOS

Alex R. Adrianzen Regalado
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO
INGENIERO CIVIL
CIP 215014

Ing. Especialista

Isaias Irigoín Barboza
Bach. Ing. Civil

Tesista

José Luis Silva Tarril
INGENIERO CIVIL
CIP: 1577407

Asesor

Anexo N° 7. Diseño del pavimento rígido



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



**TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA,
2019**

AVENIDA MICAELA BASTIDAS

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 A

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 B

N°	Peaje	Enero												Total	Código	Peaje	Enero												Total
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros				Ligeros	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados		
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.9863	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9711	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9997	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9666	0.8835	1.0000	3	AMBO	1.0495	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7805	0.7890	1.0495	1.0086	0.5792	0.9482	0.9447	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0168	1.1538	1.0178	0.9893	0.9811	1.0821	1.0845	1.1599	0.9021	1.0000	4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9513	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9708	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	5	AYAVIRI	1.0377	0.9267	1.0535	1.0533	1.0511	1.0319	0.9984	0.9505	0.9569	0.9293	0.9486	0.9523	1.0000
6	CANAMA	0.9535	0.4034	1.0209	1.2563	1.2888	1.2961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2556	1.2303	0.8494	1.0000	6	CANAMA	0.9370	0.8902	0.9140	1.0753	1.0804	1.0953	0.7762	1.0099	1.0099	0.9947	0.9776	0.8225	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9905	0.8677	0.9953	0.9865	1.0077	0.7648	1.0000	8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1024	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0689	1.3534	1.0405	1.0772	1.0632	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9968	0.9684	1.0000
11	DESIVOTALARA	1.0321	1.0892	1.1950	1.0511	1.0719	1.0555	0.9571	0.9133	0.9330	0.9599	0.9734	0.7789	1.0000	11	DESIVOTALARA	1.0985	1.0620	1.0974	1.0774	1.0216	1.0546	0.9568	0.9568	0.9562	0.9568	0.9198	0.9715	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0242	0.9781	0.9866	1.0263	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0958	0.9676	1.0000	12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0261	1.0477	1.0441	1.0426	0.9239	0.9340	0.9299	0.9533	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2197	1.0497	1.0103	1.0467	0.7967	0.8314	1.0145	0.9547	0.9196	0.9379	1.0000	13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	0.9668	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	1.0041	0.9321	0.9569	0.9455	0.9468	0.9948	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9568	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.1610	1.3022	1.4238	1.5546	1.1541	1.1887	0.6261	1.0000	15	CHILCA	0.9471	0.9310	1.0202	1.0429	1.0522	1.0551	1.0341	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHILLIQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9822	0.9316	0.9915	0.9207	0.2832	0.8829	1.0000	16	CHILLIQUI	0.9571	0.9568	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9721	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000
17	CHILUPANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0550	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	17	CHILUPANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000
18	CILIBAD DE DIOS	0.9338	0.9196	1.1930	1.0024	1.0024	1.0024	1.0024	0.9183	1.0024	0.9660	1.0664	0.6589	1.0000	18	CILIBAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0999	1.0887	0.8375	0.8101	0.6539	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	0.9336	0.7786	0.8795	1.0055	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1860	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0661	0.6673	1.0000	20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0554	1.0473	1.0358	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUCULLI	0.9998	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	21	CUCULLI	0.9544	0.9489	1.1882	1.1610	1.1610	0.9789	0.8835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0995	1.0000
22	DESIVO OLIVOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	22	DESIVO OLIVOS	1.0670	1.0584	1.0607	1.0520	1.0192	0.9957	0.9187	0.9394	0.9997	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESIVO TALARA	0.8869	0.8961	1.0066	0.9480	1.1548	1.1524	0.9406	1.1150	0.9929	1.1153	0.9262	0.7448	1.0000	23	DESIVO TALARA	1.0234	0.9493	1.0148	1.0240	0.9840	0.9863	0.9699	0.9965	0.9922	0.9905	0.9843	0.9840	1.0000
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0513	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8200	1.0000	24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.0264	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000
25	EL PARASO	0.9205	0.9105	1.0517	1.1149	1.1469	1.0820	0.9012	0.7531	1.0029	0.7531	1.0029	0.7531	1.0000	25	EL PARASO	1.0139	0.9609	1.0354	1.0501	1.0370	1.0210	1.0117	0.9785	0.9968	0.9754	0.9892	0.8040	1.0000
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1887	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	26	FORTALEZA	1.0096	0.9646	1.0335	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9882	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.8705	1.1529	0.8270	1.0000	27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9820	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUAMAY	0.9025	0.9244	1.1291	1.1310	1.2988	1.1960	0.8834	0.9656	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	28	HUAMAY	1.0626	1.0429	1.1711	1.1396	1.1478	1.0300	0.9937	0.9487	0.9638	0.9479	0.9288	0.7730	1.0000
29	LAKE	1.0094	0.9990	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0590	0.9513	1.1795	0.8883	1.0000	29	LAKE	0.9862	0.9844	1.0136	1.0471	1.0308	0.9881	0.9597	0.9489	0.9216	0.8853	1.0216	1.0000	
30	LAIVE	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	0.9550	1.0804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	30	LAIVE	1.0669	0.9457	0.9755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000
31	LAKE	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	0.9550	1.0804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	31	LAIVE	1.0669	0.9457	0.9755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000
32	JAHUAY - CHINCHA	0.9973	1.0323	1.0316	1.0905	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9713	1.0339	1.0479	1.0542	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2287	1.1376	1.0235	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000	33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000
34	LOMA LARGA ALTA	0.9748	1.0418	1.0418	1.0418	1.0418	0.9748	0.9748	0.9748	1.0418	1.0418	1.0418	0.9748	1.0000	34	LOMA LARGA ALTA	1.0616	1.0418	1.0418	1.0418	1.0418								

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

1. GENERALIDADES

Departamento:	Cajamarca
Provincia:	Chota
Distrito:	Chota
Horizonte del proyecto (en años):	20 años

Croquis de la estación



1.1 Determinación del tráfico actual

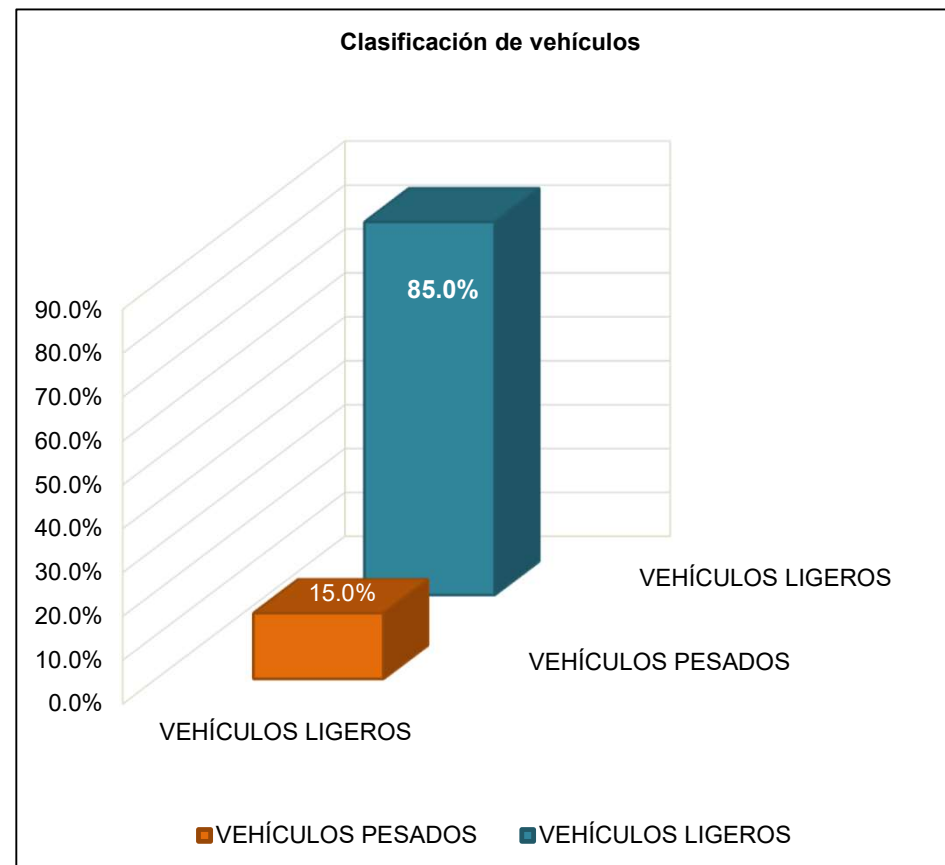
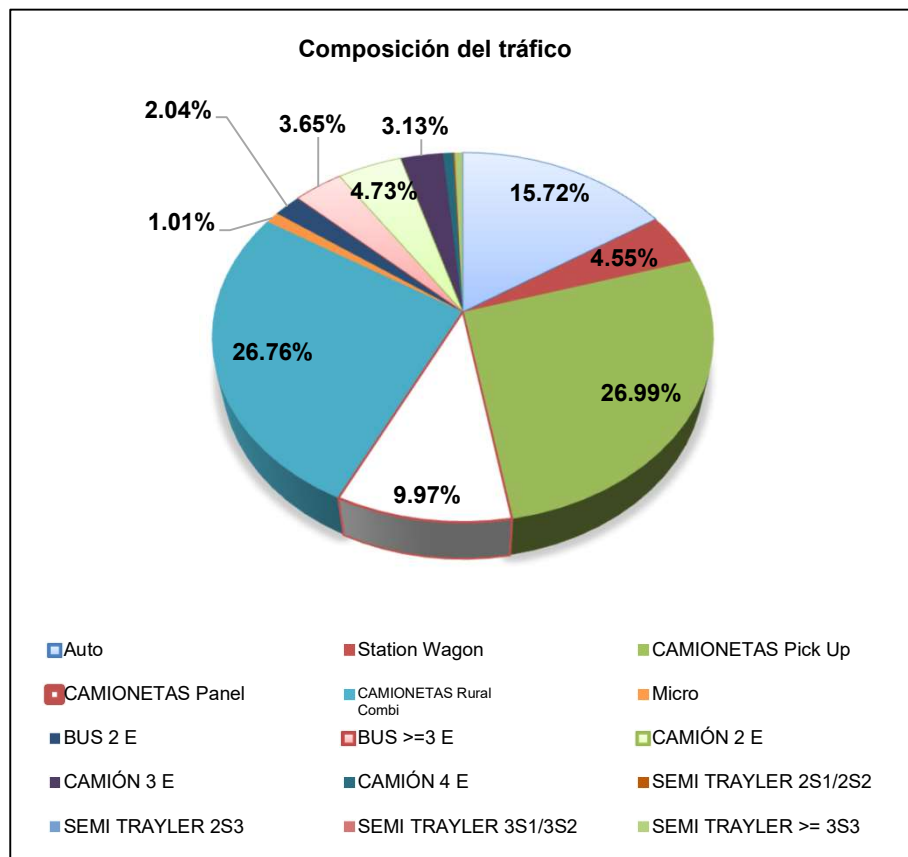
i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR

Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		
D1	03/06/2019	135	34	149	82	181	11	17	54	38	37	10	3	-	-	7	-	-	-	758	13.0%
D2	04/06/2019	177	34	192	58	205	11	18	41	32	22	10	2	-	-	7	-	-	-	809	13.9%
D3	05/06/2019	119	35	218	52	162	12	24	24	23	22	4	-	-	-	3	-	-	-	698	12.0%
D4	06/06/2019	129	35	218	82	239	12	25	50	45	38	7	-	-	-	4	-	-	-	884	15.1%
D5	07/06/2019	101	27	217	97	160	3	14	28	37	21	3	-	-	-	5	-	-	-	713	12.2%
D6	08/06/2019	130	30	279	97	275	3	9	10	60	26	3	-	-	-	9	-	-	-	931	15.9%
D7	09/06/2019	127	71	303	114	341	7	12	6	41	17	7	1	-	-	-	-	-	-	1,047	17.9%
TOTAL		918	266	1,576	582	1,563	59	119	213	276	183	44	6	-	-	35	-	-	-	5,840	100.0%
PORCENTAJE		85.0%						15.0%													



