

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“RELACIÓN DE LOS FACTORES ACTUANTES EN EL
COMPORTAMIENTO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO EN
LA CIUDAD DE HUANCAYO”**

AUTOR:

BACHILLER: TAPE LLANTOY Deniz Saul

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“RELACIÓN DE LOS FACTORES ACTUANTES EN EL
COMPORTAMIENTO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO EN
LA CIUDAD DE HUANCAYO”**

AUTOR:

BACHILLER: TAPE LLANTOY Deniz Saul

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2022

**ASESOR:
ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**

DEDICATORIA:

A Dios creador de todo.

Dedicar este trabajo a mis padres
que nunca dejaron de creer en mi y
me brindaron su apoyo incondicional
para alcanzar mis metas.

Bachiller: Taipe Llantoy Deniz Saul.

AGRADECIMIENTO:

Gracias a Dios por permitirme llegar a esta instancia.

A mi familia por depositar su confianza en mi y
compartir conmigo este nuevo logro en mi vida.

A la universidad, gratitud eterna por darme la
oportunidad de realizar mis estudios Univeritarios.

A mi asesor de tesis y jurados, por su experiencia
cientifica para la formulacion de la tesis y sus
valiosas criticas en la correccion de la misma.

Bachiller: Taipe Llantoy Deniz Saul.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. RUBEN DARIO, TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

**MG. JEANNELLE SOFIA, HERRERA MONTES
JURADO**

**ING. CARLOS ALBERTO, GONZALES ROJAS
JURADO**

**ING. NATALY LUCIA, CORDOVA ZORRILLA
JURADO**

**MG. LEONEL, UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DE DOCENTE**

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA:	4
AGRADECIMIENTO:	5
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	6
ÍNDICE GENERAL	7
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE TABLA	15
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I:	21
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	21
1.1. Planteamiento del problema	21
1.2. Formulación y sistematización del problema	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problemas específicos.....	22
1.3. Justificación	22
1.3.1. Social	22
1.3.2. Científica.....	22
1.3.3. Metodológica	23
1.4. Delimitaciones.....	23
1.4.1. Espacial	23
1.4.2. Temporal.....	23
1.4.3. Económica	23
1.5. Limitaciones	23
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general.....	24
1.6.2. Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1.1. Antecedentes	25
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	25

2.1.3. Antecedentes nacionales.....	26
2.2. Marco conceptual.....	28
2.2.1. Pavimento.....	28
2.2.2. Características de un pavimento.....	28
2.2.3. Tipos de pavimentos.....	29
2.2.3.1. Pavimento flexible.....	29
2.2.3.2. Pavimento rígido.....	29
2.2.3.3. Pavimento mixto	29
2.2.4. Ciclo de vida del pavimento	30
2.2.5. Pavimento rígido.....	31
2.2.5.1. Componentes de un pavimentos rígidos	31
2.2.5.2. Subrasante	32
2.2.5.3. Subbase	32
2.2.5.4. Losa - Carpeta de rodadura.....	32
2.2.5.5. Juntas.....	33
2.2.5.6. Fallas en pavimentos rígido.....	33
2.2.5.7. Levantamiento / Pandeo.....	34
2.2.5.8. Fisura de esquina	34
2.2.5.9. Losa dividida.....	34
2.2.5.10. Fisura de durabilidad "D"	35
2.2.5.11. Escalonamiento/ Desplazamientos verticales diferenciales	35
2.2.5.12.Deterioro del sello de junta.....	35
2.2.5.13. Desnivel Carril - Berma	35
2.2.5.14. Grietas lineales: longitudinales, transversales y diagonales.....	36
2.2.5.15. Parcheo grande	36
2.2.5.16. Parcheo pequeño	36
2.2.5.17. Pulimento de agregados.....	36
2.2.5.18. Popouts	36
2.2.5.19. Bombeo	36
2.2.5.20. Punzonamiento.....	37
2.2.5.21. Cruce de vía férrea	37

2.2.5.22. Mapa de grietas / desconchamiento /descascaramiento/ craquelado	37
2.2.5.23. Fisuras de contracción	37
2.2.5.24. Descascaramiento de esquina	38
2.2.5.25. Descascaramiento de junta	38
2.2.6. Factores que afectan el comportamiento del pavimento de concreto.....	39
2.2.6.1. Tráfico.....	39
2.2.6.2. Medio ambiente	41
2.2.7. EVALUACION DEL PAVIMENTO.....	42
2.2.8. Tipos de evaluación del pavimento.....	44
2.2.8.1. Métodos no destructivos.....	44
2.2.8.2. Evaluación estructural	44
2.2.8.3. Evaluación Visual	45
2.2.9. Tipos de evaluación visual según	45
2.2.9.1. Evaluación superficial y rango de pavimento (PASER)	45
2.2.9.2. Inspección visual de daños en Carreteras (VIZIR)	45
2.2.9.3. Evaluación Funcional.....	46
2.2.9.4. Índice de serviciabilidad presente (PSI):.....	46
2.2.9.5. Índice de regularidad internacional (IRI):	47
2.2.9.6. Índice de Fricción Internacional (IFI):.....	47
2.2.9.7. Índice de la Condición del Pavimento (PCI):	47
2.2.10.Índice de condición del pavimento (PCI – Pavement Condition Index)	
48	
2.2.11.Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento	
49	
2.3. Definición de términos	50
2.4. Hipótesis	52
2.4.1. Hipótesis general:	52
2.4.2. Hipótesis específicas:	52
2.5. Variables:.....	52
2.5.1. Definición conceptual de la variable:	52
2.5.1.1. Variable independiente (Los factores actuantes).....	52

2.5.1.2. Variable dependiente (Comportamiento del pavimento rígido).....	52
2.5.2. Definición operacional de la variable:	53
2.5.3. Operacionalización de las variables:	53
CAPÍTULO III.....	54
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.1. Método de investigación	54
3.2. Tipo de investigación	54
3.3. Nivel de investigación	54
3.4. Diseño de Investigación.....	54
3.5. Población y muestra	55
3.5.1. Población.....	55
3.5.2. Muestra.....	55
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.7. Procesamiento de la información:.....	56
3.8. Técnicas y análisis de datos:	56
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1. Generalidades de la investigación	57
4.2. Ubicación del area de estudio.....	57
4.2.1. Ubicación del area de estudio.....	57
4.2.2. Límites Geográficos.....	57
4.2.3. Coordenadas geográficas:.....	57
4.3. Evaluación de los factores actuantes.....	58
4.3.1. Suelo.....	58
4.3.2. Estudio de tráfico	59
4.1.1. Condiciones climáticas	63
4.3.3. Condiciones del material.....	65
4.4. Evaluación del comportamiento funcional del pavimento rígido	66
4.4.1. Evaluación del pavimento rígido – método PCI	66
4.4.2. Procedimiento.....	67
4.4.3. Tramo: primera cuadra a evaluar.....	67

4.4.3.1. Ubicación.....	67
4.4.3.2. Descripción de la unidad de análisis.....	67
4.4.3.3. Determinación de unidades de muestreo	68
4.4.3.4. Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs): 72	
4.4.3.5. Determinación del máximo valor Reducido corregido (Max.VRC):	72
4.4.3.6. Determinación del PCI:.....	72
4.4.4. Tramo: segunda cuadra a evaluar	73
4.4.4.1. Ubicación.....	73
4.4.4.2. Descripción de la unidad de análisis.....	74
4.4.4.3. Determinación de unidades de muestreo	74
4.4.5. Resultados del cálculo de PCI en la Jiron Junin	75
4.4.5.1. Clasificación final:	76
4.4.6. Evaluacion para la determinación de la rugosidad (IRI) – rugosimetro de berlin 77	
4.4.6.1. Rangos y valores caracteristicos del IRI.....	77
4.4.6.2. muestreo y unidades de muestra	78
4.4.6.3. Ejecución de ensayos.....	79
4.4.6.4. Determinación de la rugosidad del pavimento rígido.....	80
4.4.6.5. Medición de la rugosidad de la superficie de rodadura.....	80
4.4.6.6. Resultados de la rugosidad	81
4.4.6.7. Resultados promedio del IRI calculado	83
4.4.6.8. Calculo del indice de servicio actual (PSI).....	84
4.5. Evaluación del comportamiento estructural del pavimento rígido	84
4.5.1. Evaluacion del modelo patron para losas de 8.00 x 7.20m.....	86
4.5.2. Evaluacion en el punto 1 – muestra 1.....	94
4.5.3. Evaluacion en el punto 2 – muestra 2.....	95
CAPÍTULO V.....	97
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
5.1. Comparación de las derivas de piso:	97
CONCLUSIONES	100

RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS	103
Anexos 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	104
Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables	106
Anexos 3: Ensayo de suelos	107
Anexos 4: Panel Fotográfico	137
Anexos 5: Planos	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El ciclo de vida del pavimento	30
Figura 2 Diagrama de flujos de vía de un pavimento	31
Figura 3 Componentes de un pavimento rígido con juntas	31
Figura 4 Fallas de pavimentos rigidos.....	38
Figura 5 Fallas estructurales del pavimento.....	39
Figura 6 Efecto del clima y el tráfico en el comportamiento del pavimento	40
Figura 7 Curvas de Isoesfuerzos (Mpa) de tracción en la cara superior de una losa de alabeo cóncavo	40
Figura 8 Patrón de agrietamiento	41
Figura 9 Variación del índice de serviciabilidad de un pavimento por efecto de las cargas en relación al tiempo.....	47
Figura 10 Índice del Condición del Pavimento - Asfáltica.....	49
Figura 11 Índice del Condición del Pavimento - Concreto Hidráulico.....	49
Figura 13 Estación hidrometeorológica Junin.....	64
Figura 14 Variación de Temperatura.....	65
Figura 15 Variación de Humedad.....	65
Figura 16 Ubicación de la muestra a evaluar	67
Figura 17 Tramo 1 para su evaluación.....	68
Figura 19 Losa dividida	69
Figura 20 Deterioro de sello de juntas.....	69
Figura 21 Grietas lineales	69
Figura 22 Parcheos grande y pequeños	70
Figura 23 Pulimento de agregados	70
Figura 24 poputs	70
Figura 25 punzonamiento.....	71
Figura 26 Mapa de grietas.....	71
Figura 27 Descascaramiento de junta	71

Figura 28 Determinación del PCI	73
Figura 28 Ubicación de la muestra a evaluar	73
Figura 30 Clasificación del PCI	76
Figura 30 Tipo de fallas vs densidad de daño	77
Figura 32 Rangos y Valores característicos de IRI	78
Figura 33 Lectura de datos de campo	79
Figura 34 Índice de regularidad - 1er tramo - lado derecho	81
Figura 35 Índice de regularidad – 2do tramo - lado derecho	82
Figura 36 Índice de regularidad - 1er tramo - lado izquierdo	82
Figura 37 Índice de regularidad - 2do tramo - lado izquierdo	83
Figura 38 Características según el tipo de ejes de los vehículos pesados	85
Figura 39 Desplazamiento de la carga – losas de 8.00 x 7.20m	87
Figura 40 Panel de geometría - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	87
Figura 41 Panel de materiales - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	88
Figura 42 Panel de carga y temperatura - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	89
Figura 43 Panel de junta - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	89
Figura 44 Panel de malla modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	90
Figura 45 Tensiones máximas principales en la parte superior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	90
Figura 46 Tensiones máximas principales en la parte inferior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	91
Figura 47 Deformación - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	91
Figura 48 Resultados para el panel - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	92
Figura 49 Deflexiones máximas en el concreto - patrón 8.00x7.20m	93
Figura 50 Deflexiones máximas en la subbase - patrón 8.00x7.20m	93
Figura 51 Deflexiones máximas en el concreto - muestra 2	96
Figura 52 Deflexiones máximas en la subbase - muestra 2	96

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 MR recomendado por tipo de vía	32
Tabla 2 Listado de fallas en un pavimento de concreto.	34
Tabla 3 Rangos de Clasificación del PCI	48
Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente.	53
Tabla 5 Ensayos de suelos	58
Tabla 6 Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°01	58
Tabla 7 Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°02	59
Tabla 8 Tipificación vehicular	63
Tabla 9 Datos hidrometeorológicos de la temperatura °C – ANEXO 5	64
Tabla 10 Ensayo de compresión con esclerometro.....	66
Tabla 11 Determinacion del maximo valor reducido.....	72
Tabla 12 Valor Reducido Corregido – Cuadra 1.....	73
Tabla 13 Valor Reducido Corregido - cuadra 2	75
Tabla 14 PCI por cuadra	75
Tabla 15 PCI promedio	75
Tabla 16 Cálculo del Factor de Corrección del Rugosímetro Merlín-Lectura en escala MERLIN	80
Tabla 17 Espesor de Platina Lecturas del Vemier.....	80
Tabla 18 Resultados del IRI	83
Tabla 19 Resultados de PSI según IRI con formula por Al-Omari & Darter	84
Tabla 20 Temperatura máxima y mínima de la losa.....	86
Tabla 21 Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico positivo - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	92
Tabla 22 Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo – - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m	93
Tabla 23 Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 1	94
Tabla 24 Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 1	94

Tabla 25 Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo –
muestra 2 95

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Que relacion existe entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin?, de donde se definió el objetivo general: “Determinar la relacion que existe entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin”, la misma que nos iso plantear la hipótesis general: “Existe una relacion directa y significativa entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin”, en lo concerniente a la metodologia de investigacion se utilizo método de investigación el científico, el tipo de investigación, la investigación fue de tipo aplicada, el nivel de fue investigación descriptiva-correlacion, el diseño de Investigación y el diseño corresponde el diseño no experimental, con respecto a la población estará conformada las 15 cuadras de pavimento rigido y la muestra estará conformada por el tramo del Jiron Tacna tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona, con todo lo ya fundamentado se llevo a la conclusion principal.

Después de analizar y evaluar los factores que actúan sobre el desempeño del pavimento rígido del Jirón Junín, se determinó que existe una relación entre los factores actuantes y el desempeño del pavimento rígido en el tramo evaluado, a saber, los factores de tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento, los mismos que afectan la funcionalidad del desempeño del pavimento.

Palabras clave: factores actuantes, comportamiento funcional estructural de un pavimento rigido.

ABSTRACT

The general problem of this research was: What is the relationship between the acting factors and the behavior of the rigid pavement in the section Mariategui Avenue - La Marina Avenue and Pasaje Pariona in the district of El Tambo, province of Huancayo, Junin region? The general objective was defined as follows: "To determine the relationship between the acting factors and the behavior of the rigid pavement in the section Mariategui Avenue - La Marina Avenue and Pasaje Pariona in the district of El Tambo, province of Huancayo, Junin region", which led us to state the general hypothesis: "There is a direct and significant relationship between the acting factors and the behavior of the rigid pavement in the section Mariategui Avenue - La Marina Avenue and Pasaje Pariona in the district of El Tambo, province of Huancayo, Junin region". In the Marina and Pasaje Pariona of the district of El Tambo province of Huancayo region Junin", in what concerns to the methodology of investigation the scientific method of investigation was used, the type of investigation, the investigation was of applied type, the level of was descriptive-correlation investigation, the design of Investigation and the design corresponds the non experimental design, with respect to the population will be conformed the 15 blocks of rigid pavement and the sample will be conformed by the section of the Jiron Tacna section av. Mariategui - av. la Marina and Pasaje Pariona, with everything already founded, the main conclusion was reached.

After analyzing and evaluating the factors that act on the performance of the rigid pavement of Jiron Junín, it was determined that there is a relationship between the factors acting on the performance of the rigid pavement in the evaluated section, namely, traffic factors, climate and pavement structure materials, which affect the functionality of the pavement's performance.

Keywords: acting factors, structural functional behavior of a rigid pavement.

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada: “**RELACIÓN DE LOS FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CIUDAD DE HUANCAYO**”, se centra en examinar las variables que operan sobre el comportamiento funcional y estructural del pavimento rígido, y para ello se realizan los estudios PCI e IRIn para evaluar los fallos estructurales y funcionales que se producen en la carretera, además de trabajar con el programa EverFE 2.24, que analiza las tensiones y deflexiones producidas por los factores que actúan sobre el pavimento rígido, el trabajo de investigación se justifica principalmente por razones técnicas en la necesidad de conocer el comportamiento funcional y estructural del pavimento rígido y así proponer un mantenimiento periódico y obtener una mayor vida útil del pavimento, y para una mejor comprensión, se divide en los siguientes capítulos::

- **En el Capítulo I:** Se desarrolla el planteamiento del problema el problema general y específicos, los objetivos generales y específicos, la justificación y metodología de investigación.
- **En el Capítulo II:** Se desarrolla el marco teórico y los antecedentes nacionales e internacionales del planteamiento del problema así mismo se considera las definiciones puntuales de conceptos para posteriormente, llegar a plantearnos las hipótesis, se muestra la operación de variables.
- **En el Capítulo III:** Esta sección desarrolla la metodología presentando la estructura central la investigación, incluyendo el tipo y diseño de investigación así mismo la población y muestra tenemos las técnicas e instrumentos que se utilizó para la recojo y análisis de datos..
- **En el Capítulo IV:** En este apartado se definen los procesos que se utilizarán para obtener los resultados de la modelización de los edificios con

los dos tipos de forjados a investigar, de acuerdo con la norma E060 que se utilizará para el estudio..

- **En el Capítulo V:** En este apartado se presenta el debate; se comparan los resultados del estudio actual con los de estudios anteriores para ver si las conclusiones varían o son similares con el fin de mejorar el enfoque científico.

El Autor: Taipe Llantoy Deniz Saul

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la vida útil de las carreteras pavimentadas es una preocupación constante para todos los residentes a escala nacional y mundial, ya que todos los pavimentos se degradan debido a las fuerzas en juego. Por esta razón, el mantenimiento continuo, el uso de nuevos materiales y un diseño superior que mantenga y mejore las propiedades de los pavimentos son cruciales.

En las últimas décadas, la ciudad de Huancayo en el Perú ha experimentado un incremento en el número de vehículos, lo que ha acelerado el deterioro de las vías pavimentadas, ya que en el país es preferible dejar que el pavimento se deteriore por completo en lugar de realizar un continuo mantenimiento y conservación del mismo, para nuestra investigación que comprende el Jr. Junin tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona, para el presente estudio.

“Ante esta situación, fue necesario evaluar las vías de pavimento rígido, ya que las vías existentes se encuentran en un importante estado de deterioro y el pavimento rígido existente en toda la vía presenta fallas estructurales y superficiales de diversa gravedad, poniendo en riesgo la vida de la población en general. Es usual que estas fallas ocurran en los pavimentos inflexibles debido a la falta de operación y mantenimiento regular de la carretera, ya que estos pavimentos son impactados tanto por las fuerzas actuantes como por el abuso de la carretera”. El objetivo de este estudio es identificar los parámetros que influyen en el comportamiento del pavimento rígido en cuestión a lo largo del segmento mencionado.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Que relacion existe entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Que relacion existe entre los factores actuantes y el comportamiento funcional del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin?

b) ¿Que relacion existe entre los factores actuantes y el comportamiento estructural del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

El comportamiento de los pavimentos existentes en la ciudad de Huancayo frente a las fuerzas activas es uno de los temas más significativos. Por ello, se está evaluando el comportamiento funcional y estructural del pavimento rígido de las calles, ya que el pavimento causa molestias a los usuarios, para determinar qué factores influyen en la vía y así dar una alternativa de solución para alargar la vida del pavimento en beneficio de la sociedad.

1.3.2. Científica

Los datos obtenidos y procesados servirán de apoyo a esta y otras investigaciones comparables, ya que reforzarán el marco teórico existente y/o el cuerpo de conocimientos sobre el tema en cuestión, que se esfuerza por ampliar la comprensión en el modelado de losas de pavimento de

hormigón hidráulico. Con el modelado de este software, podemos determinar las fuerzas y deflexiones en cada lugar de la sección de la losa..

1.3.3. Metodológica

De acuerdo con la investigación propuesta y sus objetivos, se emplea la investigación correlacional, que consiste en examinar la relación entre dos variables para determinar los efectos y repercusiones que una tiene sobre la otra, con el fin de determinar el comportamiento de los factores que influyen en el comportamiento del pavimento. Esto sirve de guía para la modelización de las losas rígidas de los pavimentos.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El presente estudio presenta las siguientes delimitación de investigación:

- Departamento: Junín.
- Provincia: Huancayo.
- Distrito: El Tambo.
- Lugar: Jiron Junin.

1.4.2. Temporal

Este estudio se realizará entre octubre 2021 y febrero de 2022.

1.4.3. Económica

La presente investigación se llevó a cabo a costa del propio investigador, que ascendió a 5530,00 soles..

1.5. Limitaciones

- En la elaboración de la presente investigación de tesis hubo diversas limitaciones, entre ellas las fuentes de información, ya que la municipalidad de El Tambo no nos pudo brindar la información requerida, ni autorización

para poder realizar los ensayos de diamantina, es por este motivo que se decide realizar el cambio de ensayo por la esclerometria.

- Otra limitación fue en la parte económica, ya que nuestros recursos para realizar los ensayos eran bajos, así como también para poder obtener y capacitarnos en el manejo del programa EverFE 2.24

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la relacion que existe entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la relacion que existe entre los factores actuantes y el comportamiento funcional del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.
- b) Determinar la relacion que existe entre los factores actuantes y el comportamiento estructural del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

2.1.2. Antecedentes internacionales

- a) (Ing. Lituma, 2018). Con su tesis: "ANÁLISIS DE RESPUESTAS MECÁNICAS DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS COLOCADOS EN LAS VÍAS URBANAS DEL CANTÓN CUENCA", El objetivo es "identificar las tensiones y deformaciones que se producen en las losas rígidas de los pavimentos para estudiar su comportamiento estructural y dar información sobre los factores clave de diseño y construcción". Un eje gemelo básico de 11,0 toneladas es el que provoca más presiones y deformaciones en las juntas del pavimento. Se estableció un espesor de 19,5 cm para las carreteras locales, de 20,5 cm para las carreteras colectoras y de 22,0 cm para las carreteras arteriales. Comparando los diseños reunidos, se determina que el espesor de las carreteras locales debe elevarse. Las calzadas construidas no se están degradando a un ritmo acelerado".
- b) (Puga, 2018). Con su tesis: "EVALUACIÓN FUNCIONAL DE PAVIMENTO RÍGIDO TRAMO AVENIDA LOJA (CUENCA)", "Este trabajo de grado incluye una breve reseña de los diversos tipos de pavimentos, con énfasis en los pavimentos rígidos. En este proyecto se evaluó la calidad superficial del pavimento rígido en la Avenida de Loja, tramo Avenida de las Américas - Avenida 10 de Agosto. Tramo 1 avenida de las Américas - avenida Don Bosco: (carril derecho) es 84 "Muy bueno" - (carril izquierdo) es 86 "Excelente"; Tramo 2 avenida Don Bosco - avenida 1ero de Mayo: 46 "Regular"; y Tramo 3 avenida 1ero de Mayo - avenida 10 de Agosto".
- c) (Salas & Durán, 2018) con su tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESPESORES DE LOSAS DE CONCRETO PARA TRONCALES DE TRANSMILENIO CON CONFIGURACIONES ALTERNATIVAS DE EJES DE BUSES ARTICULADOS", "En este estudio, los autores comparan los esfuerzos generados por los autobuses articulados de Transmilenio con el diseño de ejes

actual con los producidos por los autobuses articulados de Transmilenio con la nueva configuración de ejes propuesta. La investigación permite examinar los esfuerzos y las deformaciones provocados por los autobuses articulados de Transmilenio con una configuración actual de ejes simples y un diseño proyectado de ejes simples y tándem, que son los que operan en las losas rígidas del pavimento de las líneas troncales”.