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

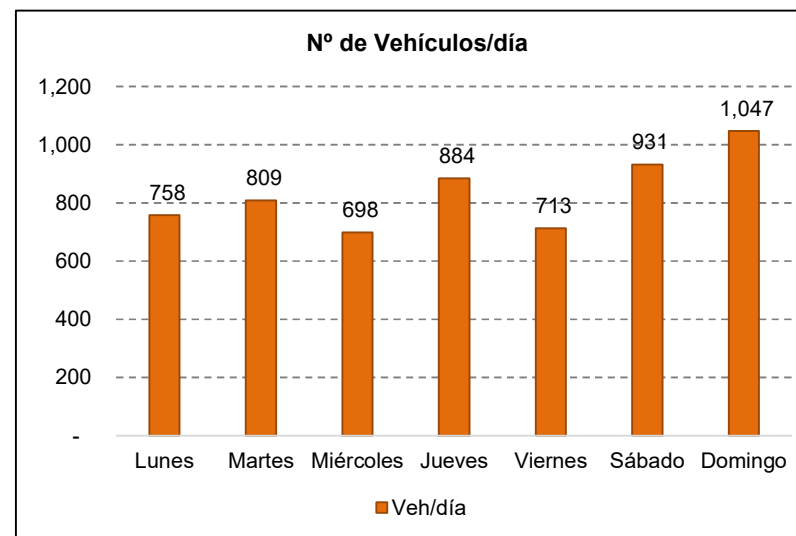




ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

Tipo de vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	135	177	119	129	101	130	127	918	
	Station Wagon	34	34	35	35	27	30	71	266	
	CAMIONETAS	Pick Up	149	192	218	218	217	279	303	1,576
		Panel	82	58	52	82	97	97	114	582
		Rural Combi	181	205	162	239	160	275	341	1,563
	Micro	11	11	12	12	3	3	7	59	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	17	18	24	25	14	9	12	119
		>=3 E	54	41	24	50	28	10	6	213
	CAMIÓN	2 E	38	32	23	45	37	60	41	276
		3 E	37	22	22	38	21	26	17	183
		4 E	10	10	4	7	3	3	7	44
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	3	2	-	-	-	-	1	6
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	7	7	3	4	5	9	-	35
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		758	809	698	884	713	931	1,047	5,840	

Variación diaria del tráfico vehicular actual
(junio 2019)



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros:

0.955	1.1 FC
-------	--------

 F.C.E. Vehículos pesados:

0.979	1.1 FC
-------	--------



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

IMDA

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_S = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMD_A = IMD_S * FC$$

Donde: IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
 IMD_A = Índice Medio Anual
 V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
 FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de vehículos		Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD_S	FC	IMD_A	Distribución (%)	
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	SEMANA					
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	135	177	119	129	101	130	127	918	131	0.95	126	15.6	
	Station Wagon	34	34	35	35	27	30	71	266	38	0.95	37	4.6	
	CAMIONETAS	Pick Up	149	192	218	218	217	279	303	1576	225	0.95	215	26.7
		Panel	82	58	52	82	97	97	114	582	83	0.95	80	9.9
		RuralCombi	181	205	162	239	160	275	341	1563	223	0.95	214	26.6
Micro	11	11	12	12	3	3	7	59	8	0.95	9	1.1		
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	17	18	24	25	14	9	12	119	17	0.98	17	2.1
		>=3 E	54	41	24	50	28	10	6	213	30	0.98	30	3.7
	CAMIÓN	2 E	38	32	23	45	37	60	41	276	39	0.98	39	4.8
		3 E	37	22	22	38	21	26	17	183	26	0.98	26	3.2
		4 E	10	10	4	7	3	3	7	44	6	0.98	7	0.9
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	3	2	-	-	-	-	1	6	1	0.98	1	0.1
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		>= 3S3	7	7	3	4	5	9	-	35	5	0.98	5	0.6
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
TOTAL		758	809	698	884	713	931	1,047	5,840	834		806	100.0	

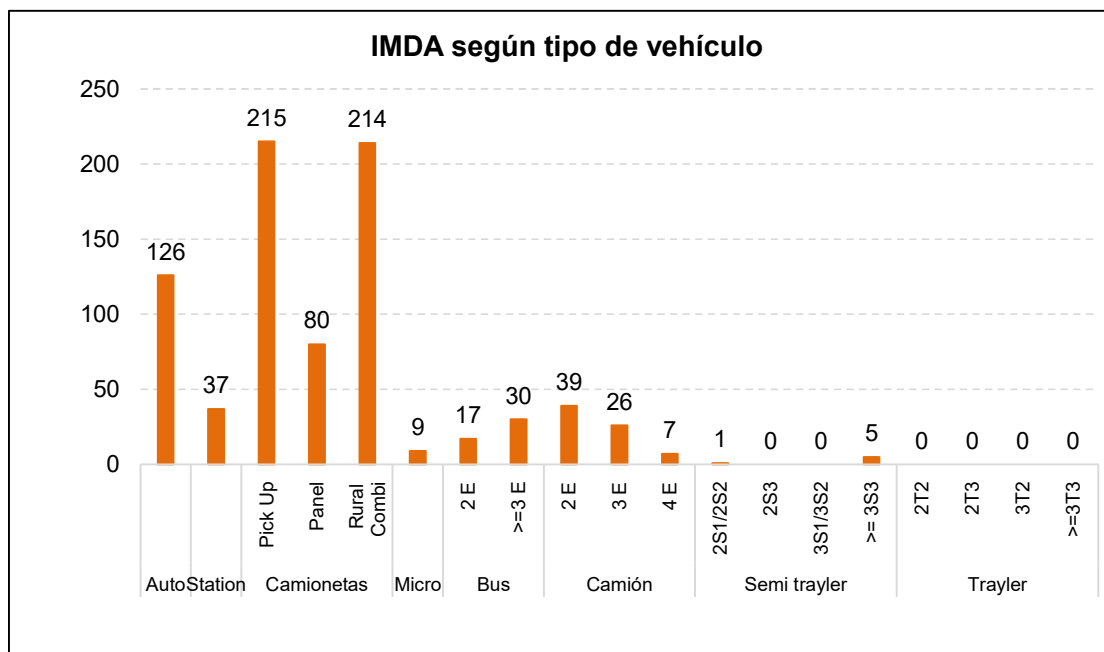


ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo				
Tipo de vehículos		IMD	Distribución (%)	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	126	15.6	
	Station	37	4.6	
	Camionetas	Pick Up	215	26.7
		Panel	80	9.9
		Rural Combi	214	26.6
	Micro	9	1.1	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	17	2.1
		>=3 E	30	3.7
	Camión	2 E	39	4.8
		3 E	26	3.2
		4 E	7	0.9
	Semi trayler	2S1/2S2	1	0.1
		2S3	0	0.0
		3S1/3S2	0	0.0
		>= 3S3	5	0.6
	Trayler	2T2	0	0.0
		2T3	0	0.0
		3T2	0	0.0
		>=3T3	0	0.0
	TOTAL		806	100.0



Del Cuadro anterior obtenemos que el IMDa total actual es de :
806 veh/día

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

1. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño:

Cuadro 6.1
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: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'S

Número de calzadas: 1
 Número de sentidos: 2
 Número de carriles por sentido: 1

Factor direccional (Fd) **0.5**

Factor carril (Fc) **1**

2. Tasas de crecimiento y proyección

PERIODO DE DISEÑO **n= 20 años**

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = Periodo de diseño

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

$$Fca_n = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Tasa de Crecimiento por región en %

r_{VP} = **0.57%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)
 r_{VC} = **1.29%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)

Fca= 21.1304553 (para vehiculos de pasajeros)
Fca= 22.6595716 (para vehiculos de carga)

3. Número de repeticiones de ejes equivalentes

Cuadro 6.3
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrigidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{2,20k})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.0}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.0}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TAK1})	EE _{TAK1} = [P / 14.8] ^{4.0}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TAK2})	EE _{TAK2} = [P / 15.1] ^{4.0}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 20.7] ^{3.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 21.8] ^{3.0}

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'S

Cuadro 6.4
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{2,20k})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.1}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TAK1})	EE _{TAK1} = [P / 13.0] ^{3.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TAK2})	EE _{TAK2} = [P / 13.3] ^{3.1}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 16.6] ^{3.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 17.5] ^{3.0}

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'S

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Tipo de vehículo		Tipo	Número	Carga	f	f
		Eje	Llantas	Eje Tn		
Vehículos ligeros	Autos	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Station	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Pick Up	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Panel	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Combi	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
Buses	B2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	B3	Simple	2	7	1.272834178	3.071
		TANDEM	6	15	1.798069265	
Camiones	C2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	C3	Simple	2	7	1.272834178	3.406
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	C4	Simple	2	7	1.272834178	4.958
	TRIDEM	10	23	3.685352143		
Semi Trayler	2S1	Simple	2	7	1.272834178	5.785
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	2S3	Simple	2	7	1.272834178	6.513
		Simple	4	10	2.256125246	
		TRIDEM	12	23	2.983727447	
	3S1	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
	3S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		TANDEM	8	10	2.256125246	
Trayler	2T2	Simple	2	7	1.272834178	8.041
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2T3	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	3T2	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
>=3T3	Simple	2	7	1.272834178	7.796	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		TRIDEM	8	16	2.133537109	

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Tipo de vehículo		f
Vehículos ligeros	Autos	0.001
	Station	0.001
	Pick Up	0.001
	Panel	0.001
	Combi	0.001
	Micro	0.001
Buses	B2	3.529
	B3	3.071
Camiones	C2	3.529
	C3	3.406
	C4	4.958
Semi Trayler	2S1	5.785
	2S2	5.662
	2S3	6.513
	3S1	5.662
	3S2	5.662
	>=3S3	6.390
Trayler	2T2	8.041
	2T3	7.919
	3T2	7.919
	>=3T3	7.796

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem



CALCULO DE ESAL

CÁLCULO DE ESAL'S O rep EE8.2Tn.

$$EE = N^{\circ} \text{ Vehículos según tipo} * \text{Factor de Carga} * \text{Factor de Presión de Llantas}$$

Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE día carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
Vehículos ligeros	Auto	126	0.0009	1.00	0.11	0.5	1.00	0.0550	21.1305	424.19	
	Station	37	0.0009	1.00	0.03	0.5	1.00	0.0150	21.1305	115.69	
	Camionetas	Pick Up	215	0.0009	1.00	0.19	0.5	1.00	0.0950	21.1305	732.70
		Panel	80	0.0009	1.00	0.07	0.5	1.00	0.0350	21.1305	269.94
		Rural Combi	214	0.0009	1.00	0.19	0.5	1.00	0.0950	21.1305	732.70
	Micro	9	0.0009	1.00	0.01	0.5	1.00	0.0050	21.1305	38.56	
Vehículos pesados	Bus	2 E	17	3.5290	1.00	59.99	0.5	1.00	29.9950	22.6596	248080.96
		>=3 E	30	3.0709	1.00	92.13	0.5	1.00	46.0650	22.6596	380991.81
	Camión	2 E	39	3.5290	1.00	137.63	0.5	1.00	68.8150	22.6596	569151.22
		3 E	26	3.4064	1.00	88.57	0.5	1.00	44.2850	22.6596	366269.88
		4 E	7	4.9582	1.00	34.71	0.5	1.00	17.3550	22.6596	143538.76
	Semi trayer	2S1/2S2	1	5.7851	1.00	5.79	0.5	1.00	2.8950	22.6596	23943.80
		2S3	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>= 3S3	5	5.6625	1.00	28.31	0.5	1.00	14.1550	22.6596	117072.38
	Trayer	2T2	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>=3T3	0	7.9186	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
IMDA		806							TP6	1851362.59	
					TOTAL						

DATOS PARA DISEÑO

1. Periodo de diseño

PERIODO DE DISEÑO n= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

2. Tránsito ESALS 1851362.59 EE

3. Serviciabilidad

Según MTC para $T7$ $P_i = 4.3$ Serviciabilidad inicial
 $P_t = 2.5$ serviciabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	
Pi = 4.5 para pavimentos rígidos	
Pi = 4.2 para pavimentos flexibles	

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL	
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes	
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor	

$$\Delta PSI = P_i - P_t = 1.8$$

4. La confiabilidad "R" y la desviación estándar (So)

DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR

4.1) CONFIABILIDAD

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Urbanas	Rurales
Interestatales y a	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principal	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

$$R = 85$$

4.2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL

DESVIACION ESTANDAR NORMAL, VALORES A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD R (%)	
CONFIABILIDAD R (%)	(Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$Z_r = -1.036$$

4.3) ERROR ESTANDAR COMBINADO So

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

$$S_o = 0.3$$

Cuadro 14.5
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T_{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T_{P10}	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T_{P11}	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T_{P12}	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T_{P13}	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T_{P14}	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	T_{P15}	>30,000,000		95%	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

DATOS PARA DISEÑO

5. Módulo de ruptura (MR)

5.1) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto $f_c =$ **210.00** kg/cm²
 $E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$
 $E_c =$ 3115169.605 psi = 21494.7 Mpa

5.2) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto $f_c =$ **210.00** kg/cm²
 $M_r = a(f_c)^{0.5}$
 $M_r =$ **491.9** psi = **3.39** Mpa

$$7 \leq K \leq 12$$

6. Drenaje (Cd)

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

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Exelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = **0.90**

7. Coeficiente de transferencia de carga (J)

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	----	2.3 - 2.9	----

J = **3.20**

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

2) METODO AASHTO

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **4.00** %

Si CBR ≤ 10 K = 2.55 + 52.5 LOG (CBR)
 Si CBR > 10 K = 46 + 9.08 (LOG (CBR))^4.34

K = 34.16 Mpa/m

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (K) = 34.16 Mpa/m

2.1.- **Módulo de Reacción de la Subrasante (K)**

Conocido también con el nombre de **COEFICIENTE DE BALASTRO**, expresa la resistencia del suelo de la subrasante a ser penetrado por efecto de la penetración de las losas.

Del ábaco: **RELACION ENTRE EL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. Y EL MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE K**, tenemos que para un:

$$C.B.R. = 4.00 \quad \rightarrow \quad K = 3.42 \text{ kg/cm}^3$$

Por efecto de la Base Granular, el Coefeciente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA			
	10 cm	15 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	10.36	12.04

Considerando:

Subbase e = 15 cm

Extrapolando tenemos

$$K(\text{kg/cm}^3) \quad e = 0.15$$

2.8	3.92
3.42	K
5.6	6.47

$$K = ((6.47 * (2.8 - 3.42) - 3.92 * (5.6 - 3.42)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 4.48 \text{ Kg/cm}^3$$

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA				
	10 cm	15 cm	20 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04

Considerando:

$$\text{Base } e = 20 \text{ cm}$$

Interpolando tenemos

$$K(\text{kg/cm}^3) \quad e = 0.20$$

2.8	4.29
4.48	K
5.6	7.2

$$K = ((7.2 * (2.8 - 4.48) - 4.29 * (5.6 - 4.48)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 6.04 \text{ Kg/cm}^3$$

$$K = 6.04 \text{ kg/cm}^3$$

$$\rightarrow K = 60.26 \text{ Mpa/m}$$

CÁLCULO DE DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO SEGÚN EL METODO AASTHO - 93

Es uno de los metodos mas utilizados y de mayor satisfaccion a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Dado que investigación de la autopista AASHTO en diferentes circuitos.es desarrollado en función a un método experimental, con una profunda

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^7}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left[\frac{M_r (C_d 0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$

Donde:

- W82 = Tráfico (Número de ESAL's)
- Zr = Desviación Estándar Normal
- So = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- D = Espesor de la losa del pavimento en (mm)
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Pi-Pt)
- Pi = Serviciabilidad Inicial
- Pt = Serviciabilidad Final
- Mr = Módulo de Rotura del concreto en (Mpa).
- Cd = Coeficiente de Drenaje
- J = Coeficiente de Transferencia de Carga
- Ec = Módulo de Elasticidad de concreto
- K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (Mpa/m).

Datos de diseño

Tráfico (ESAL's)	W82 =	1851362.59	
Índice de serviciabilidad inicial (Pi)	Pi=	4.3	
índice de serviciabilidad final (Pt)	Pt =	2.5	
Diferencia de serviciabilidad (Pi - Pt)	ΔPSI =	1.8	
Módulo de ruptura (Mr)	Mr =	3.39	Mpa
Módulo de elasticidad (Ec)	Ec =	21495	Mpa
Módulo de resistencia de la subrasante (K)	K =	60.26	Mpa/m
Coeficiente de transferencia de carga (J)	J =	3.20	
Coeficiente de drenaje (Cd)	Cd =	0.90	
Nivel de confiabilidad (R)	R =	85	
Desviación estándar normal (Zr)	ZR =	-1.036	
Error estándar combinado (So)	So =	0.3	

Valores por tanteo:

	D =	???	mm	por tanteo
	D =	225.00	mm	
	D =	22.50	cm	
Asumimos	D =	22.50	cm	

RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro	
6.27	=	-0.3108	+ 7.23996229 + -0.20855394 + -0.46029401
6.27	=	6.27	

OK

FINALMENTE EL DISEÑO DE PAVIMENTO ADOPTADO SERÁ:

- Losa de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	e	=	0.225 m
- Base Granular (afirmado)	e	=	0.200 m
- Sub Base Granular(over)	e	=	0.150 m
TOTAL			0.575 m



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



**TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA,
2019**

AVENIDA PERÚ



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

1. GENERALIDADES

Departamento:	Cajamarca
Provincia:	Chota
Distrito:	Chota
Horizonte del proyecto (en años):	20 años

Croquis de la estación



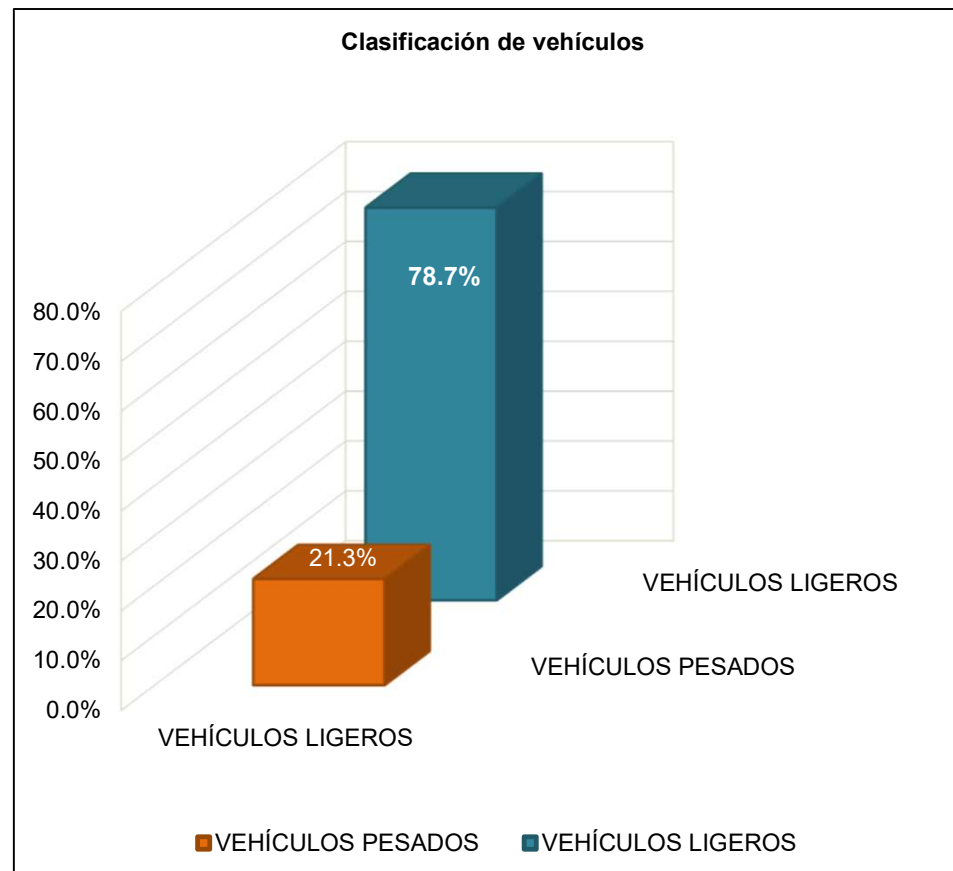
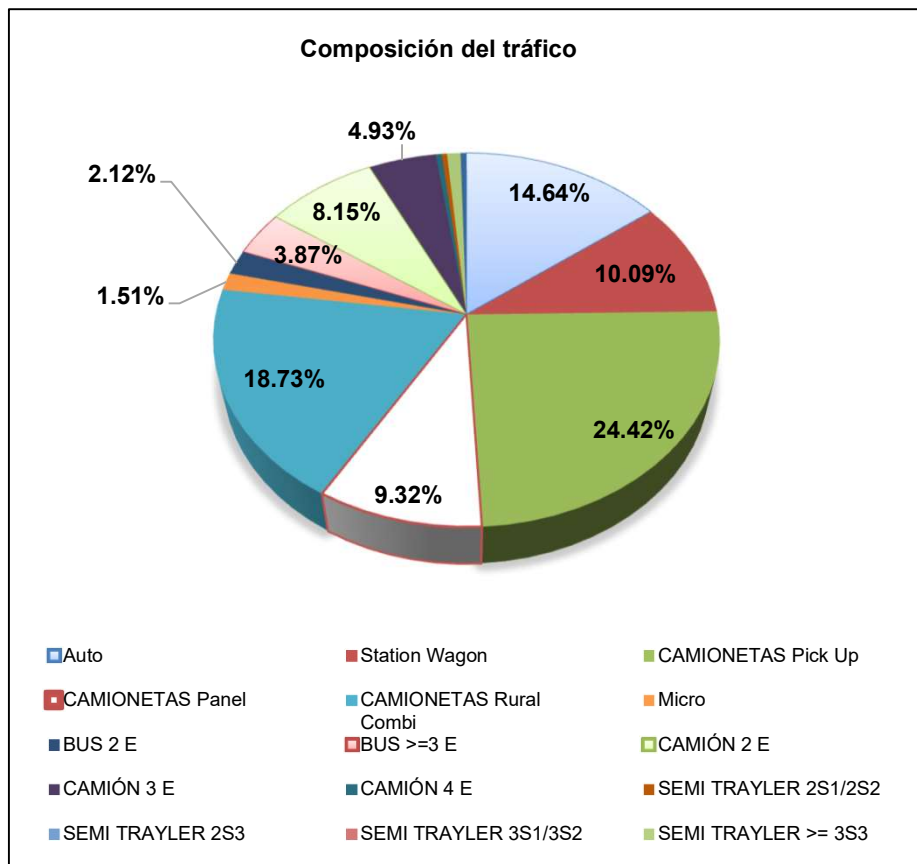
1.1 Determinación del tráfico actual

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																						
Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
D1	03/06/2019	147	109	247	84	163	10	23	36	65	44	2	5	-	-	9	-	-	-	4	948	12.1%
D2	04/06/2019	182	88	253	83	172	11	22	42	86	61	6	3	-	-	10	-	-	-	3	1,022	13.1%
D3	05/06/2019	151	85	230	90	169	16	23	52	78	63	6	7	-	-	12	-	-	-	3	985	12.6%
D4	06/06/2019	155	120	280	127	252	16	27	48	93	70	4	4	-	-	9	-	-	-	6	1,211	15.5%
D5	07/06/2019	141	98	244	100	154	9	14	37	59	30	2	4	-	-	9	-	-	-	6	907	11.6%
D6	08/06/2019	194	123	331	128	244	13	22	48	140	73	-	4	-	-	12	-	-	-	4	1,336	17.1%
D7	09/06/2019	174	165	323	116	309	43	35	39	116	44	14	3	-	-	16	-	-	-	7	1,404	18.0%
TOTAL		1,144	788	1,908	728	1,463	118	166	302	637	385	34	30	-	-	77	-	-	-	33	7,813	100.0%
PORCENTAJE		78.7%						21.3%														