2.1.3. Antecedentes nacionales

a) (Sánchez, 2017). En su tesis “EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO DE LA AV. RAMÓN CASTILLA, CHULUCANAS, MEDIANTE EL MÉTODO PCI”, El propósito del autor es "Determinar el estado del pavimento de hormigón de la Avenida Ramón Castilla mediante el cálculo de su índice de condición para proponer ideas de mejora". “Se utilizó el enfoque del Índice de Condición del Pavimento (PCI) definido por la norma ASTM D6433 - 03 para determinar un índice cuantificable de la condición del pavimento basado en el tipo, severidad y cantidad de daños presentes". El índice de estado se calculó por unidad de muestreo y por sección, obteniéndose unos valores de PCI de 34,4 (malo), 78,3 (muy bueno), 32,4 (malo), 24,8 (muy malo) y 81,7 (muy excelente) para las secciones 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Conclusión: Los tramos 2 y 5 son adecuados para el uso de vehículos, sin embargo los tramos 1, 3 y 4 necesitan mantenimiento para alcanzar un estado de servicio aceptable”.

b) (Tapia, 2018). Con su tesis “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JR. JOSE SABOGAL CDRA. 01-08 UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLIN Y LAS PROPUESTAS DE TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN”, “En la presente investigación el autor tuvo como objetivo determinar la evaluación superficial del pavimento rígido del JR. JOSÉ SABOGAL CUADRA 01-08 UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLIN (IMD=4039 veh/día), de acuerdo con la metodología del Laboratorio Británico de Investigación en Transporte y Carreteras (TRRL)". Se determinó

que el IRI promedio en el carril izquierdo de toda el área de estudio es de 6,83 m/Km, mientras que el IRI promedio en el carril derecho es de 6,50 m/Km. Según la clasificación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, el estado de la carretera en función de la rugosidad resultante ($IRI > 5$) es EXTREMADAMENTE POBRE, por lo que es necesaria su rehabilitación. Se propone una técnica con sobrecargas de refuerzo utilizando el aplicativo Winpas 12 basado en la guía de diseño de pavimentos según la metodología AASHTO 1993, donde se realizó una comparación entre una sobrecarga de refuerzo flexible y una rígida, obteniendo en el primer caso 87,50 mm de sobrecarga de refuerzo flexible y 50 mm de sobrecarga de refuerzo rígido para el segundo caso”.

- c) (Núñez, 2018). Con su tesis, “PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO EN LA AVENIDA TODOS LOS SANTOS DE LA CIUDAD DE CHOTA”, “En la presente investigación el autor desarrolla una propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la Avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota”. Se llegó a las siguientes conclusiones: La media del PCI es de 35,83, que se encuentra dentro del rango de (25- 40), lo que indica que la estructura está en mal estado, mientras que la media determinada mediante la técnica VIZIR se encuentra dentro del rango de 5, lo que indica que la estructura está en mal estado. Después de determinar la ubicación de la Avenida de Todos los Santos utilizando las técnicas VIZIR y PCI. Se determinó que partes de la avenida están severamente deterioradas (progresivos 0+160 - 10+720), por lo que debe ser restaurada. En los tramos en los que está en buen estado (progresivos 0+000 - 0+160 y 0+720 -0+960), se utilizarán recubrimientos asfálticos para rehabilitar la avenida. Dado que casi el sesenta por ciento de la avenida Todos los Santos se encuentra en mal estado, se sugiere su reconstrucción con una losa de concreto hidráulico de 8 pulgadas de espesor.

2.2.Marco conceptual

2.2.1. Pavimento

Según el autor Julio Cesar Palacios C. y Iván Montes de Oca S. definen en su tesis “LA IMPORTANCIA DE CUMPLIR LOS NIVELES DE SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CARRETERA EN MEXICO”, que el pavimento es la estructura compuesta por muchas capas (capa de rodadura, base granular, subbase y subrasante) sobre las que recaen directamente las cargas de tráfico, es decir, los vehículos ligeros y pesados transfieren las cargas a los niveles inferiores. El objetivo de estas capas es permitir un desplazamiento seguro, cómodo y eficiente de los vehículos durante un tiempo prolongado.

2.2.2. Características de un pavimento

Alfonso Montejo Fonseca afirma en la página 1 del volumen 1 de la tercera edición de su libro INGENIERÍA DE PAVIMENTOS “que para que un pavimento ejecute adecuadamente sus tareas, debe incluir las siguientes características”:

- ✓ Deben soportar el impacto de las cargas de los vehículos (ligeros y pesados).
- ✓ Deben ser resistentes a los efectos de la intemperie.
- ✓ Presentar una rugosidad superficial acorde con los ritmos previstos de movimiento del vehículo.
- ✓ Debe ser resistente al deterioro cuando se expone a los impactos del contacto de los neumáticos.
- ✓ “Debe presentar una regularidad superficial longitudinal y transversal que proporcione a los usuarios un confort y una seguridad aceptables en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación”.
- ✓ Debe tener longevidad.
- ✓ Debe tener unas condiciones óptimas de drenaje.

- ✓ Debe ser barato y rentable.
- ✓ Debe tener la tonalidad adecuada para generar deslumbramientos y reflejos y proporcionar suficiente seguridad de circulación.

2.2.3. Tipos de pavimentos

Según el autor Ana María Forero Rondón, definen en su tesis “REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FISURADOS POR REFLEXIÓN IMPLEMENTADO SISTEMAS DE MEMBRANA ANTIFISURA S.A.M.I.” menciona.

2.2.3.1. Pavimento flexible

“Este pavimento está formado por una capa de asfalto soportada por capas de áridos que sirven de base y subbase. Debido a la gran flexibilidad de la capa de asfalto, el peso del vehículo móvil que circula sobre la superficie de la carretera es efectivamente una carga concentrada; a medida que aumenta el espesor de las capas inferiores, estas cargas disminuyen hasta llegar a la subrasante de forma dispersa y atenuada.” (Forero, 2012).

2.2.3.2. Pavimento rígido

“El pavimento rígido se compone de una losa de hormigón hidráulico apoyada en una capa de material específico (subbase granular) o en la subrasante. El elevado coeficiente de elasticidad y la alta rigidez del hormigón en esta forma de pavimento permiten que las tensiones se dispersen por una zona muy amplia. Además, la losa de hormigón es capaz de soportar las tensiones de tracción del pavimento hasta cierto punto.” (Forero, 2012).

2.2.3.3. Pavimento mixto

“En los últimos años, se ha utilizado una nueva forma de construcción conocida como (pavimento mixto) o (SEMI-RIGIDO), que es esencialmente un pavimento flexible en el que partes de sus capas se

hacen más rígidas mediante un tratamiento especializado con materiales como cemento, asfalto, cal u otros.” (Forero, 2012).

2.2.4. Ciclo de vida del pavimento

Según el autor Raúl Robles Bustios, definen en su tesis “CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO – SURCO - LIMA”, “Los pavimentos son una inversión importante, ya que se invierte dinero en su creación, así como en su mantenimiento y reparación periódicos durante su vida útil para mantener y conservar los niveles de calidad. Como se ilustra en la figura 1, la necesidad de mantener su buen funcionamiento ha aumentado en los últimos años. A la primera etapa de degradación de un pavimento le sigue una progresión prácticamente inevitable hacia la degeneración final. La categorización del ciclo de vida de un pavimento puede desglosarse en cuatro etapas”:

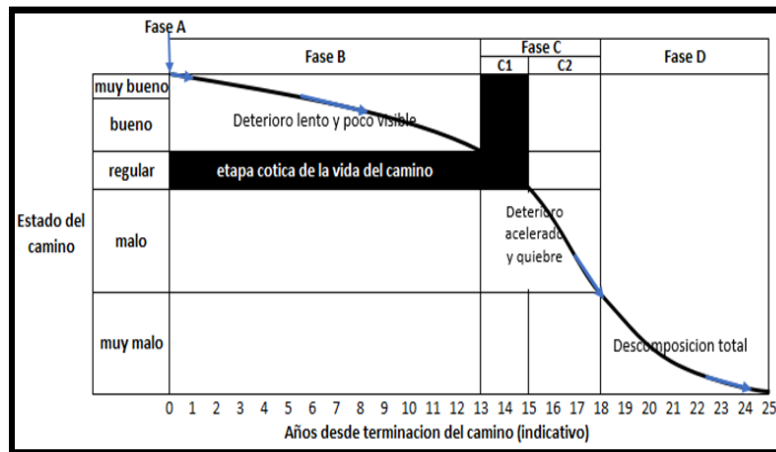


Figura 1 El ciclo de vida del pavimento
Fuente: Exp Internacional de Infraestructura Vial Lima – Agosto 2015

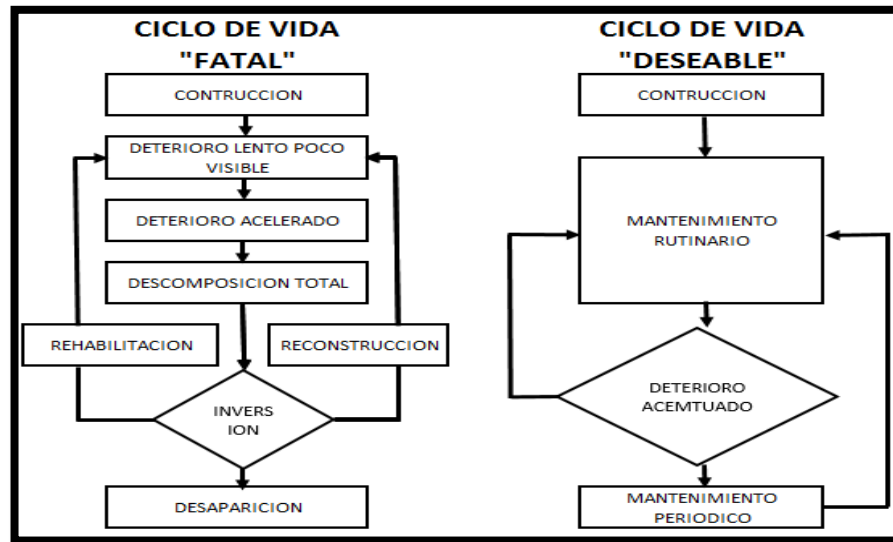


Figura 2 Diagrama de flujos de vida de un pavimento
Fuente: Exp Internacional de Infraestructura Vial Lima – Agosto 2015

2.2.5. Pavimento rígido

2.2.5.1. Componentes de un pavimentos rígidos

Según la página 10 de la publicación Pavements II: Roads, “los componentes o elementos de un pavimento rígido son la losa de hormigón, la subbase granular y la subrasante. La figura 3 ilustra los componentes de un pavimento rígido”.

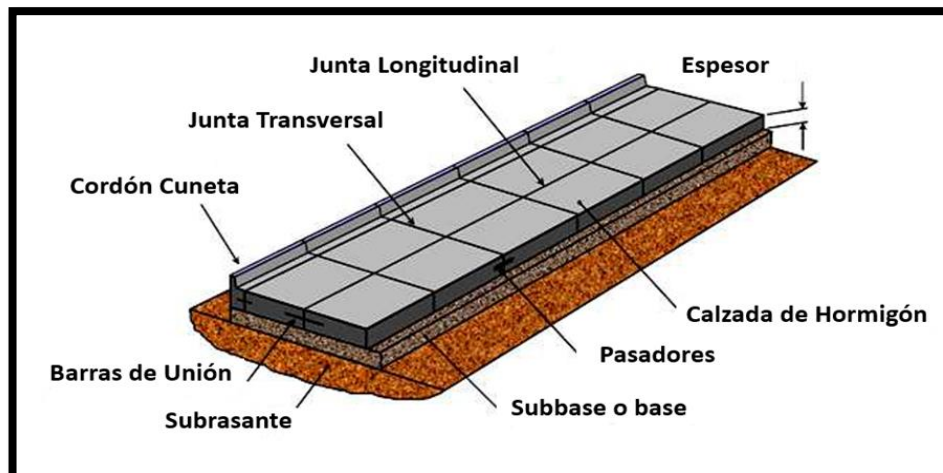


Figura 3 Componentes de un pavimento rígido con juntas
Fuente: Exp Internacional de Infraestructura Vial Lima – Agosto 2015

2.2.5.2. Subrasante

“Sobre este terreno natural preparado y compactado (soporte) se puede construir una superficie pavimentada. Es menos crítico que la subrasante tenga una alta capacidad portante, pero debe ofrecer un soporte estable (firme), ya que el trabajo principal de la subrasante es proporcionar un soporte uniforme al pavimento, sin grandes fluctuaciones en el valor de soporte. Por lo tanto, el crecimiento de los suelos debe manejarse con más cuidado”. (AASHTO, 1993)

2.2.5.3. Subbase

“Entre la losa de hormigón hidráulico y la subrasante, es la capa granular de la construcción del pavimento. El propósito principal de la subbase es evitar que los suelos de grano fino sean bombeados. Esta forma de pavimento no necesita necesariamente una subbase, pero se requiere cuando la mezcla de agua, suelos y tráfico puede causar bombeo”. (AASHTO, 1993)

2.2.5.4. Losa - Carpeta de rodadura

“Esta capa es de hormigón hidráulico. Los enfoques de diseño definen los diseños de las mezclas en relación con los valores del Módulo de Ruptura a la Flexión (MR) superiores a 42 kg/cm² o su equivalente a $f'c = 280$ kg/cm²”.

Tabla 1
MR recomendado por tipo de vía

Tipo de vía	MR recomendado
Autopista	48
Urbanas principales	45
Urbanas secundarias	42

Fuente: Exp Internacional de Infraestructura Vial Lima – Agosto 2015

2.2.5.5. **Juntas**

Las juntas son incisiones transversales y longitudinales con la finalidad de producir fracturas debido a la retracción del hormigón, aislar el movimiento del pavimento de otros componentes, e incluso convertirse en una parte integral del proceso de construcción del pavimento.

2.2.5.6. **Fallas en pavimentos rígido**

En su guía “PAVIMENT CONDITION INDEX (PCI)” para pavimentos de asfalto y hormigón en carreteras - febrero de 2002 - página 46, “Luis Ricardo Vásquez Varela describe los tipos de fallos (daños) que prevalecen en los pavimentos rígidos: En esta guía se describen los orígenes de 19 tipos de fallas en los pavimentos rígidos. A continuación, se ofrece una breve explicación de cada categoría”:

Tabla 2
Listado de fallas en un pavimento de concreto.

LISTAS DE FALLAS	
21. Pandeo	31. Pulimento de agergados
22. Grieta de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Grieta de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escala	35. Cruce de via ferrea
26. Deterioro de sello de junta	36. Mapa de grietas
27. Desnivel carril/berma	37. Retraccion
28. Grieta lineal	38. Descascaramiento de esquina
29. Parcheo (grande)	39. Descascaramiento de junta
30. Parcheo (pequeño)	

Fuente: propia

2.2.5.7. Levantamiento / Pandeo

“La expansión de la temperatura en las losas provoca estos fallos, que suelen manifestarse como juntas transversales o fisuras. La penetración de material incompresible en las juntas puede dar lugar a una anchura de junta insuficiente. Como resultado de la excesiva presión entre las losas, los bordes de las mismas se levantan o se rompen. Este tipo de colapso también puede producirse en los desagües y en los márgenes de las zanjas de instalación de servicios públicos” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.8. Fisura de esquina

“Una grieta de esquina es una grieta que cruza las juntas de una losa a una distancia igual o inferior a la mitad de la longitud de la losa en ambos lados, medida desde la esquina. La diferencia entre una grieta de esquina y un desprendimiento de esquina es que la primera crece verticalmente a lo largo de todo el grosor o espesor de la losa, mientras que la segunda interseca la junta en un ángulo. Las fracturas de esquina suelen estar causadas por cargas repetitivas junto con la pérdida de apoyo y las tensiones de alabeo.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.9. Losa dividida

“La losa se fractura en cuatro o más trozos como resultado de una sobrecarga o un apoyo insuficiente. Si todas las fracturas y fragmentos

están confinados dentro de una grieta de esquina, el daño se clasificará como grave” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.10. Fisura de durabilidad “D”

“Se compone de grietas paralelas muy próximas a una junta o grieta lineal. Los cambios de volumen de los grandes agregados, producidos por los procesos de congelación y descongelación, fracturan el hormigón y pueden llevar a la desintegración completa de la losa de hormigón. A medida que el hormigón alrededor de las fracturas y las juntas se humedece, el hormigón se expande”. (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.11. Escalonamiento/ Desplazamientos verticales diferenciales

Es la falta de uniformidad de la articulación. Sus causas más comunes son:

1. El asentamiento como consecuencia de una cimentación blanda.
2. El alabeo de los bordes de la losa provocado por las variaciones de humedad o temperatura.

2.2.5.12. Deterioro del sello de junta

“Cualquier situación que permita la acumulación de suciedad o roca en las juntas, o que permita una infiltración de agua considerable. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda, lo que puede provocar la fragmentación, el levantamiento o el desconchado de los márgenes de las juntas. Un material de relleno adecuado evita los sucesos mencionados anteriormente” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.13. Desnivel Carril - Berma

“Esta falla es el diferencial entre la erosión o el asentamiento de la berma y el borde del pavimento. Este vacío supone un peligro para la seguridad y la comodidad. Además, puede ser provocado por el aumento de la intrusión de agua” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.14. Grietas lineales: longitudinales, transversales y diagonales

“Estos fallos, que rompen la losa en dos o tres trozos, suelen ser el resultado de una combinación de alabeo inducido por el calor o el gradiente de humedad y las tensiones recurrentes del tráfico.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.15. Parcheo grande

“Este fallo se produce cuando una parte del pavimento original ha sido excavada y sustituida por material nuevo para la construcción o el mantenimiento de la infraestructura del metro” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.16. Parcheo pequeño

“Una región en la que se ha retirado el antiguo pavimento y se ha sustituido por material de relleno” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.17. Pulimento de agregados

“Este fallo es el resultado de la regularidad de los volúmenes de tráfico. Cuando los áridos de la superficie de la calzada se vuelven flexibles al tacto, la adherencia de los neumáticos se reduce. Esta forma de daño que se extiende sobre el hormigón es menor y suave al tacto.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.18. Popouts

“Este fallo consiste en la separación de pequeños fragmentos de la superficie del pavimento. Puede estar causada por partículas fragmentadas o blandas que han sido destrozadas y desgastadas por la conducción.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.19. Bombeo

“El bombeo es la evacuación de material a través de las juntas o fisuras de la base de la losa. Esto se debe a la deflexión de la losa generada por las cargas. Cuando una carga atraviesa la unión entre las losas, el agua es impulsada primero bajo la losa delantera y posteriormente bajo la losa

trasera. Este proceso erosiona y, en última instancia, elimina las partículas del suelo, lo que provoca una pérdida gradual del soporte del pavimento. Las manchas superficiales y los indicios de material de base o subyacente en el pavimento cerca de las juntas y fisuras podrían indicar un bombeo.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.20. **Punzonamiento**

“Estos fallos se producen en una losa que se ha roto en fragmentos. Puede adoptar varias formas, pero suele caracterizarse por la presencia de una junta y una grieta o dos grietas muy próximas, normalmente en un radio de 1,52 metros. Este colapso es el resultado de cargas elevadas y repetidas, de un grosor insuficiente de la losa, de la pérdida de apoyo de los cimientos o de un defecto localizado en la construcción del hormigón.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.21. **Cruce de vía férrea**

“Los daños en un cruce de ferrocarril se identifican por las depresiones o protuberancias que rodean los raíles.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.22. **Mapa de grietas / desconchamiento /descascamiento/ craquelado**

“Este fallo, también conocido como (crazing), se refiere a una red de fracturas superficiales en la superficie del hormigón. Estos defectos se conectan en ángulos de 120 grados. Las fracturas se generan por la excesiva manipulación del acabado y pueden dar lugar a la descamación, que es la fractura de la superficie de la losa a una profundidad de entre 6,0 mm y 13,0 mm.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.23. **Fisuras de contracción**

“Suelen tener unos pocos metros de longitud y no se extienden por toda la losa. Se desarrollan durante el fraguado y el curado del hormigón y no suelen extenderse por el espesor de la losa.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.24. Descascaramiento de esquina

“Aproximadamente a 0,6 metros de la esquina hay una rotura en la losa. Un desprendimiento de esquina varía de una grieta de esquina en que el desprendimiento a menudo se inclina hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta continúa verticalmente a través de la esquina de la losa. Un desprendimiento que mide menos de 127 milímetros desde la fractura hasta la esquina en ambos lados no debe ser documentado.” (Luis, Vásquez. 2002).

2.2.5.25. Descascaramiento de junta

“Es la fractura en los márgenes de la losa que se produce a 0,60 metros de la junta. Por lo general, no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que interseca la junta en un ángulo.” (Luis, Vásquez. 2002). Se origina por:

- ✓ “Las cargas de tráfico o la intrusión de sustancias incompresibles provocan tensiones excesivas en la junta”.
- ✓ Debido a la manipulación extensiva, el hormigón de la junta es débil.



Figura 4 Fallas de pavimentos rígidos
Fuente de internet



Figura 5 Fallas estructurales del pavimento
Fuente de internet

2.2.6. Factores que afectan el comportamiento del pavimento de concreto

2.2.6.1. Tráfico

“Cuando los ejes cargados se desplazan de una losa a otra a través del pavimento, provocan dos efectos significativos: tensiones de flexión en la losa de hormigón y deflexiones en las juntas, grietas, esquinas y bordes del pavimento.” (Javier, Morales. 2005). “El primero induce tensiones y deformaciones internas que acumulan fatiga con cada pasada; estas tensiones son críticas cuando la losa presenta una deformación de alabeo cóncava, como se representa en el isograma de tensiones de la Figura 5, donde las tensiones son mayores en el centro de la cara superior de la losa y en la zona central de los bordes superiores. Tras varios ciclos de carga, el material entra en un estado de fatiga que se manifiesta con la formación de fracturas en estos puntos, que posteriormente se propagan hacia abajo e impactan en todo el espesor de la losa, como se ve en la figura 6. La propagación de las grietas se facilita sustancialmente y la fatiga se acelera cuando las grietas iniciadas por la contracción plástica en

el hormigón nuevo ya están presentes en las regiones de altas cargas de flexión y tracción” (Javier, Morales, 2005).

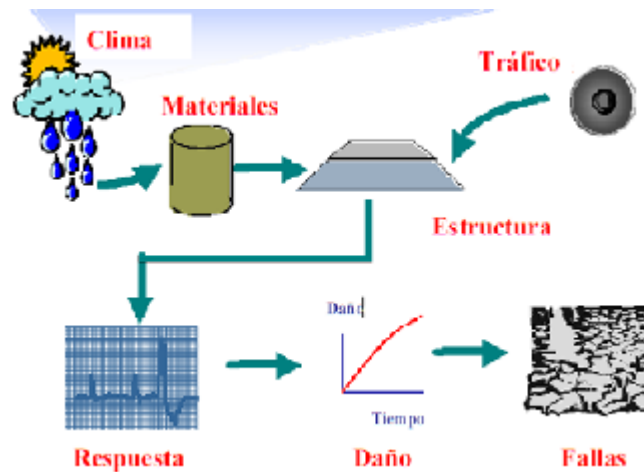


Figura 6 Efecto del clima y el tráfico en el comportamiento del pavimento
Fuente: Transportación Research Board (TBR), washintong D.C del 13/01/2003

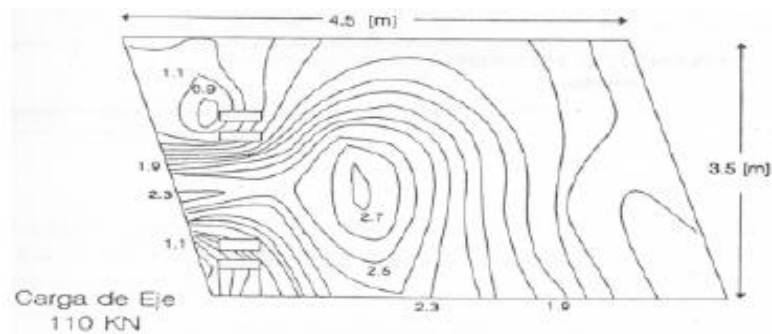


Figura 7 Curvas de Isoesfuerzos (Mpa) de tracción en la cara superior de una losa de alabeo cóncavo

Fuente: “Transportación Research Board (TBR), washintong D.C del 13/01/2003”



Figura 8 Patrón de agrietamiento
 Fuente: "Transportación Research Board (TBR), washintong D.C del
 13/01/2003"

“La segunda consecuencia, y la más perjudicial, se produce cuando las cargas de los camiones se sitúan cerca del borde exterior del pavimento, lo que crea deflexiones más críticas que cualquier otra ubicación de la carga” (Javier, Morales. 2005). “Muchas repeticiones de cargas severas de los ejes en las esquinas y el borde de la losa inducen el bombeo, la erosión de los materiales de la subrasante, la subbase y la berma de hormigón, los vacíos debajo y al lado de la losa, y el fallo de las juntas, especialmente en los pavimentos con juntas sin pasadores” (Javier, Morales. 2005).

2.2.6.2. Medio ambiente

“El medio ambiente puede influir en el comportamiento del pavimento de varias maneras. Las fluctuaciones de temperatura y humedad pueden influir en la resistencia, la durabilidad y la capacidad portante del pavimento y de los suelos de la subrasante. Además, estos desniveles someten a las losas de pavimento a esfuerzos que dan lugar a alabeos que alteran continuamente las condiciones de soporte y de contorno. Se puede decir que el pavimento de hormigón es una estructura viva que se adapta al entorno.” (Javier, Morales. 2005). “Además de los efectos dañinos del agua, las losas de hormigón son susceptibles de alabeo y flexión. Debido a las diferencias en su contenido de humedad a diferentes profundidades, el alabeo es la distorsión cóncava hacia arriba de una losa. Los efectos del

alabeo son dos: la pérdida de apoyo a lo largo de los bordes de la losa y la restricción de las cargas de compresión en la base de la losa. El comportamiento de la losa en respuesta a las fluctuaciones de temperatura se denomina alabeo. Durante el día, cuando la superficie superior de la losa está más caliente que la inferior, se producen tensiones de tracción restringidas en la base de la losa.” (Javier, Morales. 2005). Durante la noche, la distribución de la temperatura se invierte y la superficie de la losa desarrolla tensiones contenidas.

2.2.7. EVALUACION DEL PAVIMENTO

El autor Apolinario Morales, Edwin Wilderen su tesis “INNOVACIÓN DEL MÉTODO VIZIR EN ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS CON BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO”, nos menciona el siguiente: “La evaluación de un pavimento, se refiere a la calificación de la capa de rodadura y la cuantificación de los deterioros que se encuentran en la vía, con la finalidad de obtener datos de la condición del pavimento a fin de generar soluciones a los deterioros y planes de rehabilitación sostenibles” (Edwin, Apolinario. 2012). “Se considera que la evaluación se realiza de acuerdo con la técnica prevista en las normas aplicables, teniendo en cuenta las variables locales para determinar las condiciones funcionales y estructurales del pavimento estudiado. La evaluación del estado actual de los pavimentos ha sido y seguirá siendo un mecanismo crucial para mantener un nivel de servicio suficiente; esta evaluación vincula la integridad estructural de un pavimento con la comodidad de conducción de los usuarios de la carretera”. (Edwin, Apolinario. 2012).

“Esta decisión se basará en toda la información obtenida a través de estudios sobre el estado actual del pavimento que se refiere a su condición, donde se representa el nivel de degradación como resultado de un proceso de deterioro, como deformaciones, irregularidades, deflexiones, resistencia del pavimento, etc. Por estas razones, una evaluación suele ser una decisión

difícil, sobre todo a la hora de determinar cómo y cuándo realizar un mantenimiento o una rehabilitación rentable” (Edwin, Apolinario. 2012).

“Una evaluación visual de la carretera ofrece una visión del estado y la condición de la capa de rodadura, lo que permite una estimación aproximada del estado real del pavimento a lo largo de su vida útil. El proceso de deterioro del pavimento es inicialmente lento, pero a medida que se acerca al final de su vida útil, su desgaste se acelera, definiéndose como una "exponencial" de deterioro del pavimento; por lo tanto, el mantenimiento preventivo y la rehabilitación son de suma importancia; por lo tanto, se requerirá un mantenimiento preventivo temprano, y si se requiere una rehabilitación, ésta deberá basarse en el beneficio de los usuarios y dependerá de las estrategias presentadas” (Edwin, Apolinario. 2012).

“Una vez recopilada toda la información sobre el estado del pavimento, las decisiones de mantenimiento y reparación deben ser objetivas y correctas. Para analizar las consecuencias de las decisiones a tomar, es necesario conocer el volumen de tráfico, la clasificación y las cargas de los vehículos, los datos climáticos, la infraestructura física, los materiales componentes, los espesores de las capas, el estado actual del firme, el estado funcional y estructural, las curvas de deterioro para estimar el comportamiento futuro, el clima y los costes unitarios asociados al usuario y al mantenimiento” (Edwin, Apolinario. 2012).

“Con las nuevas metodologías, ha sido posible adquirir soluciones de uso directo, lo que ha permitido el desarrollo de sistemas de cuidado, rehabilitación y reconstrucción de pavimentos.” (Edwin, Apolinario. 2012).

“El propósito de una evaluación de pavimentos es determinar la relación entre el estado del pavimento y la calidad del mismo a partir de su comportamiento, especialmente si es evaluado por los usuarios; en consecuencia, es fundamental contar con una evaluación funcional de la carretera que sea objetiva y que satisfaga todas las necesidades y expectativas de los usuarios a través de un método de rehabilitación adecuado. Las metodologías para realizar este tipo de estudios se basan en la medición o confirmación de la

existencia de defectos que se manifiestan en la superficie del pavimento” (Edwin, Apolinario. 2012).

2.2.8. Tipos de evaluación del pavimento

“Los tipos de evaluación se clasifican en dos grupos: métodos no destructivos y métodos destructivos; a efectos de este documento, sólo se detallarán los métodos no destructivos, ya que éste es uno de los objetivos principales del tema que nos ocupa”:

2.2.8.1. Métodos no destructivos

Debido a su precisión y rapidez para determinar los rasgos o características de un pavimento sin alterar su estructura o comportamiento, el enfoque no destructivo es una de las técnicas más utilizadas en la actualidad. Existen tres variedades:

2.2.8.2. Evaluación estructural

En las partes en las que el deterioro de la carretera ha restringido su uso y capacidad de carga, y cuando la reparación de la superficie ya no es una opción debido a los graves daños de la estructura, se realiza un estudio estructural. Por esta razón, es esencial una rápida rehabilitación para restaurar la funcionalidad de la carretera. El objetivo principal del estudio estructural es evaluar la capacidad estructural efectiva del pavimento. Los métodos para determinar la capacidad estructural de un pavimento incluyen:

- Vigilancia insitu y visual.
- Ensayo de materiales en un laboratorio.
- Ensayos no destructivos.
- Estudios basada en la vida remanente.

2.2.8.3. Evaluación Visual

La evaluación visual se describe como el seguimiento periódico del comportamiento del pavimento, con la capacidad de ver las múltiples formas de degradación existentes y evaluar su origen y gravedad. Este examen se lleva a cabo para recoger información sobre el efecto de las cargas de tráfico en el pavimento y cómo influyen en su comportamiento, especialmente en el refuerzo, de forma que se pueda determinar qué deterioros son más críticos de reparar, ya que podrían dar lugar a fallos más complicados. Un examen visual también tiene en cuenta la parte del sistema de drenaje que está asociada a los deterioros o fallos de la carretera. Las etapas necesarias para realizar un examen visual son:

- ✓ Determinar el tipo, la gravedad y la causa del fallo.
- ✓ Documentar todos los descensos en una hoja de evaluación.
- ✓ Clasificar y cuantificar la información recogida sobre el terreno.
- ✓ Preparar un informe sobre los hallazgos obtenidos en la carretera examinada.

2.2.9. Tipos de evaluación visual según

2.2.9.1. Evaluación superficial y rango de pavimento (PASER)

“Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER), destaca los fallos en una escala visual que va de 1 (peor estado de calidad) a 10 (mejor estado de calidad).”

2.2.9.2. Inspección visual de daños en Carreteras (VIZIR)

El método “Vision Inspection of Zones et Itinéraires Á Risque” (VIZIR), “En los años 60, los pavimentos flexibles utilizaban inspecciones visuales para cuantificar y calificar los daños, por lo que calificaban el estado del pavimento con un índice de degradación global ligado al mantenimiento de la carretera investigada. Su objetivo es determinar un índice de degradación de la superficie de la carretera (Is)”.

2.2.9.3. Evaluación Funcional

“La evaluación funcional es la inspección superficial que se realiza en un tramo de carretera para determinar el deterioro del pavimento; no se compromete la capacidad estructural del pavimento; los deterioros observados se cuantifican mediante fórmulas, en las que se recogen una serie de parámetros del pavimento para poder realizar una evaluación más precisa del estado del mismo”.

Los siguientes atributos definen una evaluación funcional: (IMCYC, 2015):

- ✓ Textura
- ✓ Adherencia de la superficie
- ✓ Grietas
- ✓ Evaluación de la degradación.
- ✓ Examen visual con equipos de alto rendimiento.
- ✓ Aspecto inicial.
- ✓ Principios y equipos de medición.
- ✓ Rendimiento, capacidad de servicio y rugosidad superficial del pavimento.

“Existe una serie de indicadores del estado de la superficie del pavimento cuyo objetivo es definir rangos o limitaciones de evaluación. Su función principal es mantener el estado de la superficie del pavimento y generar opciones de reparación en caso de degradación”.

“En las evaluaciones funcionales se utilizan varios tipos de indicadores”, según (Peñaloza & Calle, 2017):

2.2.9.4. Índice de serviciabilidad presente (PSI):

Varía en una escala de 0 a 5, donde 5 es un nivel de serviciabilidad mayor y 0 un nivel de serviciabilidad menor, relacionado con la capacidad de la carretera y el estado requerido de un pavimento para ofrecer una conducción segura y agradable en un momento determinado. La figura 7 es una representación gráfica del comportamiento de las cargas sobre el pavimento, medido por el índice de serviciabilidad (PSI), donde el nivel

mínimo aceptable de serviciabilidad debe ser incrementado mediante la rehabilitación o reconstrucción. Esta puntuación también tiene en cuenta el paso del tiempo, ya que el grado de serviciabilidad disminuye con el paso del tiempo.

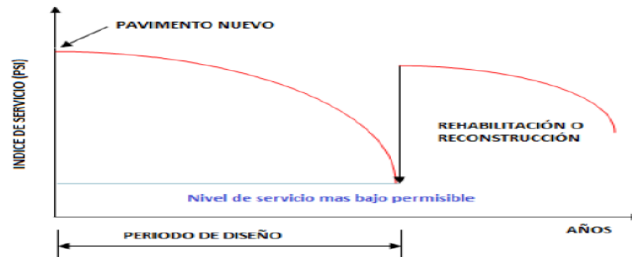


Figura 9 Variación del índice de serviciabilidad de un pavimento por efecto de las cargas en relación al tiempo
Fuente: “Peñaloza & calle, 2017”

2.2.9.5. Índice de regularidad internacional (IRI):

“Incorpora las fluctuaciones en la elevación de la superficie y está relacionado con la calidad de rodadura y la seguridad de la superficie de la carretera”.

2.2.9.6. Índice de Fricción Internacional (IFI):

“Este es el segundo criterio internacional que caracteriza el estado de un pavimento; independientemente del tipo de pavimento, éste tiene las mismas propiedades de adherencia y textura”. (Universidad EAFIT, 2001).

2.2.9.7. Índice de la Condición del Pavimento (PCI):

“Se trata de un examen superficial realizado a partir de un catálogo de defectos tomados de la superficie del pavimento para determinar la gravedad, la extensión y el grado de cada degradación documentada”. Este último índice se utilizará en el presente estudio, por lo que se examinará con mayor profundidad en el capítulo siguiente.

2.2.10. Índice de condición del pavimento (PCI – Pavement Condition Index)

En su guía PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) “para pavimentos de asfalto y hormigón en carreteras - febrero de 2002 - página 2, Luis Ricardo Vásquez Varela especifica lo siguiente La degradación de la estructura del pavimento depende del tipo de daño, de su severidad y de la cantidad o densidad del mismo”. Debido a la gran variedad de escenarios concebibles, ha sido un reto formular un índice que tenga en cuenta los tres elementos mencionados. Para resolver este reto, se añadieron "valores inferidos" como elemento de ponderación del arquetipo para reflejar el grado en que cada combinación de clase de daño, nivel de gravedad y densidad influye en el estado del pavimento.

“El PCI es un índice numérico que va de cero (0) para un pavimento fallido o en mal estado a cien (100) para un pavimento en perfecto estado. La Tabla 3 muestra los rangos del PCI y sus descripciones cualitativas de la condición del pavimento.”

Tabla 3
Rangos de Clasificación 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: Propio

“El PCI se deriva de los hallazgos de un inventario visual del estado del pavimento, en el que se determina la CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño.”

2.2.11. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

El primer paso consiste en la identificación de los daños in situ, teniendo en cuenta el tipo, la gravedad y el alcance de los mismos. Estos datos se almacenan en los formularios correspondientes. Los formularios para la inspección de pavimentos de asfalto y hormigón se muestran en las tablas 3 y 4, respectivamente. Las figuras son ilustrativas; en realidad, se debe proporcionar suficiente espacio para capturar todos los datos pertinentes.

PCI - 01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA

EXPLORACION DE LA CACION POR UNIDAD UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA			
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
CODIGO VIA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO (m2)				
INSPECCIONADO POR	FECHA					
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados			
3	Agrietamiento de bloque	13	Huecos			
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de via ferrea			
5	Corrugacion	15	Ahuellamiento			
6	Depresion	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grietas parabolicas			
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril/berma	19	Desprendimiento de agregados			
10	Grietas long y transversales					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 10 Índice del Condición del Pavimento - Asfáltica
Fuente: “manual Pavement Condition Index (PCI) – febrero 2002”

PCI - 02. CARRETERA CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRAULICO

EXPLORACION DE LA CACION POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA				
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO							
CODIA VIA	ABSCISA FINAL	NUMERO DE LOSAS							
INSPECCIONADA POR	FECHA								
No.	Daño	No.	Daño						
21	Pandeo/Blow up/ Buckñing	31	Pulimento de agergados	o	o	o	o	o	o
22	Grieta de esquina	32	Popouts						10
23	Losa dividida	33	Bombeo	o	o	o	o	o	o
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento						9
25	Escala	35	Cruce de via ferrea	o	o	o	o	o	o
26	Deterioro de sello de junta	36	Mapa de grietas						8
27	Desnivel carril/berma	37	Retraccion	o	o	o	o	o	o
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina						7
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta	o	o	o	o	o	o
30	Parqueo (pequeño)								6
Daño	Severidad	No. losas	Densidad (%)	Valor deducido	o	o	o	o	o
									5
					o	o	o	o	o
									4
					o	o	o	o	o
									3
					o	o	o	o	o
									2
					o	o	o	o	o
									1
					o	o	o	o	o
									...
					1	2	3	4	...

Figura 11 Índice del Condición del Pavimento - Concreto Hidráulico
Fuente: “manual Pavement Condition Index (PCI) – febrero 2002”

2.3. Definición de términos

- **Pavimento:** “El pavimento es una construcción de varias capas construida sobre el subsuelo de la carretera, destinada a soportar y dispersar las tensiones inducidas por las cargas de los vehículos y a aumentar la comodidad y la seguridad del tráfico en general”. (“Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014”).
- **Pavimento rígido:** “un pavimento cuya estructura consiste en una capa subyacente granular, que puede ser una capa base granular, o puede estar estabilizada con asfalto, cemento o cal, y una capa de rodadura que comprende hormigón de cemento hidráulico como aglutinante, áridos y, en ciertos casos, un aditivo”. (“Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014”).
- **Patología:** existen los defectos del pavimento actual.
- **Fallas del Pavimento:** son los síntomas visibles de la degradación del pavimento inducidos por las variables activas (suelo, clima, tráfico, material).
- **Grieta:** Fractura del pavimento largo y delgado.
- **Nivel de Severidad:** Es el grado de la falla que se utiliza para evaluar los tipos de fallas e insuficiencias de los pavimentos existentes a lo largo del curso de la carretera; esta evaluación se describe por gravedad baja, media y alta.
- **Ensayos de laboratorio:** de acuerdo con los requisitos existentes, son las pruebas realizadas en muestras extraídas de calicatas, pozos de diamante, etc.

- **Granulometría:** consiste en la medición y clasificación de granos sedimentarios, materiales sedimentarios y suelos para determinar sus características mecánicas y su origen.
- **Densidad de campo:** Grado de compactación del suelo es la regulación de la compactación del suelo..
- **Límites de consistencia:** Se trata de un suelo que, dependiendo de su level de humedad, peut existir in uno de cuatro estados aleatorios.
- **Índice medio diario (IMD):** Recuento diario de tráfico de vehículos para un segmento específico de la red de carreteras que se está analizando.
- **Período de diseño:** “El número de años que han transcurrido desde el inicio o la construcción del proyecto (denominado año cero) para que se superen las condiciones especificadas o se produzca la rehabilitación del pavimento”.
- **Tráfico vial:** “Es la demanda o los fenómenos resultantes de la circulación de automóviles en una calle, carretera o autopista”.
- **Volumen de tráfico:** “Es el número de coches que pasan por un determinado punto o lugar de la ruta o carril durante un periodo de tiempo específico”.
- **Mantenimiento:** El reasfaltado es el proceso de restauración de la vida útil de un pavimento en términos de confort y seguridad.

2.4.Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

Existe una relacion directa y significativa entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin..

2.4.2. Hipótesis específicas:

- a) Existe un relacion directa y significativa entre entre los factores actuantes y el comportamiento funcional del pavimento comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.

- b) Existe un relacion directa y significativa entre entre los factores actuantes y el comportamiento estructural del pavimento comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.

2.5.Variables:

2.5.1. Definición conceptual de la variable:

2.5.1.1. Variable independiente (Los factores actuantes)

Los agentes atmosféricos, tanto naturales como artificiales, las cargas de los vehículos y la calidad de los materiales influyen en el comportamiento y el diseño de un segmento estructural..

2.5.1.2. Variable dependiente (Comportamiento del pavimento rígido)

El comportamiento del pavimento rígido está ligado a su capacidad funcional para proporcionar una superficie cómoda y segura al usuario, y a su comportamiento estructural, que es la capacidad estructural para resistir o soportar los esfuerzos de carga a los que estará sometido durante el servicio que presta la carretera; ya que los factores actuantes “(suelo,

tráfico, clima y material de la estructura del pavimento) provocan una pérdida gradual y progresiva de la capacidad de soporte del pavimento”.

2.5.2. Definición operacional de la variable:

A. Variable independiente

“LOS FACTORES ACTUANTES”

Define los factores como el suelo, tráfico, clima y material de la estructura del pavimento.

B. Variable dependiente

“COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO”

Define el comportamiento funcional y comportamiento estructural del pavimento rígido.