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

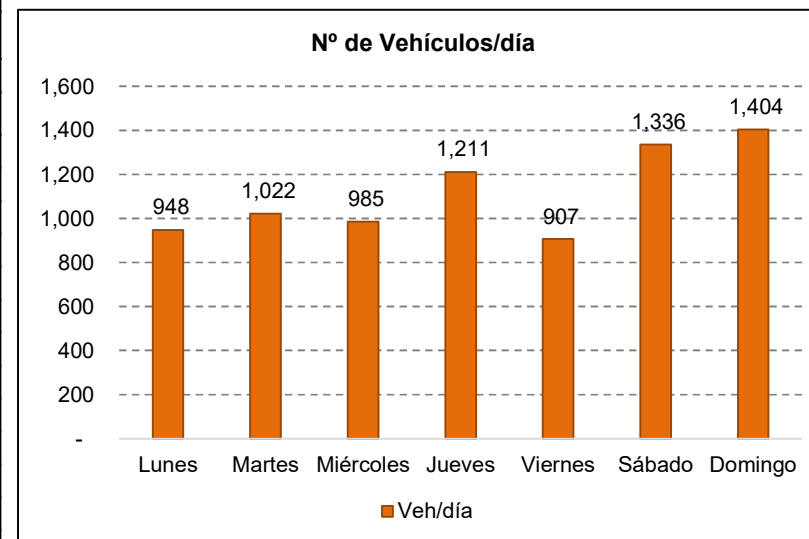




ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

Tipo de vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	147	182	151	155	141	194	174	1,144	
	Station Wagon	109	88	85	120	98	123	165	788	
	CAMIONETAS	Pick Up	247	253	230	280	244	331	323	1,908
		Panel	84	83	90	127	100	128	116	728
		Rural Combi	163	172	169	252	154	244	309	1,463
	Micro	10	11	16	16	9	13	43	118	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	23	22	23	27	14	22	35	166
		>=3 E	36	42	52	48	37	48	39	302
	CAMIÓN	2 E	65	86	78	93	59	140	116	637
		3 E	44	61	63	70	30	73	44	385
		4 E	2	6	6	4	2	-	14	34
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	5	3	7	4	4	4	3	30
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	9	10	12	9	9	12	16	77
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>=3T3	4	3	3	6	6	4	7	33
TOTAL		948	1,022	985	1,211	907	1,336	1,404	7,813	

Variación diaria del tráfico vehicular actual
(junio 2019)



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros:	0.955	1.1 FC
F.C.E. Vehículos pesados:	0.979	1.1 FC



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

IMDA

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_S = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMD_A = IMD_S * FC$$

Donde: IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMD_A = Índice Medio Anual

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de vehículos		Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD_S	FC	IMD_A	Distribución (%)	
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo						
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	147	182	151	155	141	194	174	1144	163	0.95	156	14.5	
	Station Wagon	109	88	85	120	98	123	165	788	113	0.95	108	10.0	
	CAMIONETAS	Pick Up	247	253	230	280	244	331	323	1908	273	0.95	261	24.2
		Panel	84	83	90	127	100	128	116	728	104	0.95	100	9.3
		RuralCombi	163	172	169	252	154	244	309	1463	209	0.95	200	18.5
	Micro	10	11	16	16	9	13	43	118	17	0.95	17	1.6	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	23	22	23	27	14	22	35	166	24	0.98	24	2.2
		>=3 E	36	42	52	48	37	48	39	302	43	0.98	43	4.0
	CAMIÓN	2 E	65	86	78	93	59	140	116	637	91	0.98	90	8.3
		3 E	44	61	63	70	30	73	44	385	55	0.98	54	5.0
		4 E	2	6	6	4	2	-	14	34	5	0.98	5	0.5
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	5	3	7	4	4	4	3	30	4	0.98	5	0.5
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		>= 3S3	9	10	12	9	9	12	16	77	11	0.98	11	1.0
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		>=3T3	4	3	3	6	6	4	7	33	5	0.98	5	0.5
TOTAL		948	1,022	985	1,211	907	1,336	1,404	7,813	1116		1079	100.0	

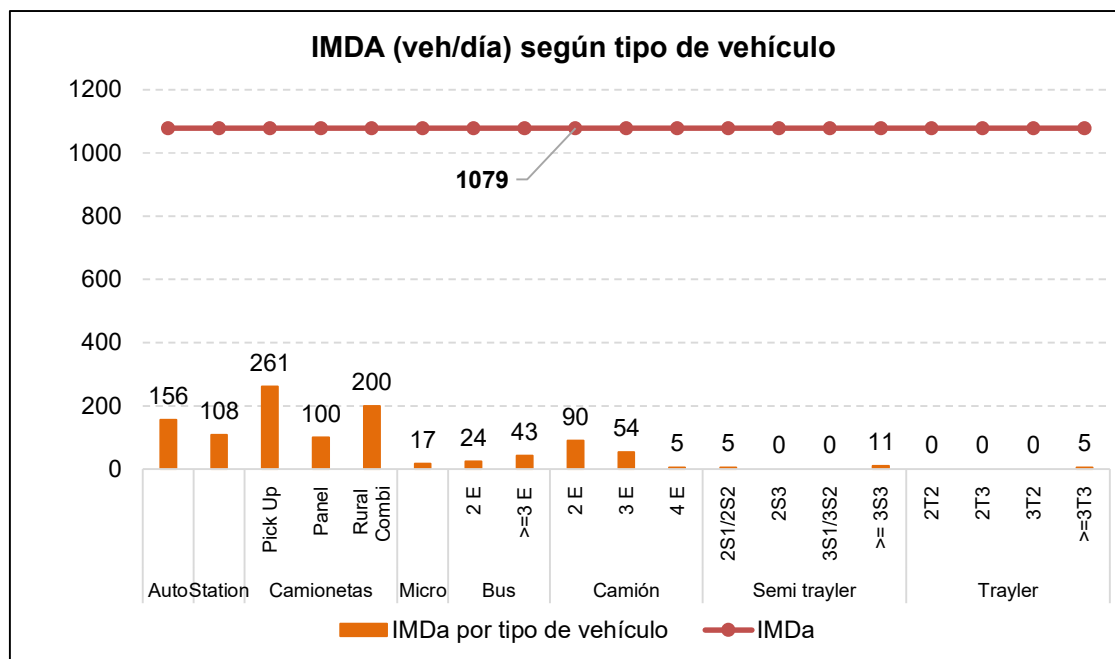


ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo				
Tipo de vehículos		IMD	Distribución (%)	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	156	14.5	
	Station	108	10.0	
	Camionetas	Pick Up	261	24.2
		Panel	100	9.3
		Rural Combi	200	18.5
	Micro	17	1.6	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	24	2.2
		>=3 E	43	4.0
	Camión	2 E	90	8.3
		3 E	54	5.0
		4 E	5	0.5
	Semi trayler	2S1/2S2	5	0.5
		2S3	0	0.0
		3S1/3S2	0	0.0
		>= 3S3	11	1.0
	Trayler	2T2	0	0.0
		2T3	0	0.0
		3T2	0	0.0
		>=3T3	5	0.5
	TOTAL		1079	100.0



Del Cuadro anterior obtenemos que el IMDa total actual es de :
1079 veh/día

ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

2.2 Demanda Proyectada

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde: T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x l $r_{vp} = 0.57\%$ (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de **(para vehículos de pasajeros)**)
 $r_{vc} = 1.29\%$ (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de **(para vehículos de carga)**)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal		1079	1087	1093	1103	1111	1120	1125	1133	1146	1154	1161
Auto		156	157	158	159	160	161	161	162	163	164	165
Station Wagon		108	109	109	110	111	111	112	112	113	114	114
CAMIONETAS	Pick Up	261	262	264	266	267	269	270	272	273	275	276
	Panel	100	101	101	102	102	103	103	104	105	105	106
	Rural Combi	200	201	202	203	205	206	207	208	209	211	212
Micro		17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18
BUS	2 E	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27
	>=3 E	43	44	44	45	45	46	46	47	48	48	49
CAMIÓN	2 E	90	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102
	3 E	54	55	55	56	57	58	58	59	60	61	61
	4 E	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>= 3S3	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13
TRAYLER	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>=3T3	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Tipo de vehículo		Tipo	Número	Carga	f	f
		Eje	Llantas	Eje Tn		
Vehículos ligeros	Autos	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Station	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Pick Up	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Panel	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Combi	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
Buses	B2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	B3	Simple	2	7	1.272834178	3.071
		TANDEM	6	15	1.798069265	
Camiones	C2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	C3	Simple	2	7	1.272834178	3.406
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	C4	Simple	2	7	1.272834178	4.958
	TRIDEM	10	23	3.685352143		
Semi Trayler	2S1	Simple	2	7	1.272834178	5.785
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	2S3	Simple	2	7	1.272834178	6.513
		Simple	4	10	2.256125246	
		TRIDEM	12	23	2.983727447	
	3S1	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
	3S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		TANDEM	8	10	2.256125246	
Trayler	2T2	Simple	2	7	1.272834178	8.041
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2T3	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	3T2	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
>=3T3	Simple	2	7	1.272834178	7.796	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		TRIDEM	8	16	2.133537109	

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Tipo de vehículo		f
Vehículos ligeros	Autos	0.001
	Station	0.001
	Pick Up	0.001
	Panel	0.001
	Combi	0.001
	Micro	0.001
Buses	B2	3.529
	B3	3.071
Camiones	C2	3.529
	C3	3.406
	C4	4.958
Semi Trayler	2S1	5.785
	2S2	5.662
	2S3	6.513
	3S1	5.662
	3S2	5.662
	>=3S3	6.390
Trayler	2T2	8.041
	2T3	7.919
	3T2	7.919
	>=3T3	7.796

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem



CALCULO DE ESAL

CÁLCULO DE ESAL'S O rep EE8.2Tn.

$$EE = N^{\circ} \text{ Vehículos según tipo} * \text{Factor de Carga} * \text{Factor de Presión de Llantas}$$

Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE dia carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	156	0.0009	1.00	0.14	0.5	1.00	0.0700	21.1304553	539.88	
	Station	108	0.0009	1.00	0.09	0.5	1.00	0.0450	21.1304553	347.07	
	Camionetas	Pick Up	261	0.0009	1.00	0.23	0.5	1.00	0.1150	21.1304553	886.95
		Panel	100	0.0009	1.00	0.09	0.5	1.00	0.0450	21.1304553	347.07
		Rural Combi	200	0.0009	1.00	0.17	0.5	1.00	0.0850	21.1304553	655.57
	Micro	17	0.0009	1.00	0.01	0.5	1.00	0.0050	21.1304553	38.56	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	24	3.5290	1.00	84.7	0.5	1.00	42.3500	22.65957165	350265.99
		>=3 E	43	3.0709	1.00	132.05	0.5	1.00	66.0250	22.65957165	546075.85
	Camión	2 E	90	3.5290	1.00	317.61	0.5	1.00	158.8050	22.65957165	1313435.45
		3 E	54	3.4064	1.00	183.94	0.5	1.00	91.9700	22.65957165	760660.29
		4 E	5	4.9582	1.00	24.79	0.5	1.00	12.3950	22.65957165	102515.87
	Semi trayler	2S1/2S2	5	5.7851	1.00	28.93	0.5	1.00	14.4650	22.65957165	119636.31
		2S3	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		>= 3S3	11	5.6625	1.00	62.29	0.5	1.00	31.1450	22.65957165	257592.31
	Trayler	2T2	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		>=3T3	5	7.9186	1.00	39.59	0.5	1.00	19.7950	22.65957165	163719.37
IMDA		1079	TOTAL					TP7		3616716.54	

DATOS PARA DISEÑO

5. Módulo de ruptura (MR)

5.1) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto $f_c =$ **210.00** kg/cm2
 $E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$
 $E_c =$ 3115169.605 psi = 21494.7 Mpa

5.2) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto $f_c =$ **210.00** kg/cm2
 $M_r = a(f_c)^{0.5}$
 $M_r =$ **491.9** psi = **3.39** Mpa

$$7 \leq K \leq 12$$

6. Drenaje (Cd)

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO 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

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = **0.90**

7. Coeficiente de transferencia de carga (J)

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	---	2.3 - 2.9	---

J = **3.20**

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

2) METODO AASHTO

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = 4.00 %

Si CBR ≤ 10 K = 2.55 + 52.5 LOG (CBR)
Si CBR > 10 K = 46 + 9.08 (LOG (CBR))^4.34

K = 34.16 Mpa/m

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (K) = 34.16 Mpa/m

2.1.- Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

Conocido también con el nombre de COEFICIENTE DE BALASTRO, expresa la resistencia del suelo de la subrasante a ser penetrado por efecto de la penetración de las losas.