2.5.3. Operacionalización de las variables:

Tabla 4

Operacionalización de la variable independiente.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable independiente FACTORES ACTUANTES	Suelo	Granulometría	Equipos de laboratorio
		CBR	
	Tráfico	Cargas	Formato de campo
		Volumen de tráfico (IMDA)	
	Clima	Temperatura	Termómetro
		Humedad	
Variable dependiente COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO	Funcional	Rugosidad (IRI)	Guía de Observación y Formato de campo
		Fallas (PCI)	
	Estructural	Esfuerzo	Software - Elementos finitos
		Deformación	

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

“La técnica de investigación utilizada fue el método científico como una serie de procesos sistematizados; asimismo, se utiliza el enfoque inductivo para registrar el hecho en la realidad, junto con la observación cuyo objetivo fue registrar el conjunto de características técnicas y normativas de las variables de la investigación”. Según **Carrasco (2015)**.

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), cuyo propósito principal es determinar el comportamiento del pavimento rígido ante los factores actuantes en el Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariátegui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo región Junín.

“Esta forma de estudio se utiliza por las siguientes razones: para aprender, para actuar, para construir y para alterar”. Según **Sierra bravo (1995)**.

3.3. Nivel de investigación

“El grado de estudio utilizado fue descriptivo-correlacional: el nivel de correlación en el que nos esforzamos por definir los rasgos, las características y los elementos clave del modelado del software para crear correlaciones entre las dos variables”. Según **Hernández, Fernández (2010) y Carrasco (2005)**.

3.4. Diseño de Investigación

La presente investigación se ajusta al siguiente diagrama de diseño no experimental:

M1 ----- O1

M2 ----- O2

Donde:

M1, M2 = Representa cada una de las muestras.

O1, O2 = Representa la información sobre el análisis del modelamiento del pavimento rígido.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

(Barrera, 2008, pág. 141). “Define la población como un grupo de seres que tienen la particularidad o hecho a formarse y que se marcan en los métodos de inclusión”.

La población estará conformada las 15 cuadras de pavimento rígido que comprende el Jiron Junin en el distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.

3.5.2. Muestra

(Balestrini, 2006, pág. 141). “La muestra es una fracción característica de una población, cuyas propiedades deben fabricarse en ella, lo más fielmente factible”.

“La muestra estará conformada por el tramo del Jiron Junin tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin”.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos se recopilarán directamente sobre el terreno mediante estudios del suelo, tablas y formularios de recuento de vehículos, formularios de evaluación del PCI, formularios de evaluación del IRI, pruebas de laboratorio, hojas de observación y el software de elementos finitos EVERFE para analizar los datos.

3.7. Procesamiento de la información:

A continuación se exponen los análisis que se realizarán con los datos recogidos:

- ✓ En primer lugar, se identificó el comportamiento funcional de la carretera mediante la evaluación del firme a través de los ensayos PCI e IRI para identificar las debilidades estructurales y funcionales del pavimento rígido actual.
- ✓ Para evaluar las propiedades de la subrasante y la base, se analizó el suelo mediante la excavación de dos fosas de prueba, las cuales fueron tomadas del expediente técnico del lugar.
- ✓ Los tipos de vehículos y pesos soportados por el pavimento rígido se determinaron mediante un análisis del tráfico.
- ✓ Se evaluó el material del pavimento existente. En primer lugar, se hizo un análisis de la resistencia a la compresión del pavimento rígido mediante el esclerómetro.
- ✓ Una vez obtenidas las propiedades de los materiales y sus correspondientes dimensiones, se determinó y analizó el comportamiento estructural del pavimento existente utilizando el software EVERFE para calcular las tensiones y deflexiones máximas en el pavimento de la sección existente..

3.8. Técnicas y análisis de datos:

Se utilizó gráficos, así como software aplicativos como el EverFE, Microsoft-Excel, AutoCAD, donde se obtuvieron los datos para ser analizados de los tramos a ser evaluados para obtener unas conclusiones sobre la presente investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades de la investigación

El diagnóstico del pavimento rígido que comprende el área de estudio de esta investigación del Jirón Junín tramo av. Mariátegui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo región Junín, está basado en las evaluaciones y determinación de los comportamientos del pavimento rígido ante los factores actuantes el cual es determinado por el procedimiento de la ingeniería basados en los estudios y ensayos de laboratorio correspondiente.

4.2. Ubicación del area de estudio

4.2.1. Ubicación del area de estudio

- Lugar: Jirón Junín
- Distrito: El Tambo
- Provincia: Huancayo
- Región: Junín

4.2.2. Límites Geográficos

- Norte: Provincia de Concepción
- Sur: Departamento de Huancavelica
- Este: Provincia de Satipo
- Oeste: Provincia de Chupaca

4.2.3. Coordenadas geográficas:

- Longitud Oeste: 75°13'14"
- Latitud Sur: 12°03'18"
- Altitud: 3,250.00 m.s.n.m

4.3. Evaluación de los factores actuantes

4.3.1. Suelo

Las correspondientes zanjas de prueba a cielo abierto se excavaron a una profundidad de 1,50 metros para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del sistema de pavimento rígido mediante investigaciones de mecánica del suelo.

En la siguiente tabla se detallan los ensayos realizados en la subrasante del actual pavimento rígido. Verificación del cumplimiento de los criterios de la norma CE 010 Pavimentos Urbanos - ensayo.

Tabla 5
Ensayos de suelos

CAPAS	PROGRESIVA KM	ENSAYOS TÉCNICOS REALIZADOS
sub rasante	0+030 muestra 1	GRANULOMETRIA (NTP 339.128 - ASTM D6913)
		LIMITES DE ATERBERG (NTP 339.129 - ASTM D4318)
	0+035 muestra 2	PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.142 - ASTM D1557)
		CBR (NTP 339.145 - ASTM D1883)

Fuente: propia

Tabla 6
Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°01

IDENTIFICACIÓN	Sub rasante
MUESTRA	M-1
PROFUNDIDAD	0.35 – 1.60 m
SUCS	GW
ASSHTO	A-2-4 (1)
M.D.S (GR/CM3)	2.066
O.C.H.%	4.20
CBR (100% M.D.S)0.1"	103.2
CBR (95% M.D.S)0.1"	59.12

Fuente: propia

Tabla 7

Resultados Obtenidos del Estudio - Mecánica de Suelos - Calicata N°02

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	SUB RASANTE M-2
PROFUNDIDAD	0.35 – 1.60 m
SUCS	GW
ASSHTO	A-2-4 (2)
M.D.S (GR/CM3)	2.063
O.C.H.%	4.95
CBR (100% M.D.S)0.1"	101.6
CBR (95% M.D.S)0.1"	61.9

Fuente: propia

4.3.2. Estudio de trafico

El Jirón Junín está clasificado como carretera local según el manual de diseño geométrico para carreteras urbanas. Se caracteriza por ser una vía de alto tráfico debido a la naturaleza urbana del sector donde se ubica la vía. El recuento de vehículos se realiza a lo largo de una semana, durante la cual se evalúa el tipo de vehículos que transitan por la vía en sus días más y menos transitados, obteniendo el martes una mayor demanda de vehículos con un total de 801.36 vehículos.

TABLA 8

CONTEO VEHICULAR - ESTACIÓN N° 1

HORA	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
12:00 - 12:30 am	6	6	4	4	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	2	2	6	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	3	8	3	4	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	3	7	4	2	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	4	1	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	2	2	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	2	6	4	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	2	4	8	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	3	5	5	6	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	3	3	8	8	5	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	3	8	8	6	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	5	4	8	3	5	0	2	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	1	4	4	5	7	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	2	5	6	6	1	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	5	5	6	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	6	2	7	7	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	6	8	8	4	3	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	7	8	8	6	3	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	8	2	6	5	4	1	Q	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	8	7	1	4	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	6	1	4	6	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	4	1	5	5	7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	7	5	4	6	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	7	3	4	6	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	4	3	4	6	8	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	3	2	1	7	8	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	5	3	2	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1:30 - 2:00 pm	2	2	5	8	7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	1	7	3	6	7	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	8	3	8	8	5	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	5	5	5	5	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	6	4	6	5	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	7	6	4	1	6	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	5	1	6	2	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	8	5	6	8	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	6	4	6	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	8	6	4	7	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	6	7	6	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	6	3	4	5	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	7	6	7	4	6	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	8	2	5	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	8	5	3	2	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	6	6	4	3	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	6	1	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	8	2	4	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	3	6	6	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	2	4	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	7	3	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:	240	203	248	225	218	13	8	2	40	27	2	4	2	0	6	0	0	0	1238

TABLA 9
CONTEO VEHICULAR - ESTACIÓN N° 2

HORA	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
12:00 - 12:30 am	8	6	4	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	3	2	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	2	8	4	3	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	2	8	4	2	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2:00 - 2:30 am	5	1	7	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	3	2	5	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	1	5	4	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	2	4	8	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	5	5	5	6	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	3	1	8	8	5	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	3	8	8	6	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	8	7	8	3	5	0	2	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	1	4	4	5	7	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	2	5	6	6	1	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	5	5	6	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	6	2	7	7	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	6	8	8	4	3	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	7	8	8	6	3	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	8	2	6	5	4	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	8	7	1	4	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	6	1	4	6	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	4	1	5	5	7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	7	5	4	6	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	7	3	4	6	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	4	3	4	6	8	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	3	2	1	7	8	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	5	3	2	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	2	2	5	8	7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	1	7	3	6	7	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	8	3	8	8	5	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	5	5	5	5	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	6	4	6	5	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	7	6	4	1	6	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	5	1	6	2	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	8	5	6	8	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	6	4	6	3	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	8	6	4	7	7	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	6	7	6	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	6	3	4	5	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	7	6	7	4	6	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	8	2	5	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	8	5	3	2	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	6	6	4	3	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los vehículos ligeros (motocicletas, automóviles, furgonetas, furgones, combis y autobuses) y los vehículos pesados (camiones, furgonetas y autobuses) comparten la carretera. La siguiente tabla clasifica los vehículos según su capacidad de carga.

Tabla 10
Eje de diseño: Obtención de la carga de ejes equivalentes ESAL W 18

VEHICULO	TRAFICO/IMDA	DIAS	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE	f	ESALo(fxIMDA)
VL	1236	365	S	1	0.0004	0.4944
			S	1	0.0004	0.4944
C2	48	365	S	7	1.27	60.96
			S	11	3.33	159.84
C3	54	365	S	7	1.27	68.58
			T	18	3.46	186.84
C4	6	365	S	7	1.27	7.62
			TR	25	4.16	24.96
T2S2	13	365	S	7	1.27	16.51
			S	11	3.33	43.29
			T	18	3.46	44.98
T3S3	21	365	S	7	1.27	26.67
			T	18	3.46	72.66
			TR	25	4.16	87.36
B3-1						
	1378				$\sum f \times \text{IMDA}$	801.2588

De donde: $ESALo=801.2588$; $Dd= 0.5$; $DI= 1$; $r=4\%$ 0.04 ; $n=20$;
 $W18=ESALr$; 4354440.42 $4.35E+06$

De donde obtenemos los valores del

- I.M.D.= 801.258 vehículos/día
- E.S.A.L. = 4,354,440.42

4.1.1. Condiciones climáticas

“El clima puede influir en el comportamiento del pavimento rígido de diversas maneras. La variación de la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones son factores climatológicos que suelen tener ciertos efectos en la resistencia del pavimento”, por lo que es necesario recopilar datos climáticos o hidrometeorológicos para la región del Pilcomayo.

Datos Hidrometeorológicos en Junín

AÑO / MES / DÍA	NIVEL DEL RIO (m)			
	06	10	14	18
2022-01-01	0.520	0.520	0.520	S/D
2022-01-02	0.260	0.260	0.180	0.180
2022-01-03	0.180	0.280	0.640	0.500
2022-01-04	0.220	0.200	0.240	0.300
2022-01-05	0.340	0.320	0.240	0.220
2022-01-06	0.180	0.280	0.440	0.380
2022-01-07	0.280	0.200	0.280	0.480
2022-01-08	0.240	0.380	0.520	0.300
2022-01-09	0.180	0.300	0.380	0.380
2022-01-10	0.360	0.560	0.620	0.540
2022-01-11	0.640	0.640	0.480	S/D
2022-01-12	0.480	0.540	0.560	0.300

Figura 12 Estación hidrometeorológica Junín

Fuente: propia

“En el Anexo 05 se muestran los datos recogidos por el SENAMHI del año 2021 detallando los registros diarios de temperatura de cada mes.”

El resumen de los datos de temperatura recogidos en la estación Pilcomayo se muestra en la Tabla 8.

Tabla 11
Datos hidrometeorológicos de la temperatura °C – ANEXO 5

PARÁMETROS CLIMÁTICOS PROMEDIO DE EL TAMBO

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	19	18	17	16	16	16	25	29	20	17	18	20	19.3
Temp. media (°C)	12.6	12.5	12.3	12.2	11.4	10.3	10.2	11.3	12.5	13.1	13.1	12.7	12
Temp. mín. media (°C)	9	9	9	7	5	2	3	2	5	6	8	10	6.3
Precipitación total (mm)	181	176	106	76	36	0.6	0.9	3.6	46	71	100	139	936.1

Fuente: propio

En la tabla anterior “se muestran tres periodos de evaluación climática (2021) obtenidos de la estación meteorológica del Pilcomayo, en los cuales se determinó que la temperatura más alta (calor) se dio en agosto 2021”, alcanzando 29°C, y la temperatura más baja (frío) se dio en junio de 2021, alcanzando 2°C.

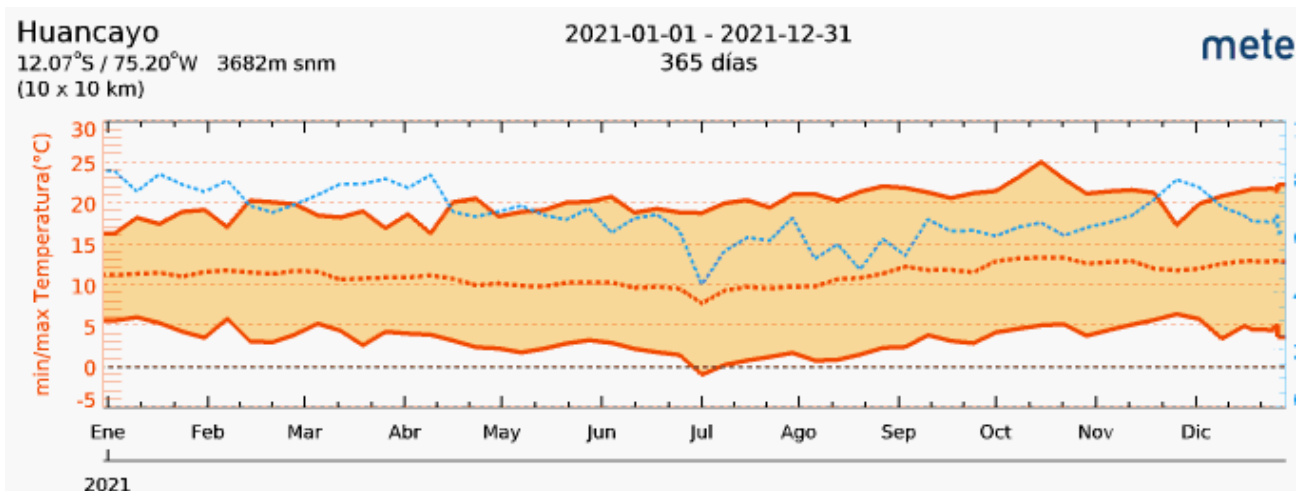


Figura 13 Variación de Temperatura
Fuente: meteoblue

En los meses de octubre, noviembre y diciembre hay un mayor porcentaje de contenido de humedad, como se observa en el siguiente gráfico, que muestra los datos estadísticos sobre la humedad relativa recogida a lo largo de los meses de 2021.

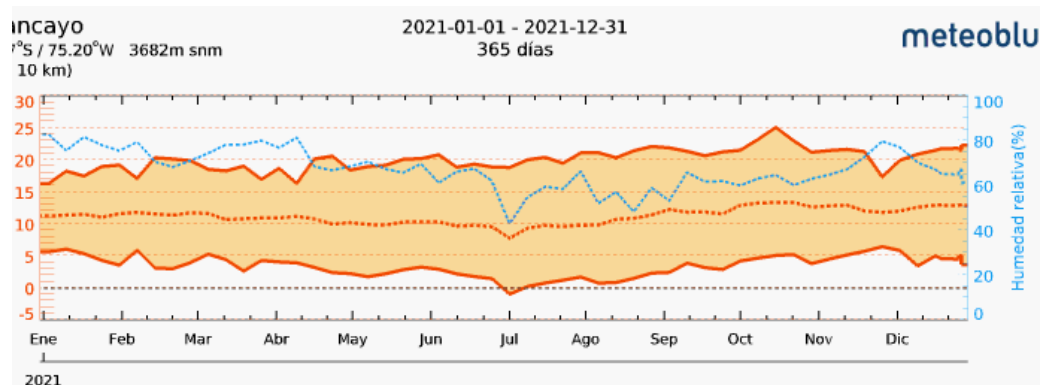


Figura 14 Variación de Humedad
Fuente: meteoblue

4.3.3. Condiciones del material

El pavimento rígido se construye con muchas capas, incluyendo la sub-base y la losa de hormigón; la tabla 12 detalla las pruebas realizadas en cada sitio de investigación para asegurar que la losa se desarrolla adecuadamente. Para una investigación del material de hormigón o de la losa de hormigón, el ensayo de resistencia a la compresión y el ensayo de carbonatación del hormigón se realizaron en núcleos recuperados del pavimento rígido. La tabla

siguiente resume los resultados del ensayo de compresión realizado en las muestras de pavimento rígido.

Tabla 12
Ensayo de compresión con esclerómetro

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	F'c
N° de observaciones	2000
Mínimo	169.061
Máximo	361.731
Mediana	287.254
Media	286.459
Desviación típica (n-1)	21.974
Coefficiente de variación	0.077
Error típico de la media	0.491
Límite inferior de la media (95%)	285.496
Límite superior de la media (95%)	287.423

Fuente: propia

“Las resistencias a la compresión con esclerómetro en excelente y mal estado son casi idénticas, siendo la menor resistencia a la compresión igual a $f'c=169.06 \text{ kg/cm}^2$ y la mayor resistencia a la compresión igual a $f'c=361.73 \text{ kg/cm}^2$ ”.

4.4. Evaluación del comportamiento funcional del pavimento rígido

4.4.1. Evaluación del pavimento rígido – método PCI

La evaluación de la carretera de estudio se llevó a cabo mediante el método PCI, el cual consistió en ubicar primero el área de investigación y luego realizar un estudio de sitio para la evaluación del tramo que comprende aproximadamente 4 cuadras con una sección de 12 metros de ancho de carril (dos carriles y uno para cada sentido) para obtener un total de 50 muestras de evaluación, que suman aproximadamente 501.61 metros de carretera analizados.

4.4.2. Procedimiento

La evaluación superficial o visual del pavimento, como se indica en el manual sobre la degradación, consta de tres pasos:

- Detección de la degradación existente.
- Clasificación de la gravedad del deterioro.
- La frecuencia con la que se producen en la unidad de muestreo.

“Los registros se crearon en una hoja o formato de inspección siguiendo el formato especificado en la bibliografía de la norma AASHTO.”

A continuación, se desglosa bloque por bloque la información recibida y procesada de las tres partes examinadas, Av. Mariátegui - Av. la Marina y Pasaje Pariona.