Del ábaco: RELACION ENTRE EL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. Y EL MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE K, tenemos que para un:

$$C.B.R. = 4.00 \quad \rightarrow \quad K = 3.42 \text{ kg/cm}^3$$

Por efecto de la Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA			
	10 cm	15 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	10.36	12.04

Considerando:

Subbase e = 15 cm

Extrapolando tenemos

$$K(\text{kg/cm}^3) \quad e = 0.15$$

2.8	3.92
3.42	K
5.6	6.47

$$K = ((6.47 * (2.8 - 3.42) - 3.92 * (5.6 - 3.42)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 4.48 \text{ Kg/cm}^3$$

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA				
	10 cm	15 cm	20 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04

Considerando:

$$\text{Base } e = 20 \text{ cm}$$

Interpolando tenemos

$$K(\text{kg/cm}^3) \quad e = 0.20$$

2.8	4.29
4.48	K
5.6	7.2

$$K = ((7.2 * (2.8 - 4.48) - 4.29 * (5.6 - 4.48)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 6.04 \text{ Kg/cm}^3$$

$$K = 6.04 \text{ kg/cm}^3$$

$$\rightarrow K = 60.26 \text{ Mpa/m}$$

CÁLCULO DE DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO SEGÚN EL METODO AASTHO - 93

Es uno de los metodos mas utilizados y de mayor satisfaccion a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Dado que investigación de la autopista AASHTO en diferentes circuitos.es desarrollado en función a un método experimental, con una profunda

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^7}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left[\frac{M_r (C_d 0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$

Donde:

- W82 = Tráfico (Número de ESAL's)
- Zr = Desviación Estándar Normal
- So = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- D = Espesor de la losa del pavimento en (mm)
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Pi-Pt)
- Pi = Serviciabilidad Inicial
- Pt = Serviciabilidad Final
- Mr = Módulo de Rotura del concreto en (Mpa).
- Cd = Coeficiente de Drenaje
- J = Coeficiente de Transferencia de Carga
- Ec = Módulo de Elasticidad de concreto
- K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (Mpa/m).

Datos de diseño

Tráfico (ESAL's)	W82 =	3616716.54	
Índice de servicialidad inicial (Pi)	Pi=	4.3	
índice de servicialidad final (Pt)	Pt =	2.5	
Diferencia de serviciabilidad (Pi - Pt)	ΔPSI =	1.8	
Módulo de ruptura (Mr)	Mr =	3.39	Mpa
Módulo de elasticidad (Ec)	Ec =	21495	Mpa
Módulo de resistencia de la subrasante (K)	K =	60.26	Mpa/m
Coeficiente de transferencia de carga (J)	J =	3.20	
Coeficiente de drenaje (Cd)	Cd =	0.90	
Nivel de confiabilidad (R)	R =	85	
Desviación estándar normal (Zr)	ZR =	-1.036	
Error estándar combinado (So)	So =	0.3	

Valores por tanteo:

	D =	???	mm	por tanteo
	D =	252.15	mm	
	D =	25.22	cm	
Asumimos	D =	25.50	cm	

RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro	
6.56	=	-0.3108	+ 7.56855805 + -0.2160829 + -0.48212056
6.56	=	6.56	

OK

FINALMENTE EL DISEÑO DE PAVIMENTO ADOPTADO SERÁ:

- Losa de Concreto f'c = 210 Kg/cm2	e	=	0.255 m
- Base Granular (afirmado)	e	=	0.200 m
- Sub Base Granular(over)	e	=	0.150 m
TOTAL			0.605 m



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



**TESIS "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA,
2019**

AVENIDA MICAELA BASTIDAS + AVENIDA PERÚ



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

1. GENERALIDADES

Departamento:	Cajamarca
Provincia:	Chota
Distrito:	Chota
Horizonte del proyecto (en años):	20 años

Croquis de las estaciones



1.1 Determinación del tráfico actual

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Conteo vehicular Av. Peru

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																							
Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS														TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
D1	03/06/2019	147	109	247	84	163	10	23	36	65	44	2	5	-	-	9	-	-	-	4	948	6.9%	
D2	04/06/2019	182	88	253	83	172	11	22	42	86	61	6	3	-	-	10	-	-	-	3	1,022	7.5%	
D3	05/06/2019	151	85	230	90	169	16	23	52	78	63	6	7	-	-	12	-	-	-	3	985	7.2%	
D4	06/06/2019	155	120	280	127	252	16	27	48	93	70	4	4	-	-	9	-	-	-	6	1,211	8.9%	
D5	07/06/2019	141	98	244	100	154	9	14	37	59	30	2	4	-	-	9	-	-	-	6	907	6.6%	
D6	08/06/2019	194	123	331	128	244	13	22	48	140	73	-	4	-	-	12	-	-	-	4	1,336	9.8%	
D7	09/06/2019	174	165	323	116	309	43	35	39	116	44	14	3	-	-	16	-	-	-	7	1,404	10.3%	
TOTAL		1,144	788	1,908	728	1,463	118	166	302	637	385	34	30	-	-	77	-	-	-	33	7,813	57.2%	
PORCENTAJE		78.7%						21.3%															

ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

Conteo vehicular Av. Micaela Bastidas

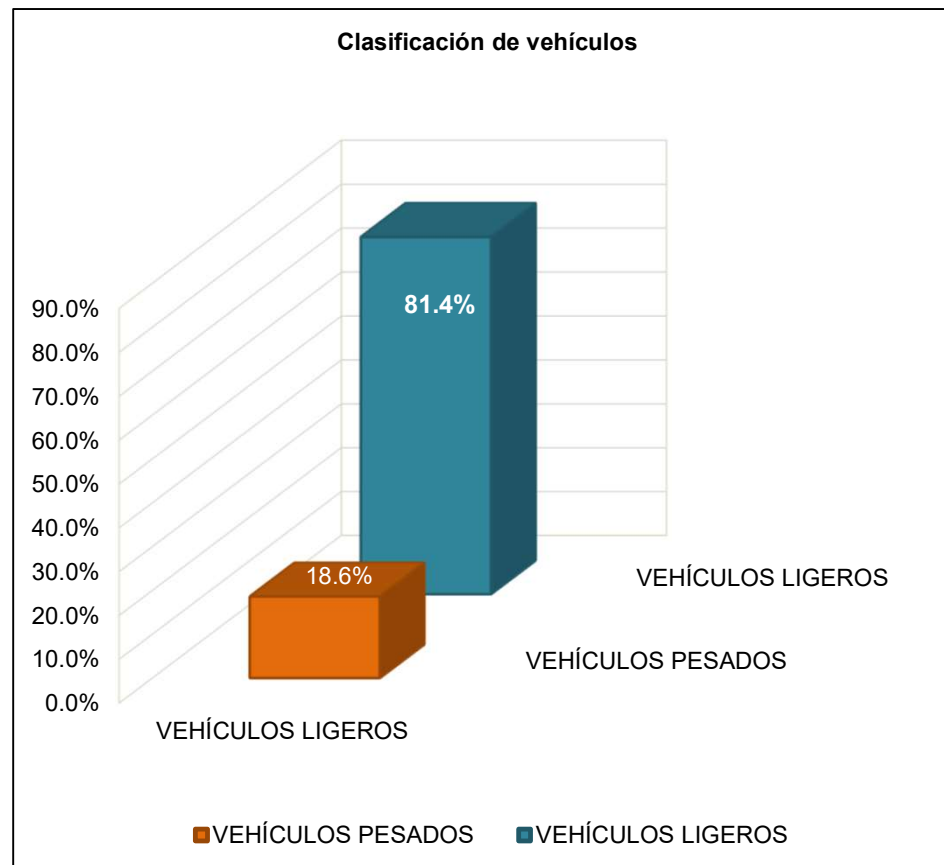
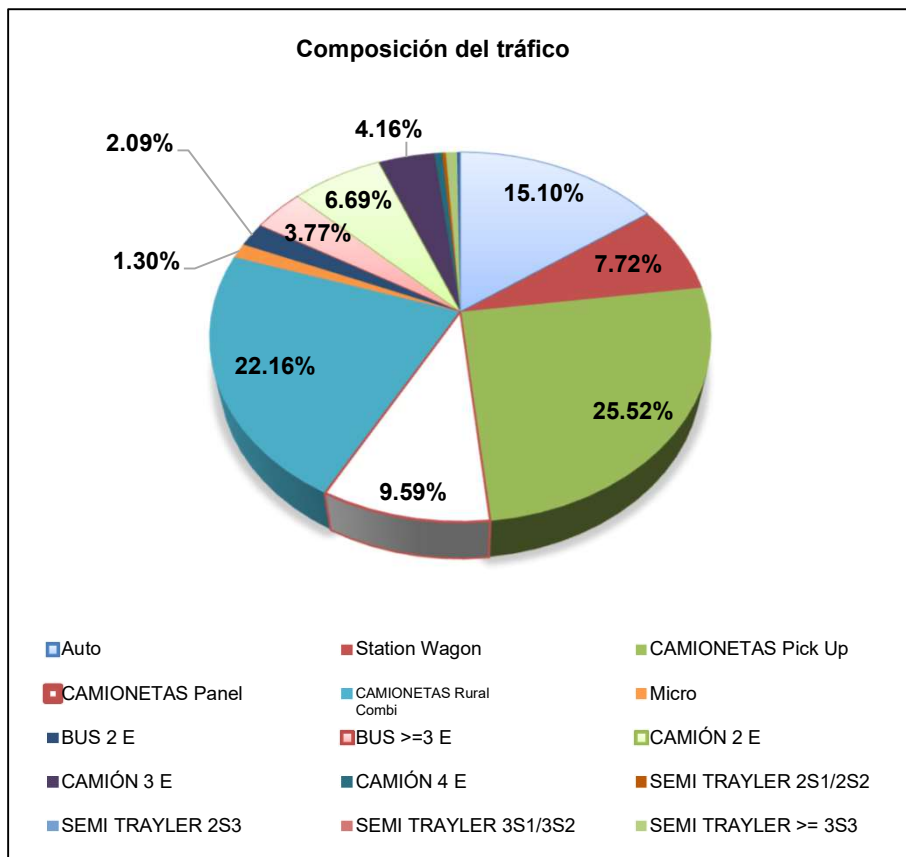
RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																						
Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS							VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
D1	03/06/2019	135	34	149	82	181	11	17	54	38	37	10	3	-	-	7	-	-	-	758	5.6%	
D2	04/06/2019	177	34	192	58	205	11	18	41	32	22	10	2	-	-	7	-	-	-	809	5.9%	
D3	05/06/2019	119	35	218	52	162	12	24	24	23	22	4	-	-	-	3	-	-	-	698	5.1%	
D4	06/06/2019	129	35	218	82	239	12	25	50	45	38	7	-	-	-	4	-	-	-	884	6.5%	
D5	07/06/2019	101	27	217	97	160	3	14	28	37	21	3	-	-	-	5	-	-	-	713	5.2%	
D6	08/06/2019	130	30	279	97	275	3	9	10	60	26	3	-	-	-	9	-	-	-	931	6.8%	
D7	09/06/2019	127	71	303	114	341	7	12	6	41	17	7	1	-	-	-	-	-	-	1,047	7.7%	
TOTAL		918	266	1,576	582	1,563	59	119	213	276	183	44	6	-	-	35	-	-	-	5,840	42.8%	
PORCENTAJE		85.0%							15.0%													

Conteo vehicular Av. Peru + Av. Micaela Bastidas

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																						
Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS							VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
D1	03/06/2019	282	143	396	166	344	21	40	90	103	81	12	8	-	-	16	-	-	-	1,706	12.5%	
D2	04/06/2019	359	122	445	141	377	22	40	83	118	83	16	5	-	-	17	-	-	-	1,831	13.4%	
D3	05/06/2019	270	120	448	142	331	28	47	76	101	85	10	7	-	-	15	-	-	-	1,683	12.3%	
D4	06/06/2019	284	155	498	209	491	28	52	98	138	108	11	4	-	-	13	-	-	-	2,095	15.3%	
D5	07/06/2019	242	125	461	197	314	12	28	65	96	51	5	4	-	-	14	-	-	-	1,620	11.9%	
D6	08/06/2019	324	153	610	225	519	16	31	58	200	99	3	4	-	-	21	-	-	-	2,267	16.6%	
D7	09/06/2019	301	236	626	230	650	50	47	45	157	61	21	4	-	-	16	-	-	-	2,451	18.0%	
TOTAL		2,062	1,054	3,484	1,310	3,026	177	285	515	913	568	78	36	-	-	112	-	-	-	13,653	100.0%	
PORCENTAJE		81.4%							18.6%													



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

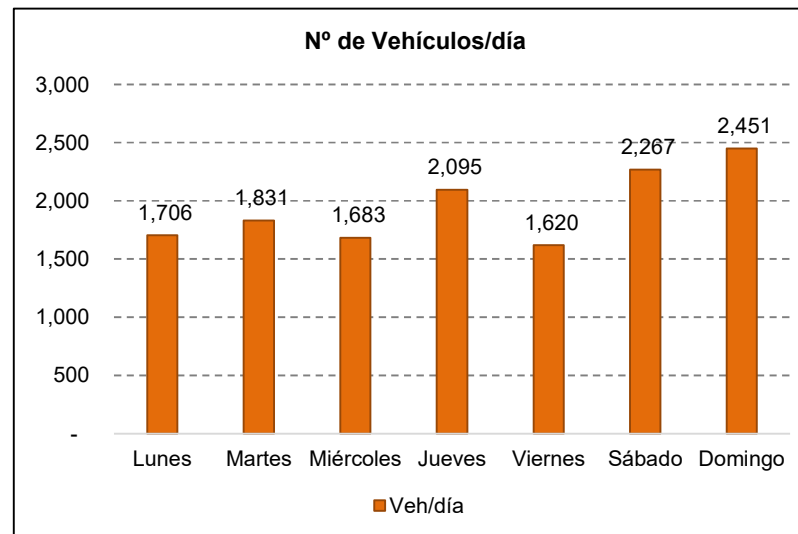




ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

Tipo de vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	282	359	270	284	242	324	301	2,062	
	Station Wagon	143	122	120	155	125	153	236	1,054	
	CAMIONETAS	Pick Up	396	445	448	498	461	610	626	3,484
		Panel	166	141	142	209	197	225	230	1,310
		Rural Combi	344	377	331	491	314	519	650	3,026
	Micro	21	22	28	28	12	16	50	177	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	40	40	47	52	28	31	47	285
		>=3 E	90	83	76	98	65	58	45	515
	CAMIÓN	2 E	103	118	101	138	96	200	157	913
		3 E	81	83	85	108	51	99	61	568
		4 E	12	16	10	11	5	3	21	78
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	8	5	7	4	4	4	4	36
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	16	17	15	13	14	21	16	112
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
>=3T3		4	3	3	6	6	4	7	33	
TOTAL		1,706	1,831	1,683	2,095	1,620	2,267	2,451	13,653	

Variación diaria del tráfico vehicular actual
(junio 2019)



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros: **0.955** 1.1 FC
 F.C.E. Vehículos pesados: **0.979** 1.1 FC



ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

IMDA

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_S = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMD_A = IMD_S * FC$$

Donde: IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMD_A = Índice Medio Anual

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de vehículos			Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día						TOTAL SEMANA	IMD_S	FC	IMD_A	Distribución (%)	
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado						Domingo
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto		282	359	270	284	242	324	301	2062	295	0.95	282	15.0
	Station Wagon		143	122	120	155	125	153	236	1054	151	0.95	144	7.7
	CAMIONETAS	Pick Up	396	445	448	498	461	610	626	3484	498	0.95	476	25.3
		Panel	166	141	142	209	197	225	230	1310	187	0.95	179	9.5
		RuralCombi	344	377	331	491	314	519	650	3026	432	0.95	413	22.0
Micro		21	22	28	28	12	16	50	177	25	0.95	25	1.3	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	40	40	47	52	28	31	47	285	41	0.98	40	2.1
		>=3 E	90	83	76	98	65	58	45	515	74	0.98	73	3.9
	CAMIÓN	2 E	103	118	101	138	96	200	157	913	130	0.98	128	6.8
		3 E	81	83	85	108	51	99	61	568	81	0.98	80	4.3
		4 E	12	16	10	11	5	3	21	78	11	0.98	11	0.6
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	8	5	7	4	4	4	4	36	5	0.98	6	0.3
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		>= 3S3	16	17	15	13	14	21	16	112	16	0.98	16	0.9
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0
3T2		-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.98	0	0.0	
>=3T3		4	3	3	6	6	4	7	33	5	0.98	5	0.3	
TOTAL			1,706	1,831	1,683	2,095	1,620	2,267	2,451	13,653	1950		1878	100.0

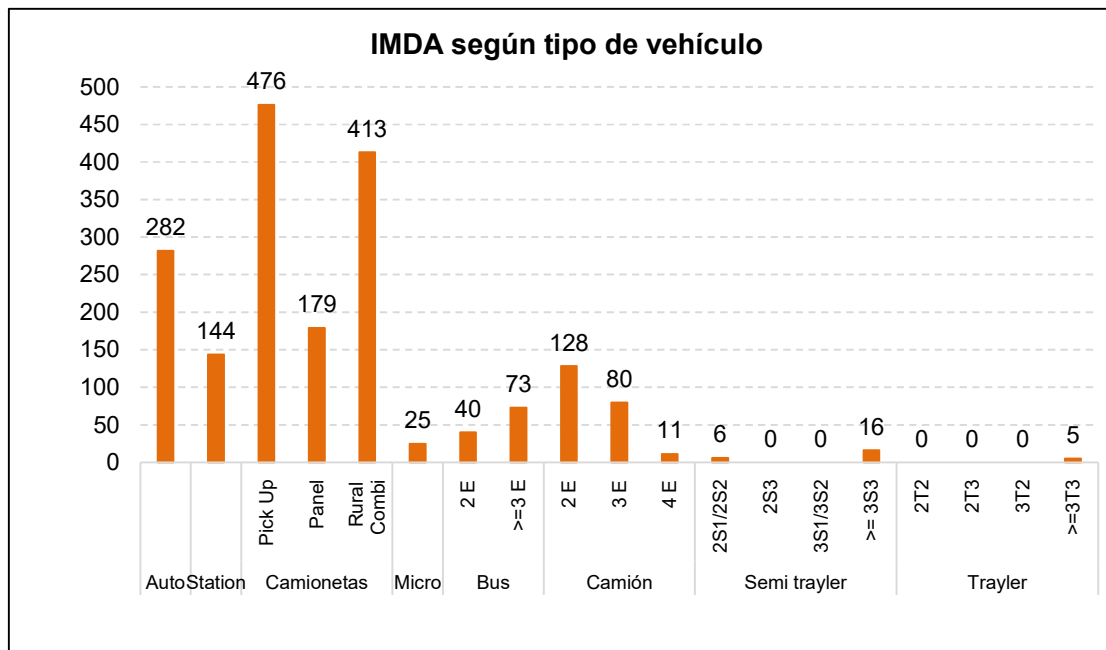


ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo				
Tipo de vehículos		IMD	Distribución (%)	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	282	15.0	
	Station	144	7.7	
	Camionetas	Pick Up	476	25.3
		Panel	179	9.5
		Rural Combi	413	22.0
	Micro	25	1.3	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	40	2.1
		>=3 E	73	3.9
	Camión	2 E	128	6.8
		3 E	80	4.3
		4 E	11	0.6
	Semi trayler	2S1/2S2	6	0.3
		2S3	0	0.0
		3S1/3S2	0	0.0
		>= 3S3	16	0.9
	Trayler	2T2	0	0.0
		2T3	0	0.0
		3T2	0	0.0
		>=3T3	5	0.3
		TOTAL	1878	100.0



Del Cuadro anterior obtenemos que el IMDa total actual es de :
1878 veh/día

ESTUDIO DE TRÁFICO
(MTC 2019)

2.2 Demanda Projectada

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde: T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección
r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x | $r_{vp} = 0.57\%$ (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de **(para vehículos de pasajeros)**)
 $r_{vc} = 1.29\%$ (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de **(para vehículos de carga)**)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	1878	1892	1903	1917	1933	1945	1958	1975	1988	2003	2017
Auto	282	284	285	287	289	290	292	294	295	297	299
Station Wagon	144	145	146	146	147	148	149	150	151	152	152
CAMIONETAS	Pick Up	476	479	481	484	487	490	493	495	498	504
	Panel Rural	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188
	Combi	413	415	418	420	423	425	427	430	432	437
Micro	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26
BUS	2 E	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45
	>=3 E	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
CAMIÓN	2 E	128	130	131	133	135	136	138	140	142	144
	3 E	80	81	82	83	84	85	86	88	89	90
	4 E	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>= 3S3	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18
TRAYLER	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>=3T3	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Tipo de vehículo		Tipo	Número	Carga	f	f
		Eje	Llantas	Eje Tn		
Vehículos ligeros	Autos	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Station	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Pick Up	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Panel	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Combi	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
Buses	B2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	B3	Simple	2	7	1.272834178	3.071
		TANDEM	6	15	1.798069265	
Camiones	C2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	C3	Simple	2	7	1.272834178	3.406
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	C4	Simple	2	7	1.272834178	4.958
	TRIDEM	10	23	3.685352143		
Semi Trayler	2S1	Simple	2	7	1.272834178	5.785
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	2S3	Simple	2	7	1.272834178	6.513
		Simple	4	10	2.256125246	
		TRIDEM	12	23	2.983727447	
	3S1	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
	3S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		TANDEM	8	10	2.256125246	
Trayler	2T2	Simple	2	7	1.272834178	8.041
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2T3	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	3T2	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
>=3T3	Simple	2	7	1.272834178	7.796	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		TRIDEM	8	16	2.133537109	

DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

Tipo de vehículo		f
Vehículos ligeros	Autos	0.001
	Station	0.001
	Pick Up	0.001
	Panel	0.001
	Combi	0.001
	Micro	0.001
Buses	B2	3.529
	B3	3.071
Camiones	C2	3.529
	C3	3.406
	C4	4.958
Semi Trayler	2S1	5.785
	2S2	5.662
	2S3	6.513
	3S1	5.662
	3S2	5.662
	>=3S3	6.390
Trayler	2T2	8.041
	2T3	7.919
	3T2	7.919
	>=3T3	7.796