4.4.3. Tramo: primera cuadra a evaluar

4.4.3.1. Ubicación

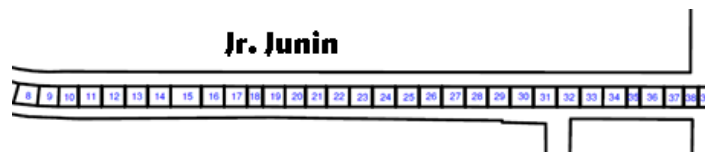


Figura 15 Ubicación de la muestra a evaluar

Fuente: propia

4.4.3.2. Descripción de la unidad de análisis

- Muestra : U-1
- Nro de unidades: 25 unidades
- Largo promedio: 6.00 metros
- Ancho promedio: 6.00 metros
- Área promedio : 46 m²
- Área total : 1926.85 m²

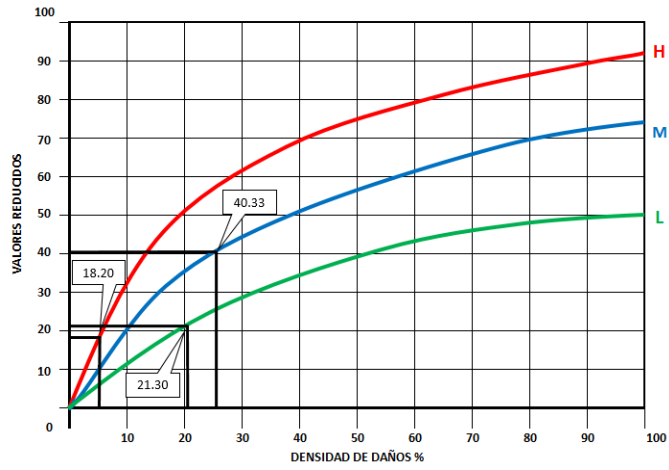


Figura 17 Losa dividida

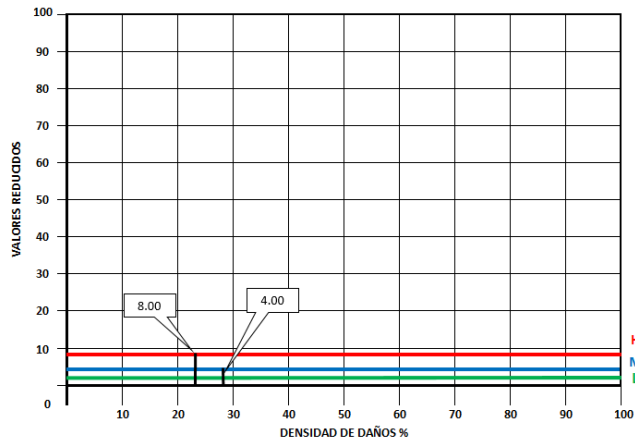


Figura 18 Deterioro de sello de juntas

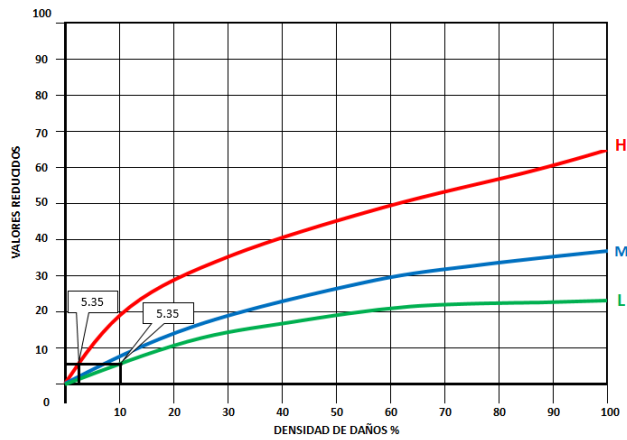


Figura 19 Grietas lineales

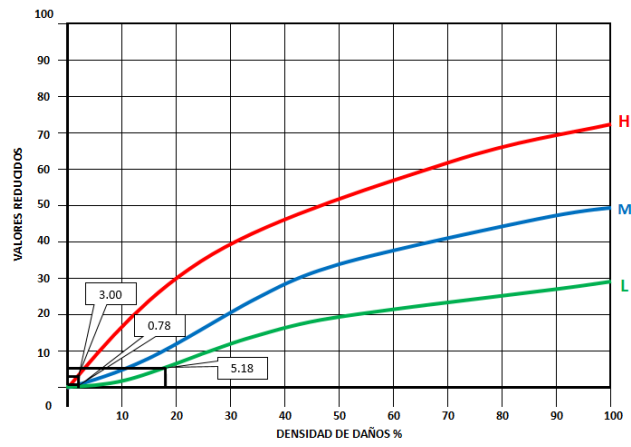


Figura 20 Parcheos grande y pequeños

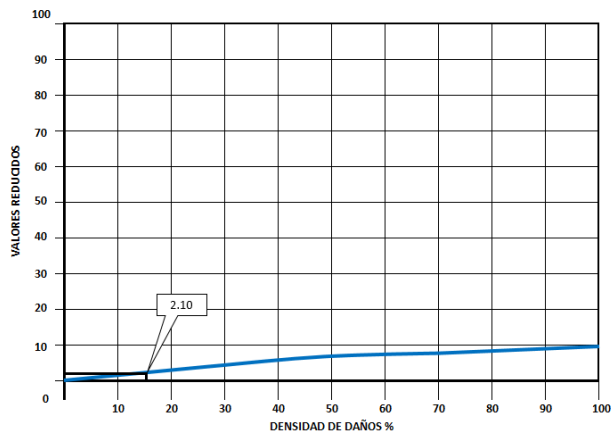


Figura 21 Pulimento de agregados

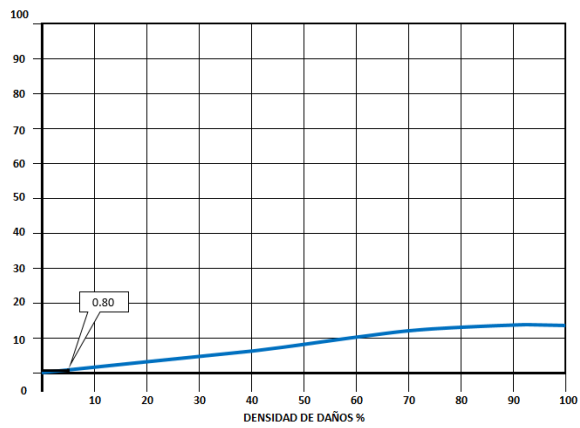


Figura 22 poputs

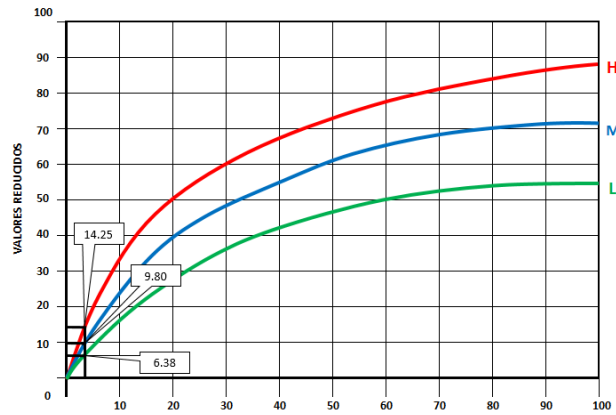


Figura 23 punzonamiento

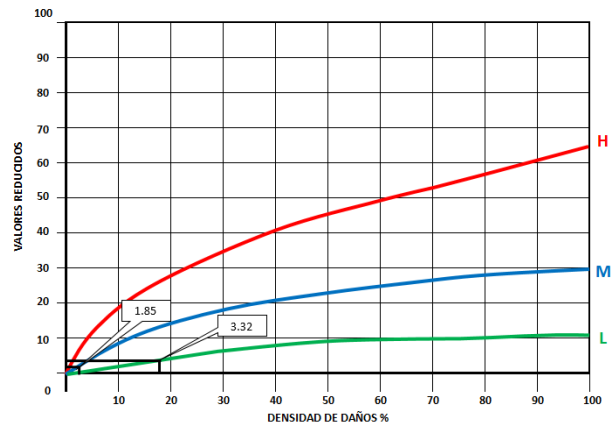


Figura 24 Mapa de grietas

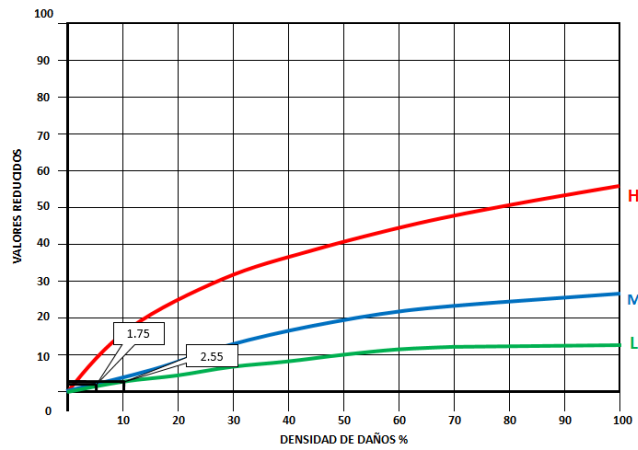


Figura 25 Descascaramiento de junta

4.4.3.4. Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):

- 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD): **MVR = 40.30**
- 2do calculamos el “Número Máximo Admisible

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

$$m_i = 6.48$$

4.4.3.5. Determinación del máximo valor Reducido corregido (Max.VRC):

Tabla 13

Determinacion del maximo valor reducido

Nº	Valor de Reduccion							Total	q	VRC
1	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	3.06	114.94	7	56.65
2	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	2.00	113.88	6	58.50
3	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	2.00		105.88	5	57.75
4	40.33	21.30	18.20	14.25	2.00			96.08	4	54.90
5	40.33	21.30	18.20	2.00				81.83	3	51.85
6	40.33	21.30	2.00					63.63	2	47.80
7	40.33	2.00						42.33	1	42.10

Fuente propia

4.4.3.6. Determinación del PCI:

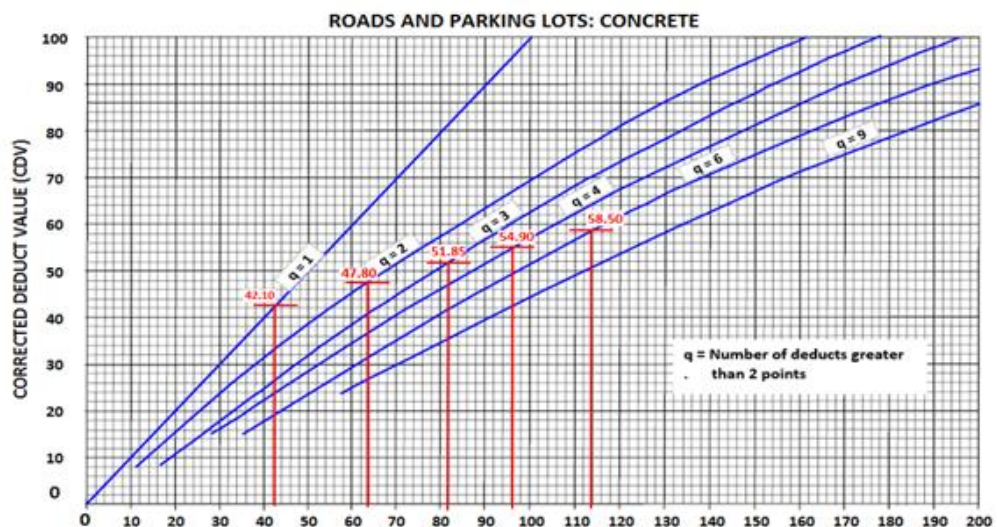


Figura 26 Determinación del PCI

- Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):
 - 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)

$$\mathbf{MVR = 40.33}$$

- 2do calculamos el "Número Máximo Admisible

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

$$m_i = 6.48$$

- En el cuadro 14 se muestran la obtención del máximo Valor Reducido Corregido (Max.VRC)

Tabla 14
Valor Reducido Corregido – Cuadra 1

N°	Valor de Reduccion							Total	q	VRC
1	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	3.06	114.94	7	56.65
2	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	8.00	2.00	113.88	6	58.50
3	40.33	21.30	18.20	14.25	9.80	2.00		105.88	5	57.75
4	40.33	21.30	18.20	14.25	2.00			96.08	4	54.90
5	40.33	21.30	18.20	2.00				81.83	3	51.85
6	40.33	21.30	2.00					63.63	2	47.80
7	40.33	2.00						42.33	1	42.10

Fuente: propia

- Determinación del PCI

$$\begin{aligned} \text{PCI} &= 100 - \text{Max.VRC} \\ \text{Max.VRC} &= 58.5 \\ \text{PCI} &= 41.5 \\ \text{CLASIFICACION} &= \text{REGULAR} \end{aligned}$$

4.4.4. Tramo: segunda cuadra a evaluar

4.4.4.1. Ubicación

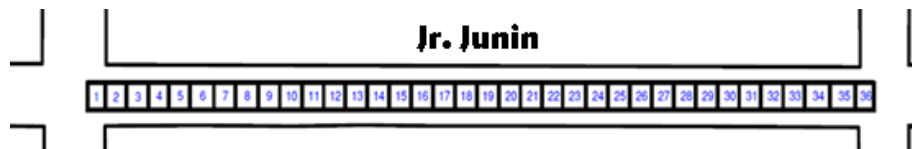


Figura 27 Ubicación de la muestra a evaluar

Fuente: propia

4.4.4.2. Descripción de la unidad de análisis

- Muestra : U-1
- Nro de unidades: 25 unidades
- Largo promedio: 6.00 metros
- Ancho promedio: 6.00 metros
- Área promedio : 46 m²
- Área total : 1926.85 m²

4.4.4.3. Determinación de unidades de muestreo

TRAMO: Cuadra 1

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

N=	39
e=	5
σ=	15
n=	18

determinación de intervalo de muestreo

$$i = \frac{N}{n}$$

N=	39
n=	18
i=	2

- Los valores de reducción se determinan en relación a la densidad de daños contados, los cuales estarán detallado en el anexo 07.
- Determinación del número máximo permitido de Valores Reducidos (VRs):
 - 1ro seleccionamos el Mayor Valor Deducido (MVD)

$$\text{MVR} = 45.68$$

- 2do calculamos el "Número Máximo Admisible

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

$$m_i = 5.99$$

- El cuadro 13 se muestra la obtención del máximo Valor Reducido Corregido (Max.VRC)

Tabla 15
Valor Reducido Corregido - cuadra 2

N°	Valor de Reduccion						Total	q	VRC
1	45.68	27.38	21.00	17.72	8.90	7.92	128.60	6	65.75
2	45.68	27.38	21.00	17.72	8.90	2.00	122.68	5	65.85
3	45.68	27.38	21.00	17.72	2.00		113.78	4	63.95
4	45.68	27.38	21.00	2.00			96.06	3	60.40
5	45.68	27.38	2.00				75.06	2	54.70
6	45.68	2.00					47.68	1	47.40

Fuente: propia

- Determinación del PCI

$$\begin{aligned}
 \text{PCI} &= 100 - \text{Max.VRC} \\
 \text{Max.VRC} &= 65.85 \\
 \text{PCI} &= 34.15 \\
 \text{CLASIFICACION} &= \text{MALO}
 \end{aligned}$$

4.4.5. Resultados del cálculo de PCI en la Jiron Junin

El PCI obtenido en el bloque 1 sección 1 fue de 41,5, indicando un pavimento en condiciones aceptables, sin embargo, el PCI estimado en el bloque 2 sección 2 fue de 34,2, indicando que el pavimento está en malas condiciones.

Tabla 16
PCI por cuadra

Cuadra	Und. De muestreo	PCI u.m	Graduación
CUADRA 1	U-1	41.5	REGULAR
CUADRA 2	U-2	34.2	MALO

Fuente: propia

Utilizando el siguiente cálculo, se determinó el PCI de la parte actual del pavimento en la calle Junín:

$$\text{PCI} - S = \frac{[(N - A) * \text{PCI} - R] + (A * \text{PCI} - A)}{N}$$

Así calculamos los valores requeridos:

Tabla 8
PCI promedio

TRAMO	PCI
C1	41.5
C2	34.2
PCI-R	36.97

Donde:

N: número de las unidades de muestreo evaluados

A: número de las unidades adicionales de muestreo evaluados

PCI-R : PCI promedio de las unidades de muestreo evaluados

PCI-A : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales evaluados

$$PCI - S = \frac{[(2-0)*36.97]+(0*0)}{2}$$

$$PCI - S = 36.67$$

4.4.5.1. Clasificación final:

La Figura 30 “demuestra que la calificación final del PCI para el pavimento rígido de la calle Junín es de 36,67, que cae dentro del rango de 25 a 40, lo que indica que la categorización del estado del pavimento es MALO”.

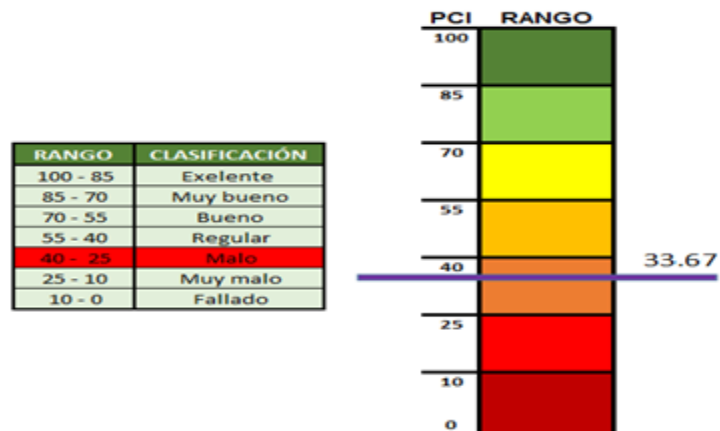


Figura 28 Clasificación del PCI

Fuente: propia

La falla 31, que corresponde al pulido del agregado con una indicación de 26,41%, tiene la mayor ocurrencia en la parte del pavimento rígido de la calle Jirón Junín. El gráfico siguiente representa el tipo de falla en relación al nivel de severidad.

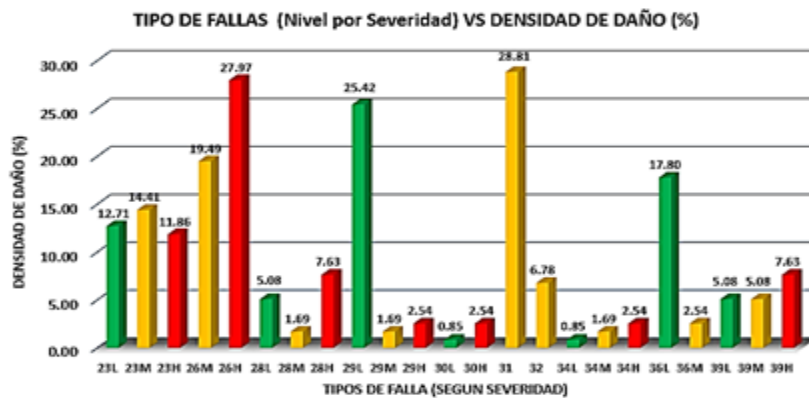


Figura 29 Tipo de fallas vs densidad de daño

Fuente: propia

4.4.6. Evaluación para la determinación de la rugosidad (IRI) – rugosímetro de berlin

“Para la evaluación de la rugosidad del pavimento rígido de la calle Junín se utilizó el rugosímetro Merlín, un método desarrollado por el Laboratorio de Investigación de Carreteras y Transportes británico” (TRRL) basado en el principio del perfilómetro estático, que utiliza la distribución de las desviaciones de la superficie en relación con una cuerda media. El medidor de rugosidad Merlín es fácil de usar, barato, sencillo de evaluar y produce resultados precisos.

4.4.6.1. Rangos y valores característicos del IRI

El Banco Mundial utiliza la escala estándar para cuantificar los distintos tipos de carreteras mediante el IRI. Para las carreteras no pavimentadas, la escala del IRI va de 12 a 20 m/km, mientras que, para las pavimentadas, el rango es de 0 a 12 m/km.

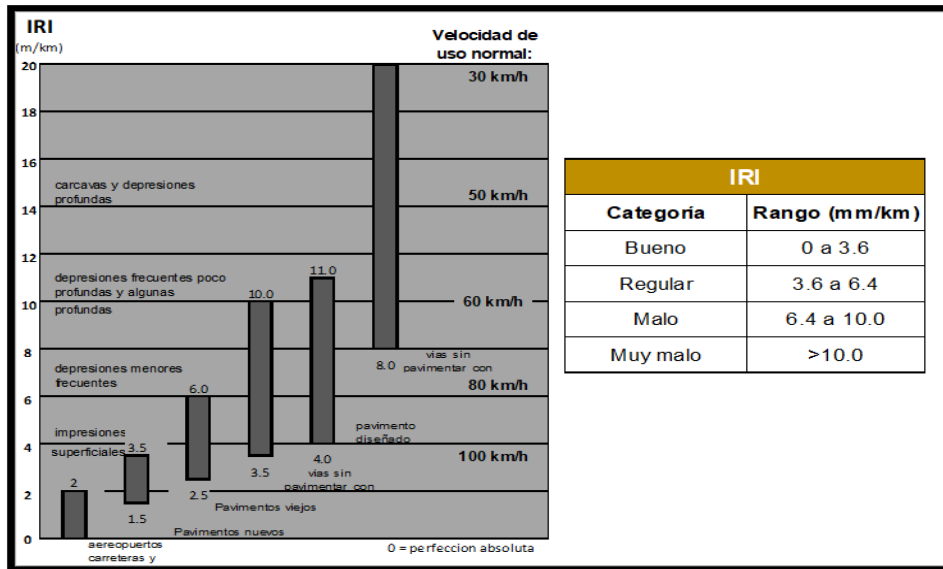


Figura 30 Rangos y Valores característicos de IRI
Fuente: Banco mundial.

4.4.6.2. muestreo y unidades de muestra

La muestra se realizó para un nivel de proyecto general, y se determinó que la longitud media de la cuerda era de 2,0 m, ya que esta distancia arroja los mayores resultados correlativos. De forma similar, se especificó que se debían controlar 200 desviaciones de la cuerda media de forma secuencial a lo largo de la vía con un intervalo coherente entre cada medición.

Se ha realizado un estudio de toda la longitud del bloque de la vía. Al obtener la lectura para Junín del bloque av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona, se tomaron lecturas para los extremos derecho e izquierdo de la calzada, así como para el carril exterior derecho 250 lecturas y el extremo interior izquierdo 400 lecturas, para un total de 500 lecturas tomadas en ambos carriles.

Informe :	LYC - 19 - 001						Fecha :	07/09/21		
Cliente :							Sondaje :			
Proyecto :	TESIS						Cape :	Pavimento		
Ubicación :	km. 0+00.00 - km. 0+295.24						Centers :			
23	29	23	29	33	37	36	30	34		
27	35	23	32	35	17	39	35	29	34	
32	18	31	33	25	32	38	19	27	34	
39	32	31	26	26	32	27	33	27	28	
25	21	39	23	19	26	39	19	26	48	
50	40	35	13	23	44	44	24	31	29	
27	43	49	26	25	26	49	28	32	37	
26	35	21	40	25	26	30	41	33	25	
24	16	34	33	28	44	21	39	28	45	
29	30	28	17	38	41	24	26	25	35	
44	25	26	30	19	25	29	24	37	37	
11	47	25	28	35	20	39	30	35	32	
27	32	41	31	29	6	25	35	32	32	
15	20	37	40	33	30	29	15	34	25	
37	3	22	28	35	44	35	41	36	29	
23	1	32	35	28	19	25	37	30	37	
31	38	26	23	42	40	36	28	35	38	
32	24	33	26	30	23	37	34	37	41	
22	31	37	35	25	46	19	33	30	34	
25	23	36	32	15	29	22	28	41	34	

Figura 31 Lectura de datos de campo

Fuente: propia

4.4.6.3. Ejecución de ensayos

Se necesitaron dos personas para llevar a cabo las pruebas: un ayudante que toma los registros y un operario que manipula el equipo y recoge las lecturas sobre la marcha. En el mismo carril de la carretera, se eligió una longitud de unos 400 metros para la evaluación. Las dimensiones se toman en función de la huella exterior para los trenes que salen y de la huella interior para los vagones que llegan.

Para calcular el valor de la rugosidad, hay que realizar 200 observaciones de "irregularidades del pavimento" "(desviaciones con respecto a la cuerda media), cada una de las cuales se detecta con el patín móvil Merlin y se determina por la posición del puntero en la escala graduada del tablero, produciendo así las lecturas correspondientes. Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, por tanto, siempre cada 2 m de distancia; en la práctica, esto se consigue utilizando como referencia una vuelta de la circunferencia de la rueda Merlin, que tiene aproximadamente 2 metros de circunferencia; así, cada prueba se realiza cuando la rueda da una vuelta".

4.4.6.4. Determinación de la rugosidad del pavimento rígido

Para poder medir los datos sobre el terreno, hubo que calibrar el equipo para determinar el factor de corrección de la modificación del valor "D".