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem



CALCULO DE ESAL

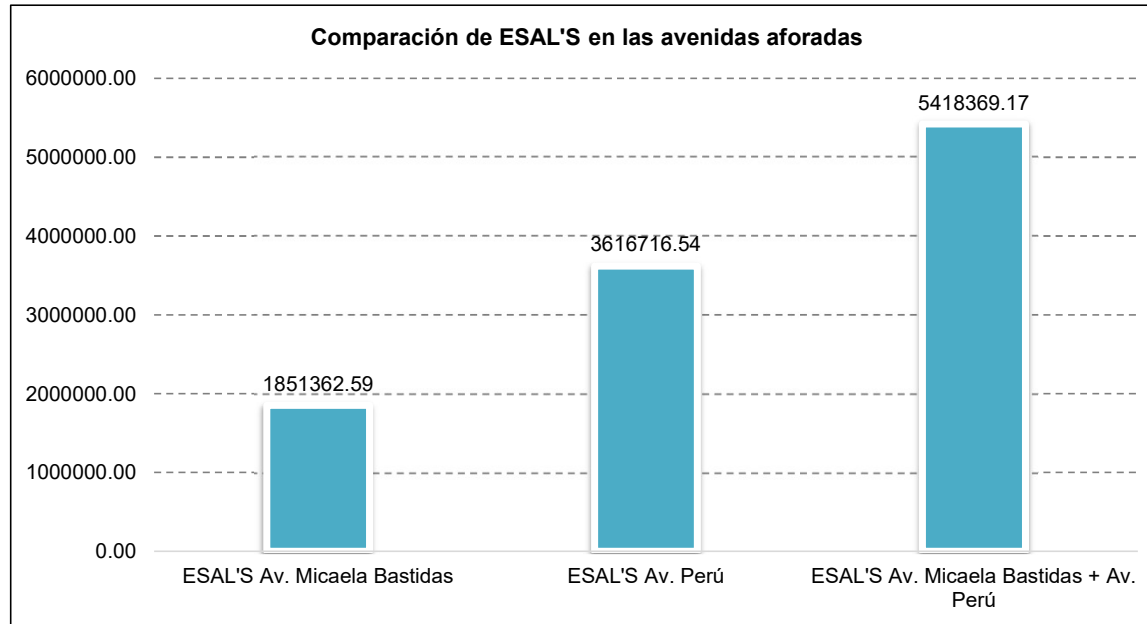
CÁLCULO DE ESAL'S O rep EE8.2Tn.

$$EE = N^{\circ} \text{ Vehículos según tipo} * \text{Factor de Carga} * \text{Factor de Presión de Llantas}$$

Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE dia carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	282	0.0009	1.00	0.25	0.5	1.00	0.1250	21.1304553	964.08	
	Station	144	0.0009	1.00	0.13	0.5	1.00	0.0650	21.1304553	501.32	
	Camionetas	Pick Up	476	0.0009	1.00	0.42	0.5	1.00	0.2100	21.1304553	1619.65
		Panel	179	0.0009	1.00	0.16	0.5	1.00	0.0800	21.1304553	617.01
		Rural Combi	413	0.0009	1.00	0.36	0.5	1.00	0.1800	21.1304553	1388.27
	Micro	25	0.0009	1.00	0.02	0.5	1.00	0.0100	21.1304553	77.13	
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	40	3.5290	1.00	141.16	0.5	1.00	70.5800	22.65957165	583749.09
		>=3 E	73	3.0709	1.00	224.18	0.5	1.00	112.0900	22.65957165	927067.66
	Camión	2 E	128	3.5290	1.00	451.71	0.5	1.00	225.8550	22.65957165	1867988.81
		3 E	80	3.4064	1.00	272.51	0.5	1.00	136.2550	22.65957165	1126930.18
		4 E	11	4.9582	1.00	54.54	0.5	1.00	27.2700	22.65957165	225543.18
	Semi trayler	2S1/2S2	6	5.7851	1.00	34.71	0.5	1.00	17.3550	22.65957165	143538.76
		2S3	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		>= 3S3	16	5.6625	1.00	90.6	0.5	1.00	45.3000	22.65957165	374664.69
	Trayler	2T2	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.65957165	0.00
		>=3T3	5	7.9186	1.00	39.59	0.5	1.00	19.7950	22.65957165	163719.37
IMDA		1878	TOTAL						TP8	5418369.17	



CALCULO DE ESAL



ESAL'S Av. Micael:	1851362.59 TP6
ESAL'S Av. Perú	3616716.54 TP7
ESAL'S Av. Micael:	5418369.17 TP8

DATOS PARA DISEÑO

5. Módulo de ruptura (MR)

5.1) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto $f_c =$ **210.00** kg/cm²
 $E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$
 $E_c =$ 3115169.605 psi = 21494.7 Mpa

5.2) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto $f_c =$ **210.00** kg/cm²
 $M_r = a(f_c)^{0.5}$
 $M_r =$ 491.9 psi = 3.39 Mpa

$$7 \leq K \leq 12$$

6. Drenaje (Cd)

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

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Exelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = **0.90**

7. Coeficiente de transferencia de carga (J)

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	----	2.3 - 2.9	----

J = **3.20**

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

2) METODO AASHTO

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = 4.00 %

Si CBR ≤ 10 K = 2.55 + 52.5 LOG (CBR)
Si CBR > 10 K = 46 + 9.08 (LOG (CBR))^4.34

K = 34.16 Mpa/m

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (K) = 34.16 Mpa/m

2.1.- Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

Conocido también con el nombre de COEFICIENTE DE BALASTRO, expresa la resistencia del suelo de la subrasante a ser penetrado por efecto de la penetración de las losas.

Del ábaco: RELACION ENTRE EL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. Y EL MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE K, tenemos que para un:

$$\text{C.B.R.} = 4.00 \quad \rightarrow \quad K = 3.42 \text{ kg/cm}^3$$

Por efecto de la Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA			
	10 cm	15 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	10.36	12.04

Considerando:

Subbase e = 15 cm

Extrapolando tenemos

$$K(\text{kg/cm}^3) \quad e = 0.15$$

2.8	3.92
3.42	K
5.6	6.47

$$K = ((6.47 * (2.8 - 3.42) - 3.92 * (5.6 - 3.42)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 4.48 \text{ Kg/cm}^3$$

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRASANTE

VALOR K (Kg/cm ³)	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA				
	10 cm	15 cm	20 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04

Considerando:

$$\text{Base } e = 20 \text{ cm}$$

Interpolando tenemos

$$K(\text{kg/cm}^3) \quad e = 0.20$$

2.8	4.29
4.48	K
5.6	7.2

$$K = ((7.2 * (2.8 - 4.48) - 4.29 * (5.6 - 4.48)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 6.04 \text{ Kg/cm}^3$$

$$K = 6.04 \text{ kg/cm}^3$$

$$\rightarrow K = 60.26 \text{ Mpa/m}$$

CÁLCULO DE DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO SEGÚN EL METODO AASTHO - 93

Es uno de los metodos mas utilizados y de mayor satisfaccion a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Dado que investigación de la autopista AASHTO en diferentes circuitos.es desarrollado en función a un método experimental, con una profunda

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^7}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left[\frac{M_r (C_d 0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$

Donde:

- W82 = Tráfico (Número de ESAL's)
- Zr = Desviación Estándar Normal
- So = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- D = Espesor de la losa del pavimento en (mm)
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Pi-Pt)
- Pi = Serviciabilidad Inicial
- Pt = Serviciabilidad Final
- Mr = Módulo de Rotura del concreto en (Mpa).
- Cd = Coeficiente de Drenaje
- J = Coeficiente de Transferencia de Carga
- Ec = Módulo de Elasticidad de concreto
- K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (Mpa/m).

Datos de diseño

Tráfico (ESAL's)	W82 =	5418369.17	
Índice de serviciabilidad inicial (Pi)	Pi=	4.3	
índice de serviciabilidad final (Pt)	Pt =	2.5	
Diferencia de serviciabilidad (Pi - Pt)	ΔPSI =	1.8	
Módulo de ruptura (Mr)	Mr =	3.39	Mpa
Módulo de elasticidad (Ec)	Ec =	21495	Mpa
Módulo de resistencia de la subrasante (K)	K =	60.26	Mpa/m
Coeficiente de transferencia de carga (J)	J =	3.20	
Coeficiente de drenaje (Cd)	Cd =	0.90	
Nivel de confiabilidad (R)	R =	90	
Desviación estándar normal (Zr)	ZR =	-1.282	
Error estándar combinado (So)	So =	0.3	

Valores por tanteo:

	D =	???	mm	por tanteo
	D =	276.00	mm	
	D =	27.60	cm	
Asumimos	D =	28.00	cm	

RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro	
6.73	=	-0.3846 + 7.83170287 + -0.21894015 + -0.50128187	
6.73	=	6.73	

OK

FINALMENTE EL DISEÑO DE PAVIMENTO ADOPTADO SERÁ:

- Losa de Concreto f'c = 210 Kg/cm2	e	=	0.280 m
- Base Granular (afirmado)	e	=	0.200 m
- Sub Base Granular(over)	e	=	0.150 m

TOTAL	e	=	0.630 m

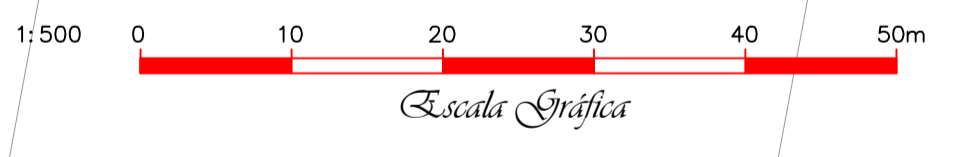
Anexo N° 8. Planos de la Av. Micaela Bastidas



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	NORTE MAGNÉTICO
	BM'S
	POSTE DE LUZ
	BUZÓN
	CALICATA
	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA
	CURVAS MENORES @ 1.00 Mt.
	CURVAS MAYORES @ 5.00 Mt.

**PLANTA TOPOGRÁFICA - AV. MICAELA BASTIDAS
CUADRAS 3, 4 Y 5**

ESC: 1/500



Universidad Nacional
Autónoma de Chota

DIBUJO : Isaias Irigoín Barboza
LEV. TOP. : Isaias Irigoín Barboza
FECHA : Febrero 2019
ESCALA : Indicada

APROBADO:
TESISTA:
ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

REVISIONES		
REFERENCIA	FECHA	RESPONS.

TESIS:
"EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO
RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA , 2019"

Plano Topográfico


PLANO: PT-01	SON: 01
-----------------	------------



CALICATA N° 02

Coordenadas UTM


E : 759875.758 m
 N : 9273446.341 m
 CT : 2330.61 m.s.n.m



CALICATA N° 01

Coordenadas UTM


E : 759932.086 m
 N : 9273482.021 m
 CT : 2335.69 m.s.n.m



CALICATA N° 03

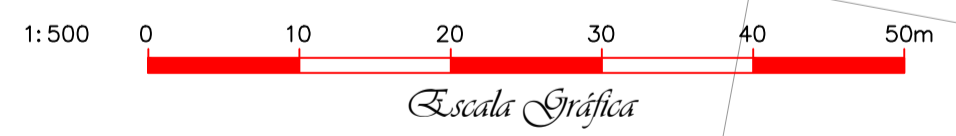
Coordenadas UTM

E : 759695.150 m
 N : 9273389.775 m
 CT : 2311.48 m.s.n.m



UBICACIÓN DE CALICATAS - AV. MICAELA BASTIDAS CUADRAS 3, 4 Y 5

ESC: 1/500



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	NORTE MAGNÉTICO
	BM'S
	POSTE DE LUZ
	BUZÓN
	CALICATA
	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA
	CURVAS MENORES @ 1.00 Mt.
	CURVAS MAYORES @ 5.00 Mt.



Universidad Nacional
Autónoma de Chota

DIBUJO : Isaias Irigoín Barboza
 LEV. TOP. : Isaias Irigoín Barboza
 FECHA : Marzo 2019
 ESCALA : Indicada

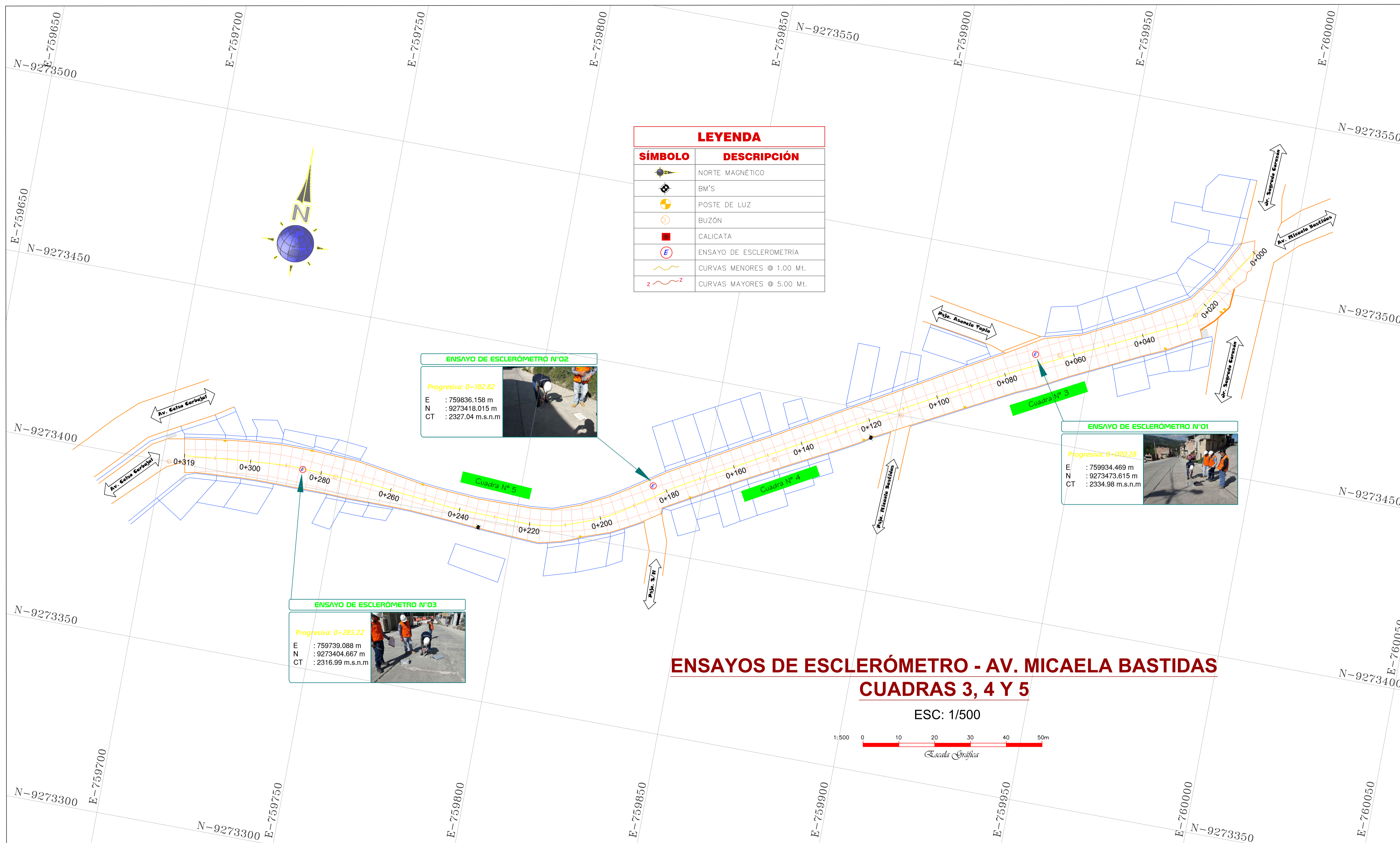
APROBADO:
 TESISTA:
 ISAIAS IRIGOÍN BARBOZA

REVISIONES		
REFERENCIA	FECHA	RESPONS.

TESIS:
"EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA , 2019"

Plano Ubicación de
Calicatas

PLANO: UC-01	SON: 01
------------------------	-------------------



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	NORTE MAGNÉTICO
	BM'S
	POSTE DE LUZ
	BUZÓN
	CALICATA
	ENSAYO DE ESCLEROMETRIA
	CURVAS MENORES @ 1.00 M.
	CURVAS MAYORES @ 5.00 M.

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO N°02

Progresiva: 0+182.82

E : 759836.158 m
 N : 9273418.015 m
 CT : 2327.04 m.s.n.m

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO N°01

Progresiva: 0+070.28

E : 759934.469 m
 N : 9273473.615 m
 CT : 2334.98 m.s.n.m

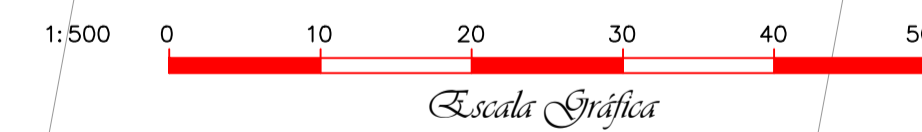
ENSAYO DE ESCLERÓMETRO N°03

Progresiva: 0+285.22

E : 759739.088 m
 N : 9273404.667 m
 CT : 2316.99 m.s.n.m

ENSAYOS DE ESCLERÓMETRO - AV. MICAELA BASTIDAS CUADRAS 3, 4 Y 5

ESC: 1/500



Universidad Nacional
Autónoma de Chota

DIBUJO : Isaias Irigoín Barboza
 LEV. TOP. : Isaias Irigoín Barboza
 FECHA : Diciembre 2019
 ESCALA : Indicada

APROBADO:
 TESISTA:
 ISAIAS IRIGOÍN BARBOZA

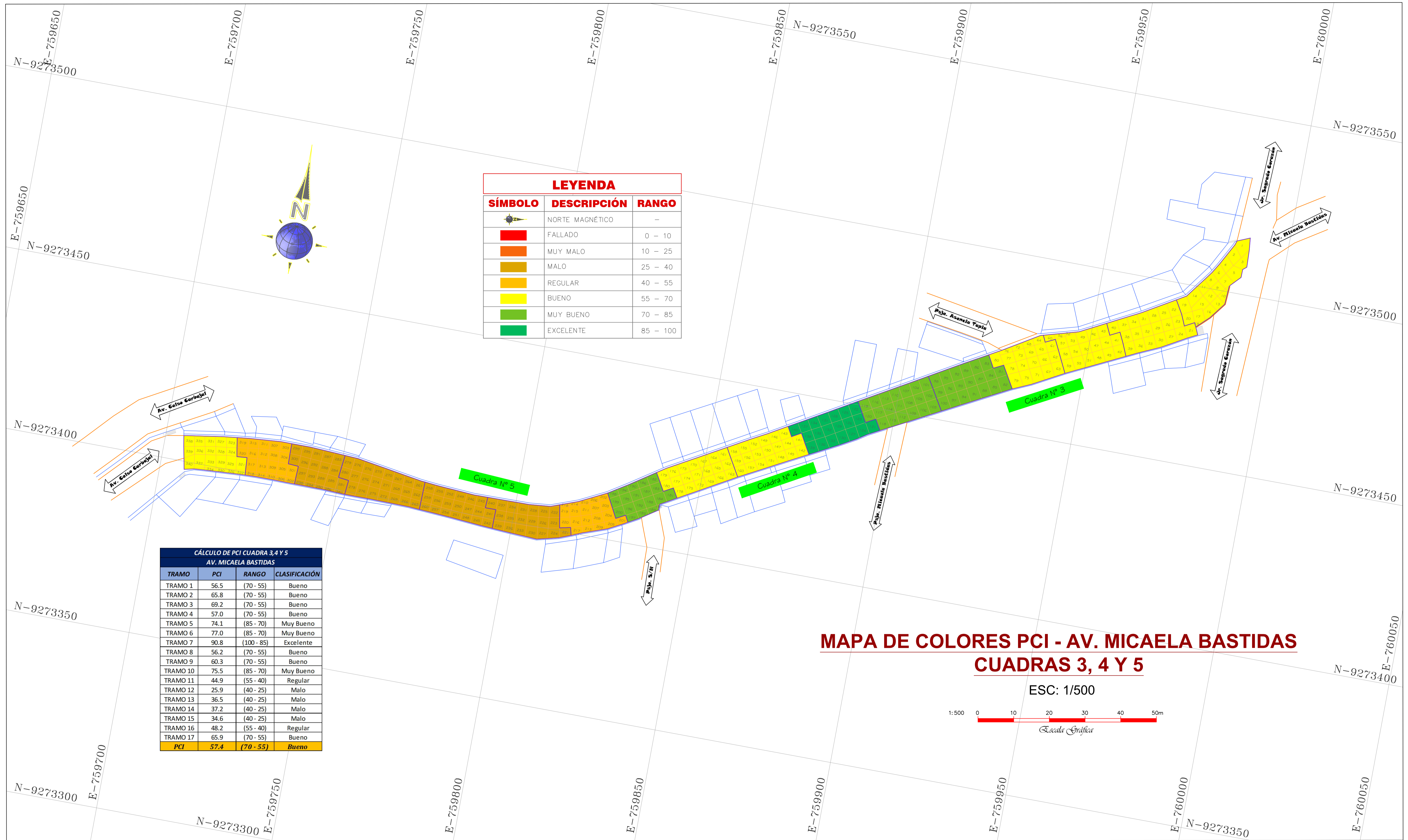
REVISIONES		
REFERENCIA	FECHA	RESPONS.

TESIS:
 "EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO
 RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA , 2019"

Ubicación
 Ensayos de Esclerometría

PLANO:
EE-01

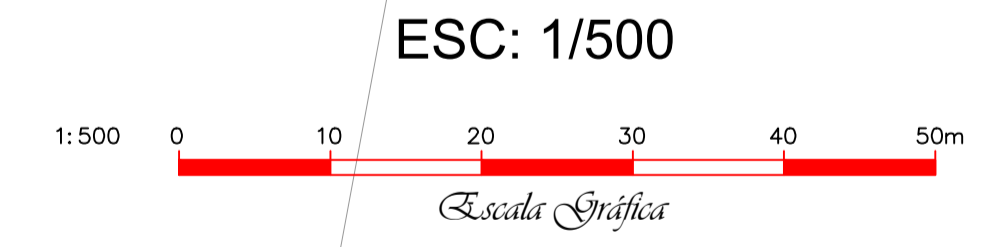
SON:
01



LEYENDA		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	RANGO
	NORTE MAGNÉTICO	-
	FALLADO	0 - 10
	MUY MALO	10 - 25
	MALO	25 - 40
	REGULAR	40 - 55
	MUY BUENO	55 - 70
	EXCELENTE	70 - 85
	EXCELENTE	85 - 100

CÁLCULO DE PCI CUADRA 3,4 Y 5 AV. MICAELA BASTIDAS			
TRAMO	PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
TRAMO 1	56.5	(70 - 55)	Bueno
TRAMO 2	65.8	(70 - 55)	Bueno
TRAMO 3	69.2	(70 - 55)	Bueno
TRAMO 4	57.0	(70 - 55)	Bueno
TRAMO 5	74.1	(85 - 70)	Muy Bueno
TRAMO 6	77.0	(85 - 70)	Muy Bueno
TRAMO 7	90.8	(100 - 85)	Excelente
TRAMO 8	56.2	(70 - 55)	Bueno
TRAMO 9	60.3	(70 - 55)	Bueno
TRAMO 10	75.5	(85 - 70)	Muy Bueno
TRAMO 11	44.9	(55 - 40)	Regular
TRAMO 12	25.9	(40 - 25)	Malo
TRAMO 13	36.5	(40 - 25)	Malo
TRAMO 14	37.2	(40 - 25)	Malo
TRAMO 15	34.6	(40 - 25)	Malo
TRAMO 16	48.2	(55 - 40)	Regular
TRAMO 17	65.9	(70 - 55)	Bueno
PCI	57.4	(70 - 55)	Bueno

**MAPA DE COLORES PCI - AV. MICAELA BASTIDAS
CUADRAS 3, 4 Y 5**



Universidad Nacional
Autónoma de Chota

DIBUJO : Isaias Irigoín Barboza
LEV. TOP. : Isaias Irigoín Barboza
FECHA : Febrero 2019
ESCALA : Indicada

APROBADO:
TESISTA:
ISAÍAS IRIGOÍN BARBOZA

REVISIONES		
REFERENCIA	FECHA	RESPONS.

TESIS:
"EVALUACIÓN DEL DETERIORO PREMATURO DEL PAVIMENTO
RÍGIDO DE LA AV. MICAELA BASTIDAS, CHOTA , 2019"

Mapa de Colores PCI

PLANO: PCI-01
SON: 01