Tabla 17

Cálculo del Factor de Corrección del Rugosímetro Merlín-Lectura en escala MERLIN

Lectura N°	Lectura Inicial (LI)	Lectura Final (LF)	ESPESOR
1	26	40	70.00
2	7	19	60.00
3	13	26	65.00
4	15	27	60.00
5	13	24	55.00
6	13	23	50.00
7	11	22	55.00
Promedio	14.00	25.86	59.29

Fuente: propia

Tabla 18

Espesor de Platina Lecturas del Vernier

Lectura N°	Espesor EP (cm.)
L1	5.00
L2	5.10
L3	5.10
L4	5.10
EP (promedio)	8.08

Fuente: propia

De donde el Resultado es el factor de Corrección F.C.= 0.856

$$F.C. = (EP \times 10) / [(Li - Lf) \times 5]$$

Donde,

EP: Espesor o grosor de la pastilla

Li: Posición inicial del puntero

Lf: Posición final del puntero

4.4.6.5. Medición de la rugosidad de la superficie de rodadura

Se utilizó el rugosímetro Merlín para medir 501.61 metros del pavimento rígido de la calle Junín de las manzanas 1 a 2, donde se dan las tablas de

cálculo del valor "D" y el "cálculo de la rugosidad superficial en unidades Merlín y en escala IRI en hojas continuas".

4.4.6.6. Resultados de la rugosidad

Después de analizar la rugosidad de la superficie cada 400 metros, determinamos la rugosidad media de la superficie por lado y luego consolidamos todo el tramo. Los cuadros 17, 18, 19 y 20 detallan la evaluación de la superficie del pavimento.

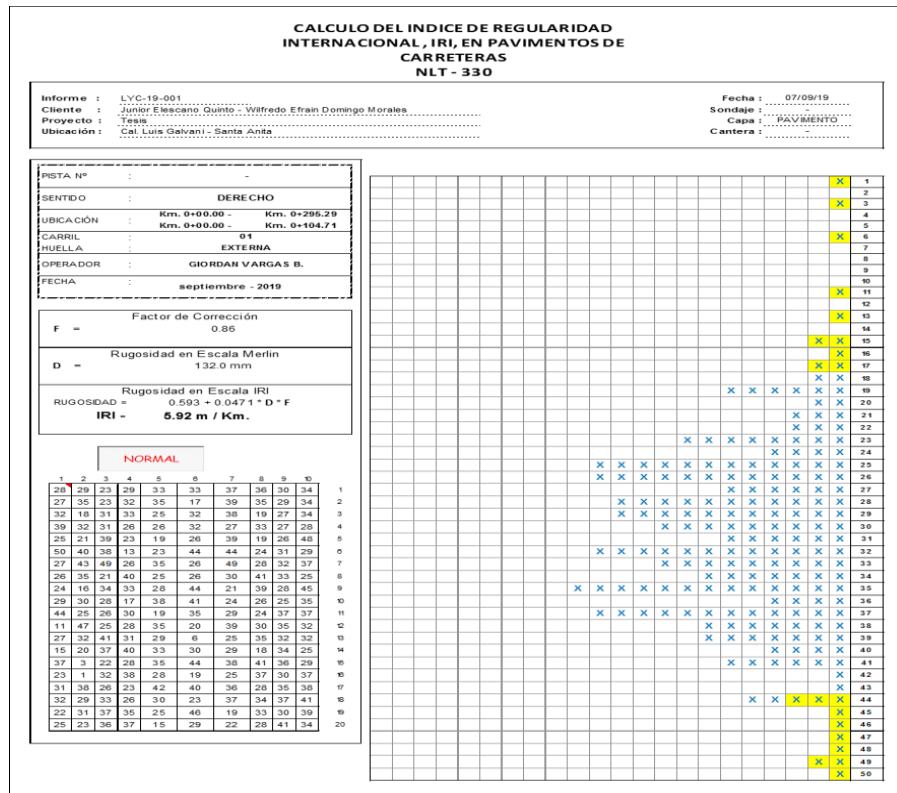


Figura 32 Índice de regularidad - 1er tramo - lado derecho

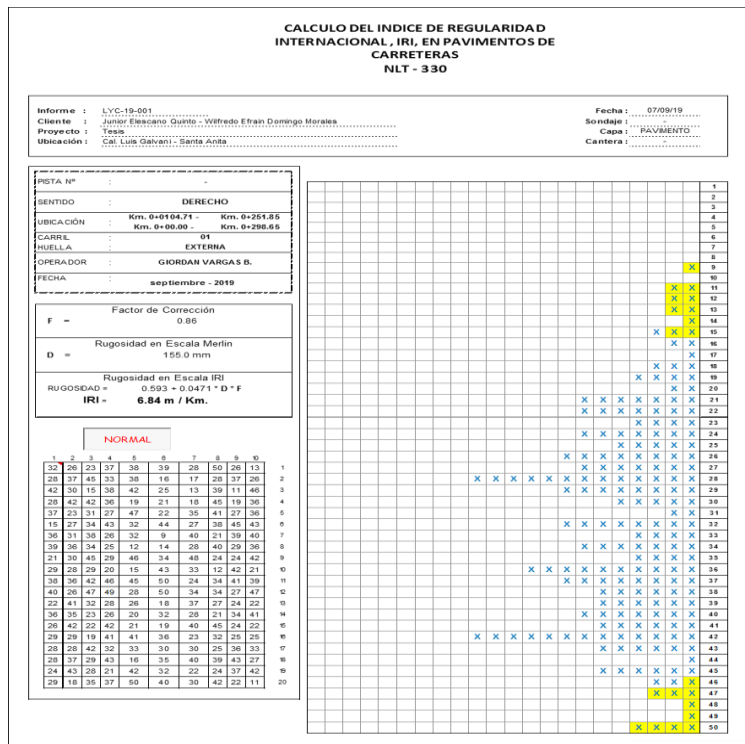


Figura 33 Índice de regularidad – 2do tramo - lado derecho

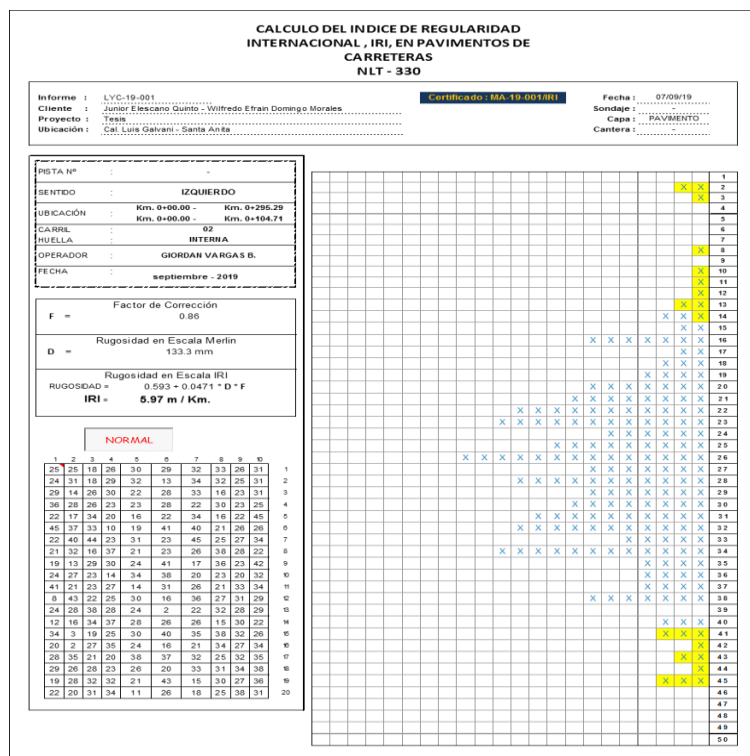


Figura 34 Índice de regularidad - 1er tramo - lado izquierdo

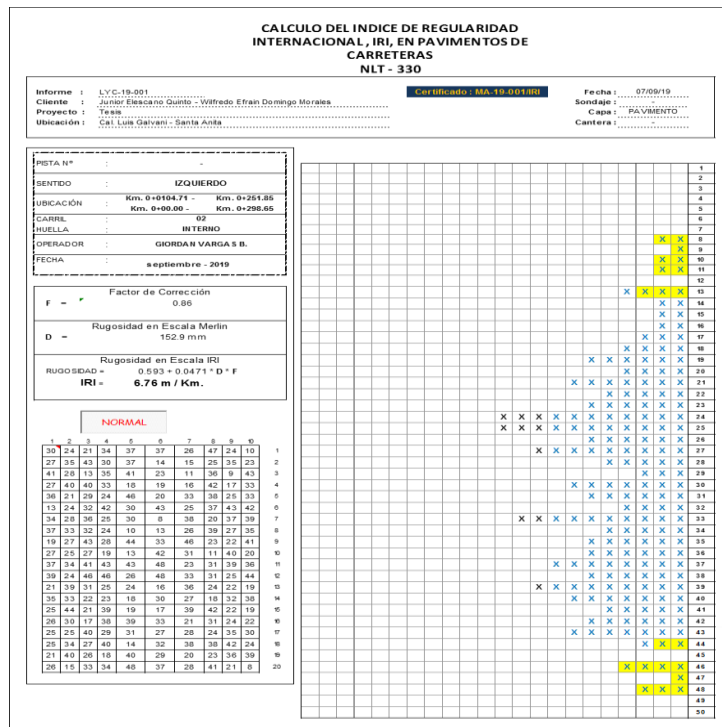


Figura 35 Índice de regularidad - 2do tramo - lado izquierdo

4.4.6.7. Resultados promedio del IRI calculado

Tabla 19
Resultados del IRI

PROGRESIVA		IRI (m/km)	IRI Promedio (m/km)	IRI (m/km)
Calle Luis Galvani				6.3725
Carril Derecho:			6.38	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29 C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71	5.92		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81 C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65	6.84		
Carril Izquierdo:			6.365	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29 C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71	5.97		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81 C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65	6.76		

Fuente: propio.

De acuerdo con los rangos y valores del IRI de la siguiente figura, el tramo 1 a la derecha y a la izquierda del IRI se considera Regular, mientras que el tramo 2 a la derecha y a la izquierda del IRI se considera MALO.

4.4.6.8. Cálculo del índice de servicio actual (PSI)

“Para correlacionar el Índice de Servicio Actual (PSI) y el IRI, se utiliza la siguiente fórmula desarrollada” por Al-Omari & Darter (1994) en el Departamento de Transporte de Illinois:

$$PSI = 5e^{-\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

Tabla 20
Resultados de PSI según IRI con fórmula por Al-Omari & Darter

PROGRESIVA		PSI	PSI Promedio	PSI
Calle Luis Galvani				1.57
Carril Derecho:			1.57	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29 C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71	1.70		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81 C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65	1.44		
Carril Izquierdo:			1.57	
1er tramo	C1, P km 0+000.00 - km 0+295.29 C2, P km.0+000.00 - Km 0+104.71	1.69		
2do tramo	C2, P km.0+104.71 - Km 0+251.81 C3, P km.0+000.00 - Km 0+298.65	1.46		

Fuente: propio.

4.5. Evaluación del comportamiento estructural del pavimento rígido

Para analizar y definir el comportamiento estructural del pavimento rígido, se ha realizado una modelización basada en el análisis de elementos finitos con interfaz gráfica utilizando el software EverFE 2.24.

Para ello, “se desarrollará un modelo de dos losas basado en dos capas, subbase y subrasante, y se someterá a una combinación de cargas de eje y calor. Se desarrollará la solución y se evaluarán los resultados de la simulación cuando los ajustes del programa o los datos de entrada sean”:

En la losa de concreto

E= Modulo elástico (Mpa)

nu = Coeficiente Poisson

γ = coeficiente de expansión térmica (per deg C)

ρ = Densidad (kg/cm³)

E = espesor de losa (mm)

En la Base y Subrasante

E= Modulo de elasticidad de ambos (Mpa)

nu = Coeficiente Poisson de ambos

ρ = Densidad de la base (kg/cm³)

K = módulo de reacción - subrasante (Mpa/mm)

Carga de vehículos

W= Peso (KN)

Temperatura de la losa

T = Temperatura (°C)

En la calle Junín, las losas individuales del pavimento de hormigón tienen una longitud de entre 7 y 8 metros, con una anchura de 7,20 metros y un espesor de entre 0,13 y 0,16 metros.

Para las cargas de los vehículos, hemos reproducido el escenario más crítico que se produce en las losas de hormigón utilizando un conjunto de ejes triples de tipo 3RD y ejes dobles de tipo 2RD, como se muestra en la Tabla 17 a continuación.

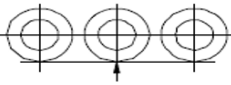
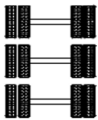
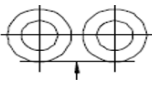

Conjunto de ejes (s)	Nomenclatura	Simbología	GRAFICO	Peso maximo por eje(s) (t)
Tripe	3RD			25
Doble	2RD			18

Figura 36 Características según el tipo de ejes de los vehículos pesados
Fuente: propio.

“Para los datos de temperatura, el programa solicita el gradiente térmico, que es la diferencia de temperatura entre la parte superior y la inferior de la losa”. Los datos de cuando la temperatura alcanza su máximo y mínimo se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21
Temperatura máxima y mínima de la losa

TEMPERATURA (°C)	Max	Min
T° Ambiente	29	2
T° Losa parte superior	39.1	7
T° Losa parte inferior	35.1	8

Fuente: propio.

“Para la evaluación estructural del pavimento rígido se muestrearon seis puntos de la carretera, tres en tramos de losa en buen estado y tres en mal estado, cada uno de ellos con características propias, y se especifica que esta evaluación se realizó a una distancia determinada de los tramos y cuando la temperatura es máxima y mínima en la losa” (pendiente máxima y mínima en las losas de hormigón).

4.5.1. Evaluación del modelo patron para losas de 8.00 x 7.20m

Las especificaciones del pavimento rígido convencional para el estudio de una losa de 8 m de largo por 7,20 m de ancho se muestran en la Tabla 22. Además, en la Tabla 18 se muestran las colocaciones de los ejes en función del avance del vehículo en cada punto del análisis de la losa.

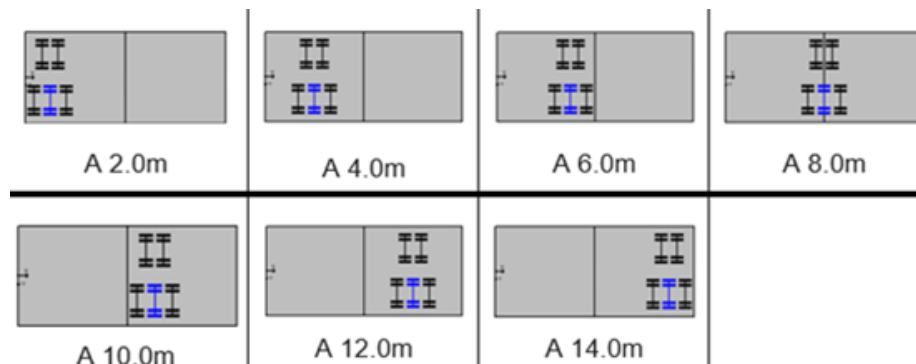


Figura 37 Desplazamiento de la carga – losas de 8.00 x 7.20m.
Fuente: propio.

La primera fase “consistió en especificar la geometría de la subrasante, la base y la losa. La figura 40 muestra una imagen de dos losas de hormigón con un grosor de 250 mm, una longitud de 8000 mm y una anchura de 7200 mm, mientras que la base tiene un grosor de 150 mm y la subrasante” de 300 mm.

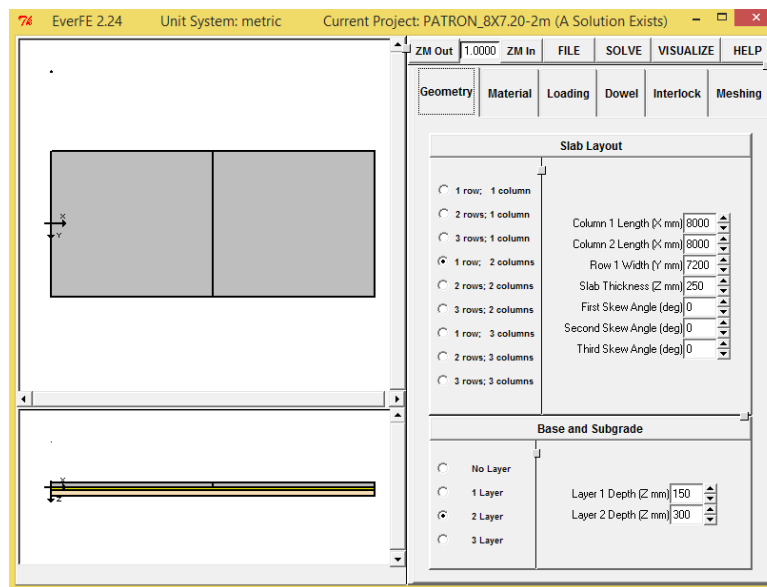


Figura 38 Panel de geometría - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m
Fuente: EverFE 2.24

La figura 41 muestra el segundo proceso, que implica las cualidades mecánicas y físicas de los componentes. Además del módulo elástico, las densidades y el módulo de Poisson de cada material, también se introduce el módulo de expansión térmica de la losa. Dado que nuestro pavimento rígido es sencillo y no necesita acero tanto en la losa como en la unión, no utilizamos acero.

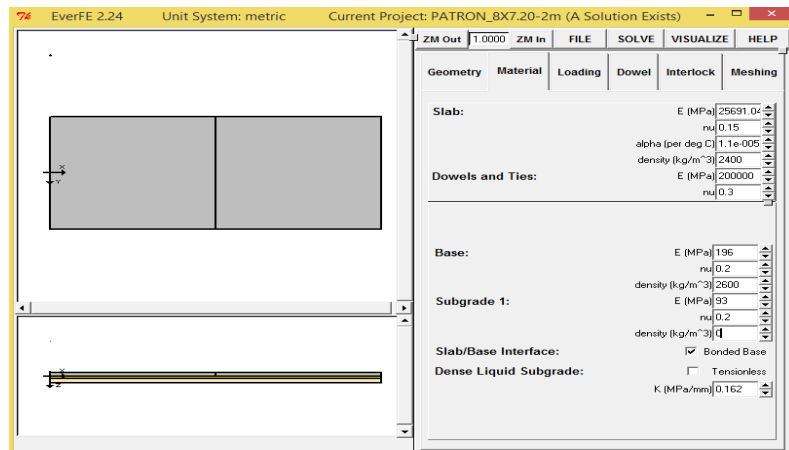


Figura 39 Panel de materiales - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m
Fuente: EverFE 2.24

Después de definir la forma y las propiedades físicas de los materiales, se introducen las posiciones en los ejes que se modelan. Para determinar los valores de carga. Para este ejemplo, elegimos un peso de 245,17Kn, que corresponde a 25 toneladas de carga del tridem, y 81Kn para cada eje doble tándem y tridem. Las coordenadas Y y X representan la ubicación del eje.

“En la parte inferior de la Figura 42, se representa el gradiente térmico al que está sometida la losa del pavimento; en este caso, los valores más críticos son cuando la temperatura ambiente es de 33,2°C (Anexo 5), para lo cual se presentó una temperatura de 43,1°C en la parte superior del pavimento y una temperatura de 39,1°C en la parte inferior. Para el segundo escenario de análisis”, la temperatura ambiente es inferior a 11,1 grados centígrados.

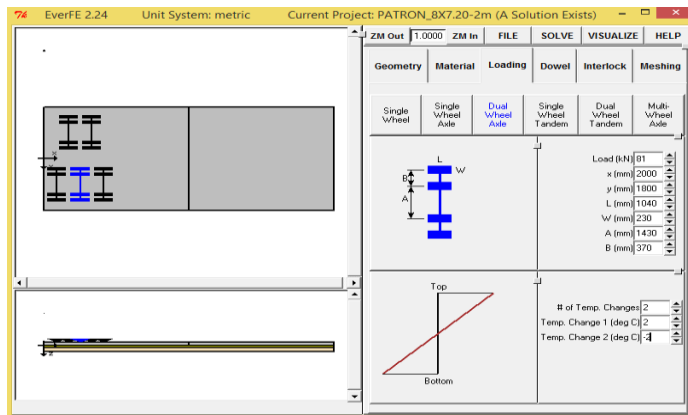


Figura 40 Panel de carga y temperatura - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Fuente: EverFE 2.24

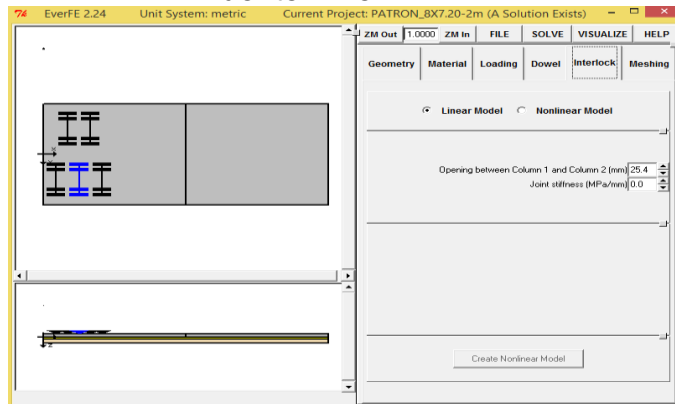


Figura 41 Panel de junta - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Fuente: EverFE 2.24

El paso siguiente es ejecutar la malla de análisis para determinar las tensiones. Como se indica en la imagen inferior, se estableció una malla de 12x12 a lo largo de los ejes X e Y, con una línea de análisis en la profundidad de la losa, otra en la base y otra en la subrasante.

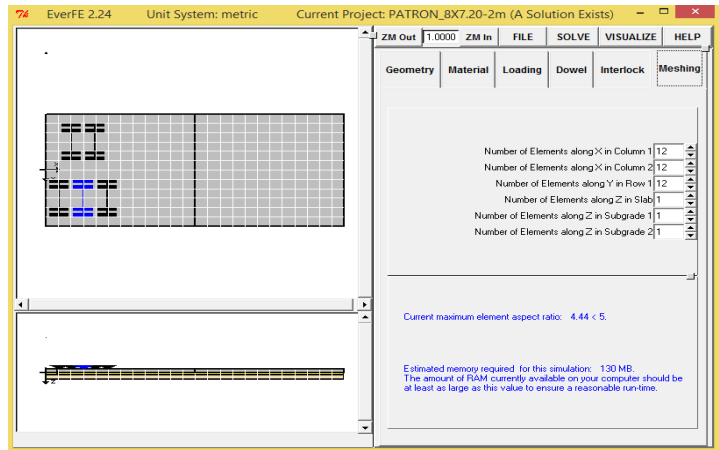


Figura 42 Panel de malla modelo patrón de losas de 8.00x7.20m
Fuente: EverFE 2.24

Una vez introducidas todas las variables mencionadas, “comienza a ejecutarse el software EverFe 2.24 que, tras unos minutos, nos permite visualizar en 3D y de forma recíproca los resultados de tensiones, desplazamientos y resultados de esfuerzos en cualquier punto de la losa. En el caso de las tensiones, se pueden utilizar los planos XZ, XY e YZ para representar las tensiones principales mínimas y máximas en tamaños locales o globales”.

En el borde de la losa, la tensión de tracción, mostrada en rojo en la Figura 45, es claramente visible. Esto se debe a la inclinación de la losa hacia el borde. El peso de las ruedas provoca una compresión de 0,0590 Mpa en la superficie superior del pavimento, que también es visible en azul.

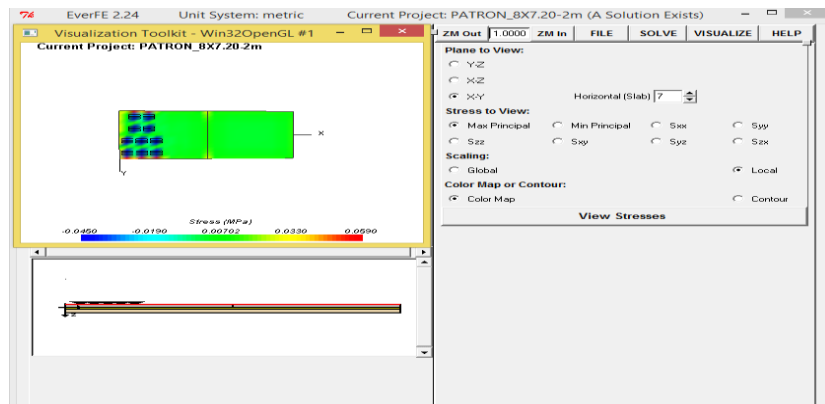


Figura 43 Tensiones máximas principales en la parte superior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Fuente: EverFE 2.24

La figura 41 muestra la tracción en el pavimento rígido, que tiene un valor de 0,974 Mpa en la parte superior de la losa, justo debajo de la rueda del vehículo.

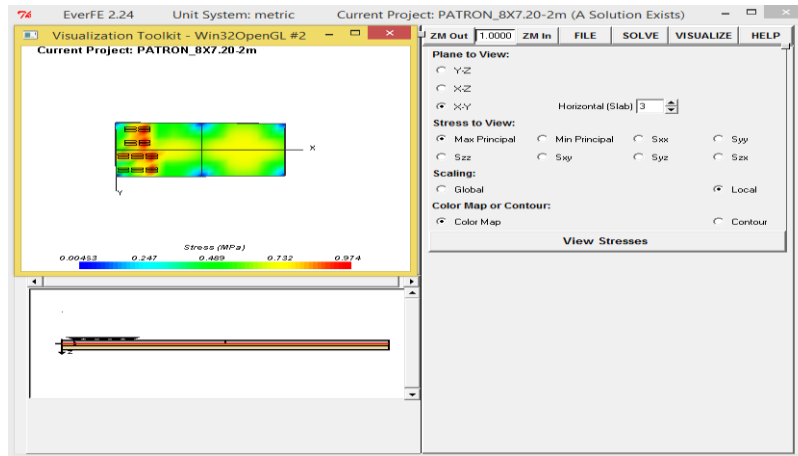


Figura 44 Tensiones máximas principales en la parte inferior - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Fuente: EverFE 2.24

El software también nos proporciona las deformaciones del pavimento rígido, que son las que finalmente se utilizan para verificar los estados de tensión que se producen en el mismo, como se muestra en la Figura 47, donde se puede ver claramente la deformación que tendrá la losa con el paso de las ruedas de los vehículos, donde se refleja hacia el borde del pavimento.

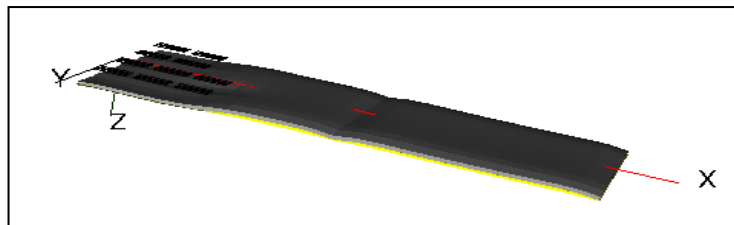


Figura 45 Deformación - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Fuente: EverFE 2.24

“Cada uno de los dos rectángulos de la figura 48 corresponde a una losa del modelo. La información del rectángulo representa las tensiones

principales máximas y mínimas y sus respectivas ubicaciones en la losa; la losa con la tensión principal más alta se presenta en rojo, siendo la tensión principal máxima de 0,973636 Mpa y la mínima de -0,964765 Mpa, lo que resulta en una deflexión máxima en el hormigón de 0,204 mm y una deflexión máxima en la subbase de 0,189 mm, así como una deflexión de 0,189 mm en la parte inferior de la subbase”.

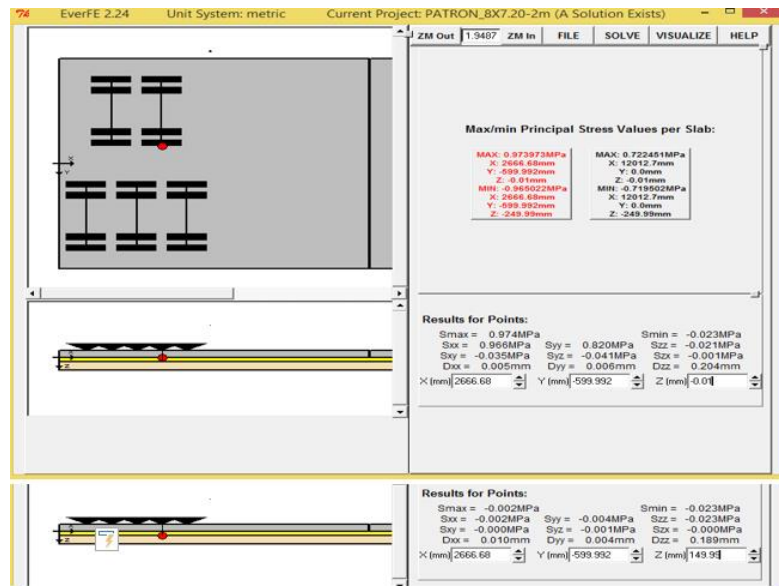


Figura 46 Resultados para el panel - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Fuente: EverFE 2.24

En cada escenario, las tensiones y deformaciones inducidas por los pozos en la losa y la subbase en varios lugares y gradientes de temperatura se resumen en las tablas 22 y 23.

Tabla 22

Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico positivo - modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	0.974	1.002	0.983	0.852	0.983	1.001	0.974
Esfuerzo Min (MPa)	-0.965	-0.994	-0.972	-0.841	-0.972	-0.994	-0.965
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.204	0.212	0.207	0.176	0.206	0.211	0.205
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.189	0.196	0.192	0.161	0.190	0.195	0.190

Fuente: Propia

Tabla 23

Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo -- modelo patrón de losas de 8.00x7.20m

Fuente: Propia

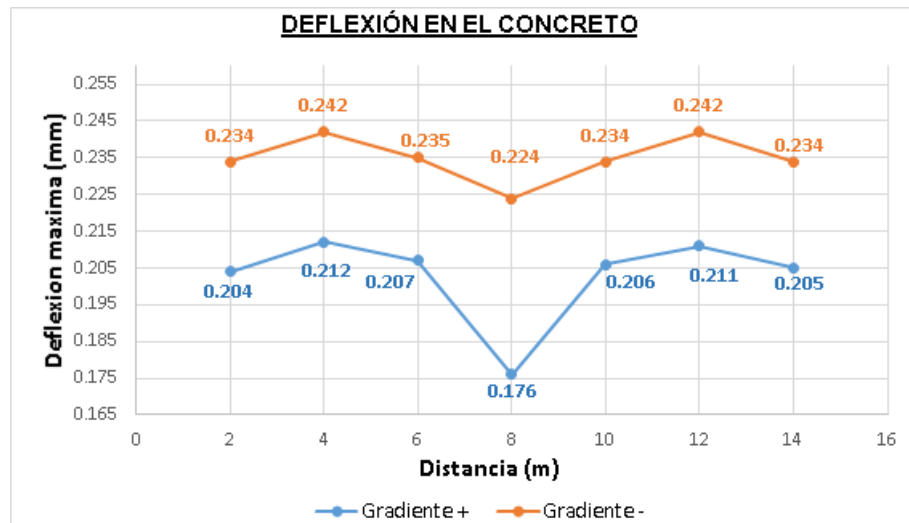


Figura 47 Deflexiones máximas en el concreto - patrón 8.00x7.20m
Fuente: Propia

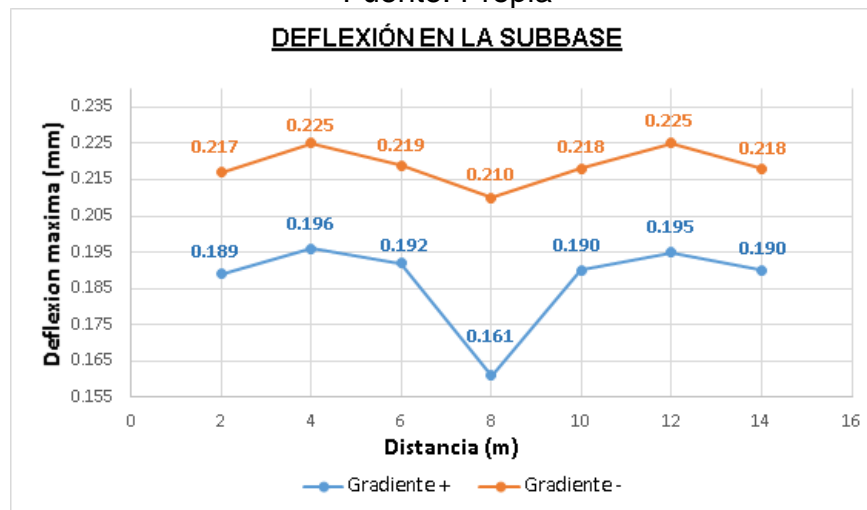


Figura 48 Deflexiones máximas en la subbase - patrón 8.00x7.20m.
Fuente: Propia

4.5.2. Evaluacion en el punto 1 – muestra 1

El punto 1 está ubicado en la cuadra 1, en el progresivo km 0+0.87, en la cual el pavimento presenta un mal estado.

Tabla 24

Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 1

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.388	1.388	1.384	1.256	1.386	1.388	1.386
Esfuerzo Min (MPa)	-1.360	-1.362	-1.357	-1.229	-1.358	-1.361	-1.360
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.469	0.457	0.454	0.400	0.468	0.456	0.471
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.198	0.194	0.193	0.169	0.198	0.194	0.199

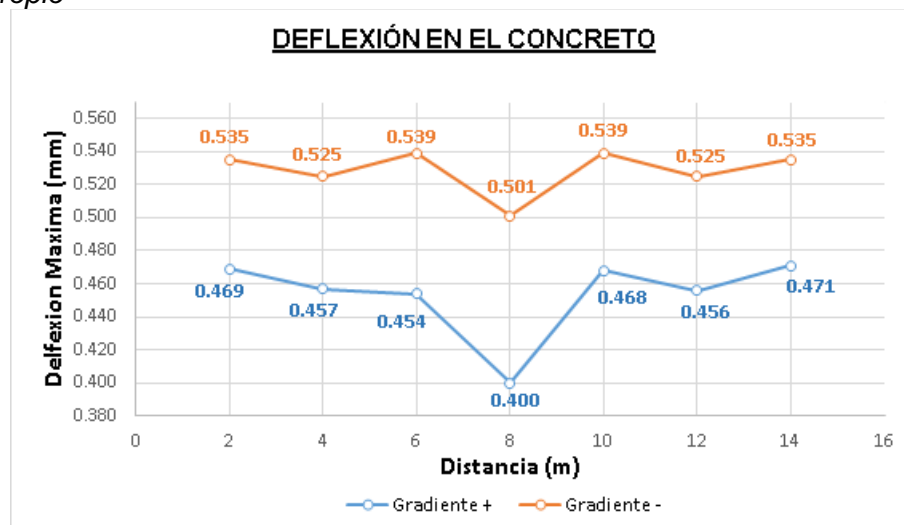
Fuente: Propio

Tabla 25

Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico negativo – muestra 1

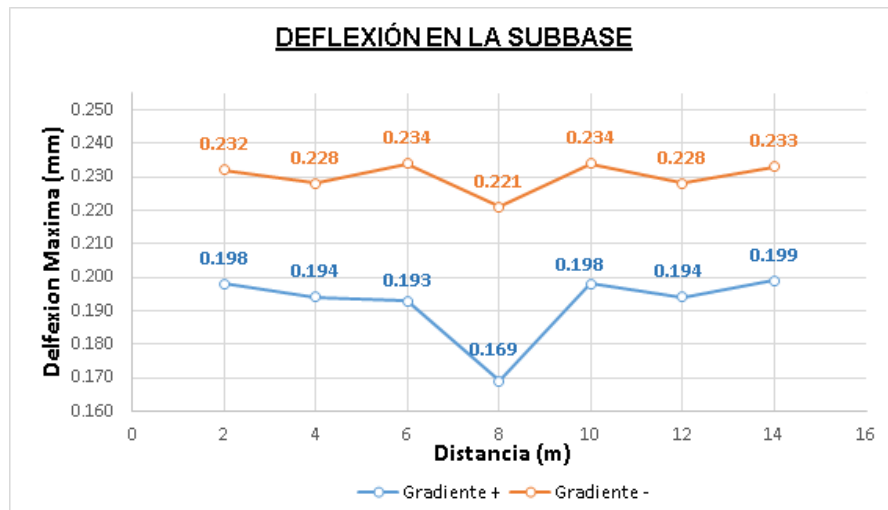
	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.109	1.103	1.103	1.090	1.104	1.106	1.110
Esfuerzo Min (MPa)	-1.070	-1.064	-1.067	-1.101	-1.067	-1.067	-1.072
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.535	0.525	0.539	0.501	0.539	0.525	0.535
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.232	0.228	0.234	0.221	0.234	0.228	0.233

Fuente: Propio



Deflexiones máximas en el concreto - muestra 1

Fuente: Propio



Deflexiones máximas en la subbase - muestra 1

Fuente: Propio

4.5.3. Evaluación en el punto 2 – muestra 2

El punto 2 está ubicado en la cuadra 1, en el progresivo km 0+0.163, en la cual el pavimento presenta un buen estado.

Tabla 26

Esfuerzos y deflexiones máximas para el gradiente térmico positivo – muestra 2

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	1.134	1.129	1.134	1.066	1.136	1.131	1.132
Esfuerzo Min (MPa)	-1.117	-1.115	-1.118	-1.050	-1.119	-1.116	-1.114
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.239	0.241	0.239	0.205	0.238	0.241	0.240
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.208	0.210	0.208	0.178	0.208	0.210	0.209

Fuente: Propio

Esfuerzos y deflexión máxima para el gradiente térmico negativo – muestra 2

	Posición de los ejes						
	a 2m	a 4m	a 6m	a 8m	a 10m	a 12m	a 14m
Esfuerzo Máx (MPa)	0.877	0.872	0.872	0.839	0.872	0.872	0.876
Esfuerzo Min (MPa)	-0.828	-0.823	-0.824	-0.823	-0.824	-0.823	-0.827
Deflexión Máx Concreto(mm)	0.269	0.262	0.269	0.235	0.269	0.262	0.269
Deflexión Máx Subbase(mm)	0.240	0.234	0.240	0.217	0.240	0.234	0.240

Fuente: Propio

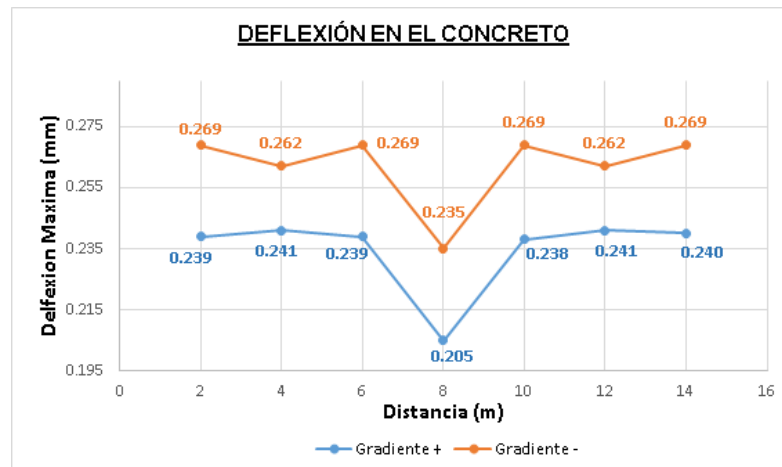


Figura 49 Deflexiones máximas en el concreto - muestra 2
Fuente: Propia

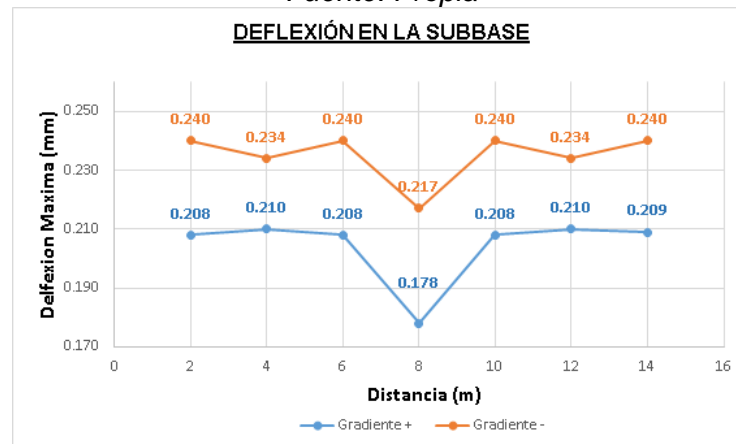


Figura 50 Deflexiones máximas en la subbase - muestra 2
Fuente: Propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Comparación de las derivas de piso:

El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido del Jr. Junín en el tramo Av. Mariátegui - Av. La Marina y Pasaje Pariona en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, región Junín. Los factores que actúan como el suelo, el tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento rígido tienen un impacto directo en el desgaste y daño del pavimento. Para ello, se realizaron experimentos de campo, ensayos de laboratorio y modelación utilizando el software actual de pavimentos.

En primer lugar, se identificó y estudió el comportamiento funcional del pavimento rígido mediante ensayos PCI e IRI.

El pavimento rígido se examinó en dos partes para una longitud total de 501.61 metros para el cálculo del PCI. En el bloque 1 se calculó un valor de 41,50 (regular), en el bloque 2 se calculó un valor de 34,2 (pobre), y finalmente se calculó el estado global, arrojando un PSI de 36,67, que está dentro del rango de 40 a 25, equivalente a un pavimento en estado MUY MALO.

La superficie de concreto presenta deterioros como Losa dividida con una incidencia de "33.95% (L=11.63%, M=13.39%, H=12.79%), Deterioro de sello de junta con unas incidencias de 46.53% (M=19.12%, H=25.78%), Grieta lineal con una incidencia de 13.39% (L=6.01%, M=1.50, H=6.22%), Parcheo grande con una incidencia de 29.66% (L=24.39%, M=1.55%, H=2.39%), Parcheo pequeño con una incidencia de 3.35% (L=0.79%, H=2.46%), Pulimento de agregados con una incidencia de 27.83%, Popouts con una incidencia de 6.96%, Punzonamiento con una incidencia de 4.09% (L=0.78%, M=1.69%, H=2.46%), Mapa de grietas con una incidencia de 19.34% (L=17.80%, M=2.46%), Descascaramiento de junta con una incidencia de 16.79% (L=5.07%, M=5.07%, H=6.96%), resultándonos con un porcentaje de falla funcional de 69.22% siendo el sello de junta con mayor incidencia de 48.07%,

así como también con un porcentaje de falla estructural de 31.55%, siendo la falla de losas divididas la más representativa con una incidencia de 32.55%”.

Para el cálculo del IRI, se trabajó con el equipo de rugosímetro de merlín, en la cual las lecturas tomadas fueron cada 2.00m, se ha determinado que es necesario medir 400 desviaciones en relación a la cuerda promedio, de una manera consecutiva a lo largo de la vía evaluada. El IRI promedio en el carril izquierdo es igual a 6.365m/km en toda el área de estudio, mientras en el carril derecho es 6.38 m/km, para luego obtener el IRI global de vía con un valor 6.37 m/km resultándonos un a clasificación regular según el banco mundial, pero según el rango del ministerio de transporte y comunicaciones del Perú el estado vial resulta ser MUY MALO.

Para determinar el comportamiento estructural del pavimento rígido, se tuvo que realizar los análisis y modelaciones con el programa EVERFe 2.24 de elementos finitos, para determinar los deformaciones y esfuerzos máximas que se producen en la losa de los pavimentos. Se determinó que la subrasante tiene un CBR mayor al 30%, con un valor de 63%, mientras que la sub base granular del pavimento rígido en mal estado que es un 53.28% presenta un CBR de 40.5%, mientras que el pavimento en buen estado presenta un CBR de 85%. Los espesores la losa varían de 18 a 20 cm, con una resistencia variable de 271 a 321kg/cm². Mientras que los factores más importantes y que afecta al pavimento rígido son la temperatura y las cargas de los vehículos, donde las temperaturas ambiente máximas alcanzadas fue de 33.2°C, provocado una temperatura en la parte superior de pavimento rígido de 43.1°C y una temperatura en la parte inferior de 39.1°C, mientras que tiempos más fríos alcanzo una temperatura ambiente de 11.1°C, provocado una temperatura en la parte superior de pavimento rígido de 14.2°C y una temperatura en la parte inferior de 16.2°C. El jirón Junín está ubicado en una zona industrial, esto provoca que circulen por encima del pavimento rígido vehículos pesados, es por esto que se trabajó con ejes triples del tipo 3RD y

con ejes dobles del tipo 2RD, los cuales generan mayores deformaciones y flexiones en el pavimento. Realizado los cálculos en el programa EVERFe 2.24, se determinó que para los mayores esfuerzo y deformaciones máximas se generan en el borde de las losas, mientras que los esfuerzos y deflexiones mínimas se producen en el centro de losa y en encima de la junta, además las deflexiones máximas se presentan en los pavimentos en mal estado y cuando la gradiente térmica es negativa. Según el Ing. Carlos Manuel Lituma Vintimilla, 2018 en la tesis “ANÁLISIS DE RESPUESTAS MECÁNICAS DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS COLOCADOS EN LAS VÍAS URBANAS DEL CANTÓN CUENCA” para determinar los esfuerzos y deflexiones trabaja con el software método infinito KENSLABS, el cual trabaja con un 70% de la vía analizadas con un CBR de la subrasante comprendido entre 2 y 4%, con un módulo de reacción de la subbase-subrasante promedio de 42.5 Mpa/m, sobre la cual están apoyadas losas de dimensiones menores a 3.50 m de largo y con un espesor variable entre 22 a 16 cm. En el análisis de resultados, para las posibles posiciones de las cargas vehiculares sobre la losa, se determinó que las mayores deformaciones y esfuerzos son producidos por un eje simple dual de 11.0 ton sobre las juntas del pavimento existente. Debido a no contar con la información de las variaciones de temperatura en las losas en la región no fue posible evaluar el desempeño de los pavimentos para esfuerzos combinados por gradiente térmico y cargas.

CONCLUSIONES

1. Después de analizar y evaluar los factores que afectan el desempeño del pavimento rígido en el Jirón Junín, se determinó que existe una relación entre los factores actuantes y el desempeño del pavimento rígido en el tramo evaluado, teniendo los factores de tráfico, el clima y los materiales de la estructura del pavimento el mismo efecto en la funcionalidad del pavimento.
2. Se concluye que luego de analizar y evaluar el comportamiento funcional del pavimento rígido mediante el método del PCI, se determinó un PCI de 36,67, el cual se encuentra dentro del rango de 40 a 25, indicando que el estado de la carretera en estudio es POBRE, mientras que según el método del IRI el valor obtenido es de 6,37 m/km, el cual se encuentra dentro del rango de 3,6 a 6,4 (mm/km), indicando que el estado de la carretera en estudio es NORMAL. Dado que las fallas según el enfoque PCI son causadas por el tráfico (cargas) y el clima (temperatura), pero los desplazamientos verticales según la técnica IRI son causados por las cargas vehiculares, el comportamiento funcional de la calle Junín se ve afectado.
3. Después de analizar el comportamiento estructural del pavimento rígido con el software EVERFe.2.24, se encontró la deflexión máxima de 0,463 mm y la tensión máxima de 1,036 Mpa en la losa de hormigón en mal estado, cuyas características son: el material base SM (grava bien graduada con arena), con un CBR (al 95 por ciento o. c. h) de 39,04 por ciento, la losa de hormigón con una resistencia a la compresión de 314 Kg/cm².

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las entidades publicas realizar mantenimientos periodicos rutinarios para ver y evaluar el funcionamiento de la calle junin al tener un acceso a la zona industrial de la ciudad de Huancayo.
2. Se recomienda al municipio del distrito de El Tambo realizar las evaluaciones del pavimento rígido y de todos los que estan bajo su gestion por un intervalo de cada 2 años, dependiendo de la medición de rugosidad y tipos de fallas existentes en el pavimento, para cual nos permitirá tomar decisiones respecto al tipo de solución que se podrían brindar a la vía (tratamientos de fisuras, cambio de losa, etc.). En función de la medición de la rugosidad y de los tipos de defectos existentes en el pavimento, podremos determinar el tipo de remedio que podría aplicarse a la carretera (tratamiento de grietas, sustitución de losas, etc.).
3. Se recomiendo utiliza como una herramienta EverFE 2.24 para la evaluacion de los pavimientos de la ciudad de Huancayo, para determinar los esfuerzos y deflexiones máximas y mínimas de una losa, ya que es uno de los programas más completo debido a que trabaja con casi todos los factores actuantes en el pavimento. Para calcular las tensiones y deformaciones máximas y mínimas de una losa, ya que es uno de los programas más completos debido a su compatibilidad con casi todos los parámetros que afectan al pavimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Iván, M. & Julio, P. (2013). La Importancia De Cumplir Los Niveles De Servicio De La Infraestructura Carretera En México. México D.F: Universidad Nacional Autónoma De México.
- Ana, F. (2012). Rehabilitación De Pavimentos Fisurados Por Reflexión Implementado Sistemas De Membrana Antifisura S.A.M.I. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana
- Raúl, R. (2015). Cálculo Del Índice De Condición Del Pavimento (Pci) Barranco - Surco – Lima. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Javier, M. (2005). Técnicas De Rehabilitación De Pavimentos De Concreto Utilizando Sobrecapas De Refuerzo. Piura: Universidad De Piura.
- Ing. Edwin, A. (2012). Innovación Del Método Vizir En Estrategias De Conservación Y Mantenimiento De Carreteras Con Bajo Volumen De Tránsito. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería
- Cecilia, P. (2018). “Evaluación Funcional De Pavimento Rígido Tramo Avenida Loja (Cuenca)”. Cuenca – Ecuador: Universidad De Cuenca.
- Méndez, C. (1995). Metodología Guía Para Elaborar Diseños De Investigación En Ciencias Económicas, Contables Y Administrativas. Bogotá: McGraw – Hill.
- M.Sc. Ing. José R, (2018), Ingeniería De Pavimentos Variables Diseño ICG-TOMO 1. Lima.
- M.Sc. Ing. José R, (2018), Ingeniería De Pavimentos Variables Diseño ICG-TOMO 2. Lima.
- RNE. CE.010 – pavimentos urbanos. Lima.
- Ing. Esp. Luis R, V. V. Pavement Condition Index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.
- MTC - MANUAL DE CARRETERAS, suelo, geología, geotecnia y pavimentos.

ANEXOS

Anexos 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “RELACIÓN DE LOS FACTORES ACTUANTES EN EL COMPORTAMIENTO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Que relacion existe entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la relacion que existe entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Existe un relacion directa y significativa entre los factores actuantes y el comportamiento del pavimento rígido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p>	<p>LOSAS DE CONCRETO ARMADO</p> <p>VARIABLE -Varibale independiente</p> <p>FACTORES ACTUANTES -DIMENSIONES -Suelo -Trafico -Clima</p> <p>INDICADORES -Granulometría -CBR -Cargas -Volumen de tráfico (IMDA) -Temperatura -Humedad</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Método Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo-correlacional</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No Experimental</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Que relacion existe entre los factores actuantes</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar la relacion que existe</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a) Existe un relacion directa y significativa entre entre los factores actuantes y</p>	<p>Varibale dependiente</p> <p>COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO</p>	<p>POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN:</p> <p>La poblacion estará conformada las 15 cuadras de pavimento rigido que comprende el Jiron Junin en el distrito</p>

<p>y el comportamiento funcional del pavimento del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin?</p> <p>b) ¿Que relacion existe entre los factores actuantes y el comportamiento estructural del pavimento rigido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin?</p>	<p>entre los factores actuantes y el comportamiento funcional del pavimento rigido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p> <p>b) Determinar la relacion que existe entre los factores actuantes y el comportamiento estructural del pavimento rigido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p>	<p>el comportamiento funcional del pavimento rigido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p> <p>b) Existe un relacion directa y significativa entre entre los factores actuantes y el comportamiento estructural del pavimento rigido del Jr. Junin comprendido en el tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p>	<p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Funcional -Estructural <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Rugosidad (IRI) -Fallas (PCI) -Esfuerzo -Deformación 	<p>de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p> <p>La muestra estará conformada por el tramo del Jiron Tacna tramo av. Mariategui - av. la Marina y Pasaje Pariona del distrito de El Tambo provincia de Huancayo region Junin.</p>
---	--	--	---	--

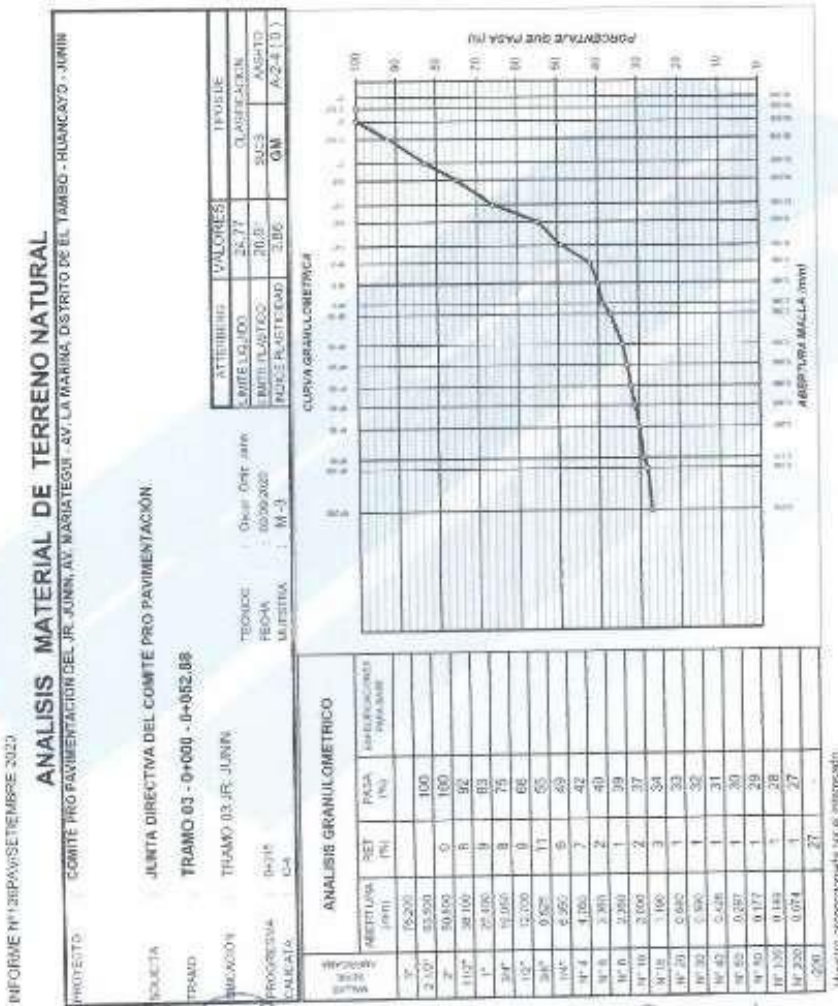
Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Varibale independiente FACTORES ACTUANTES	Suelo	Granulometría	Equipos de laboratorio
		CBR	
	Tráfico	Cargas	Formato de campo
		Volumen de tráfico (IMDA)	
	Clima	Temperatura	Termómetro
		Humedad	
Varibale dependiente COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO	Funcional	Rugosidad (IRI)	Guía de Observación y Formato de campo
		Fallas (PCI)	
	Estructural	Esfuerzo	Software - Elementos finitos
		Deformación	

Anexos 3: Ensayo de suelos



SOLUCIONES EN INGENIERÍA DE SUELOS Y CONSTRUCCIÓN CIVIL MECÁNICA DE PAVIMENTOS Y MATERIALES



Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 85.265

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 / DSD

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

PROYECTO : COMITÉ PAVIMENTACIÓN DEL JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN

TRAMO : TRAMO 03 - 0+000 - 0+052.88

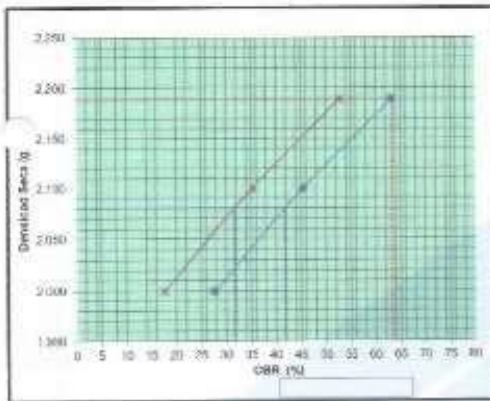
UBICACION : TRAMO 03 - JR. JUNIN

PROGRESIVA : 0+015

FECHA : 01/09/2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALCATA : C-4-M-3

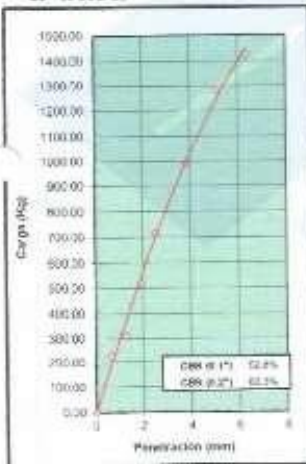


PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
MÉTODO DE COMPACTACION : A
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.191
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.60
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.061

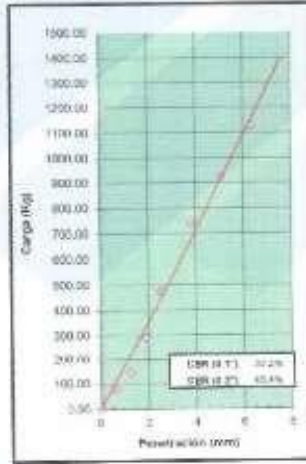
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	8.1*	52.77	6.2*	63.30
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	6.1*	31.34	5.2*	41.75

OBSERVACIONES:

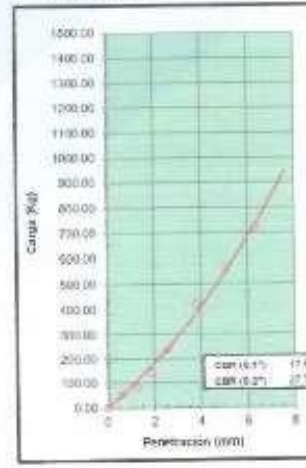
EC = 96 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 45436

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

238

LIMITE DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES

PROYECTO : COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN DEL JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN

LUGAR : TRAMO 02 - 0+000 - 0+087.85

DIRECCIÓN : TRAMO 02 - JR. JUNIN

PROVISIVA : 0+030

CALECATA : 04

FECHA : 01/09/2020

EJECUTADO POR : Ortiz John Oscar

CERTIFICADO Nro : 0104019/01/09/2020

LIMITE LIQUIDO

Nº de Latas	15	14	15
Nº de Golpes	16	22	35
Peso de Lata + Suelo Húmedo	25.45	45.34	44.95
Peso de Lata + Suelo Seco	40.80	41.33	41.63
Peso de Agua	4.55	4.01	3.32
Peso de Lata	25.12	25.87	25.36
Peso de Suelo Seco	14.71	15.46	16.27
% de Humedad	30.78	25.97	20.43

LIMITE PLASTICO

Nº de Latas	16
Peso de Lata + Suelo Húmedo	35.87
Peso de Lata + Suelo Seco	33.82
Peso de Agua	1.85
Peso de Lata	25.23
Peso de Suelo Seco	3.00
Porcentaje de Humedad	21.49



OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el interesado:

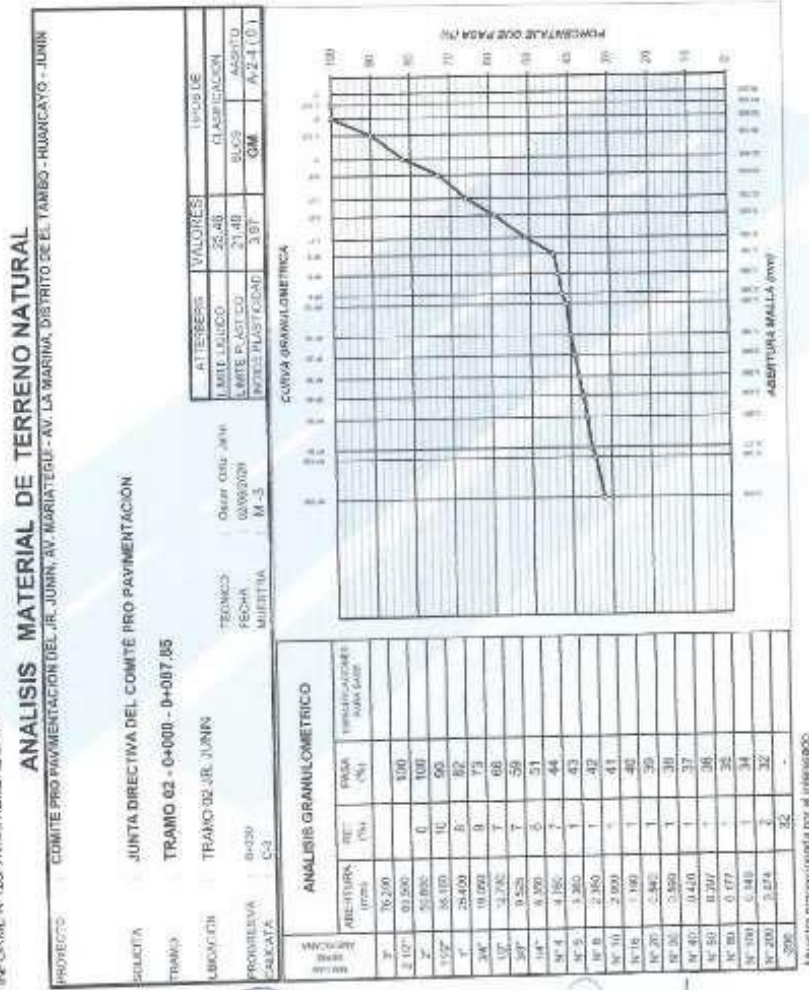
L.L.	25.48	L.P.	21.49	I.P.	3.97
------	-------	------	-------	------	------

Susan Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 85468

Oscar Abraham Ortiz John
ESP DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

236

INFORME N°126PA/SEPTIEMBRE 2020



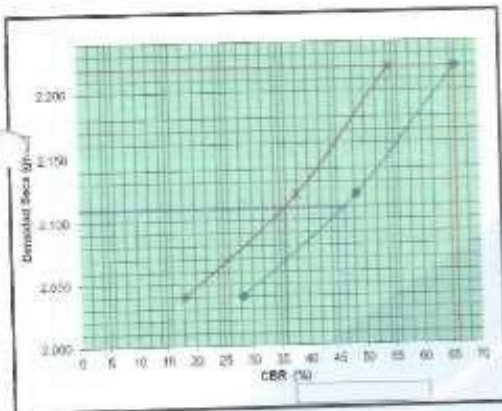
Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 83269

Oscar Abraham Ortiz Johh
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca @registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 / DSD

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

PROYECTO :	COMITÉ PAVIMENTACIÓN DEL JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO JUNIN		
SOLICITA :	JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN		
TRAMO :	TRAMO 02 - 0+000 - 0+087,89		
UBICACIÓN :	TRAMO 02 - JR. JUNIN	FECHA :	01/08/2020
PROGRESIVA :	0+050		
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	E-3, M-3		

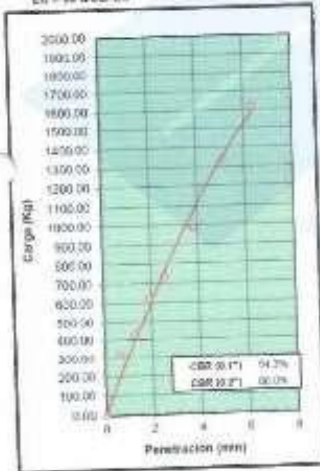


PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.220
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.80
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.109

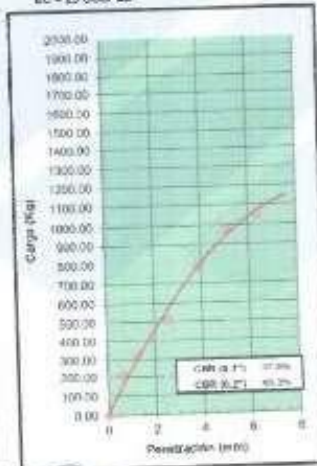
C.B.R. A, 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	M-30	0.2"	60.01
C.B.R. A, 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	30.0	0.2"	45.44

OBSERVACIONES:

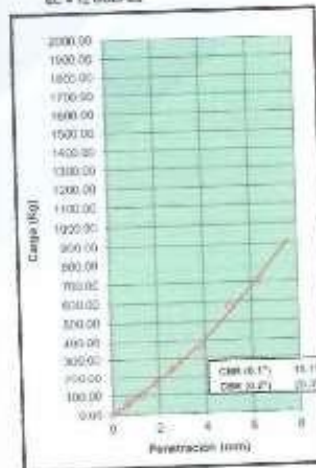
EC = 55 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Susan Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85268

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

LIMITE DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES

PROYECTO : COMITE PRO PAVIMENTACION DEL JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITE PRO PAVIMENTACION

LUGAR : TRAMO 01 - 0+300 - 0+161.83

UBICACION : TRAMO 01 - JR. JUNIN

PROGRESIVA : 0+115

CAUSATA : 144

FECHA : 01/09/2020

EFFECTUADO POR : Ortiz Jahn Oscar

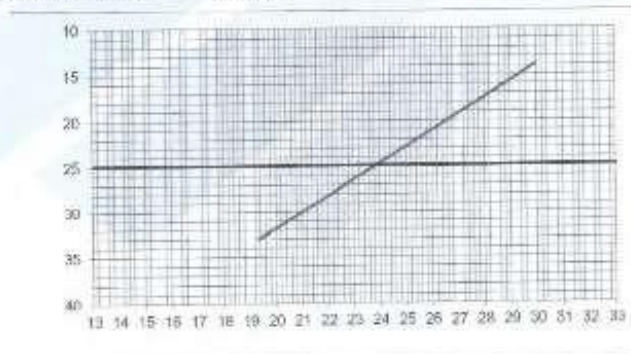
CERTIFICADO Nro : AM/00000416/0002/2020

LIMITE LIQUIDO

Nº de Latas	a	b	c
Nº de Golpes	18	21	34
Peso de Lata + Suelo Humedo	44.48	43.50	44.67
Peso de Lata + Suelo Seco	40.09	39.82	41.51
Peso de Agua	4.37	3.77	3.16
Peso de Lata	25.52	24.63	25.18
Peso de Suelo Seco	14.57	15.19	16.33
% de Humedad	29.98	24.85	19.34

LIMITE PLASTICO

Nº de Latas	a
Nº de Golpes	12
Peso de Lata + Suelo Humedo	30.17
Peso de Lata + Suelo Seco	28.48
Peso de Agua	1.71
Peso de Lata	25.05
Peso de Suelo Seco	6.51
Porcentaje de Humedad	20.09



OBSERVACIONES:

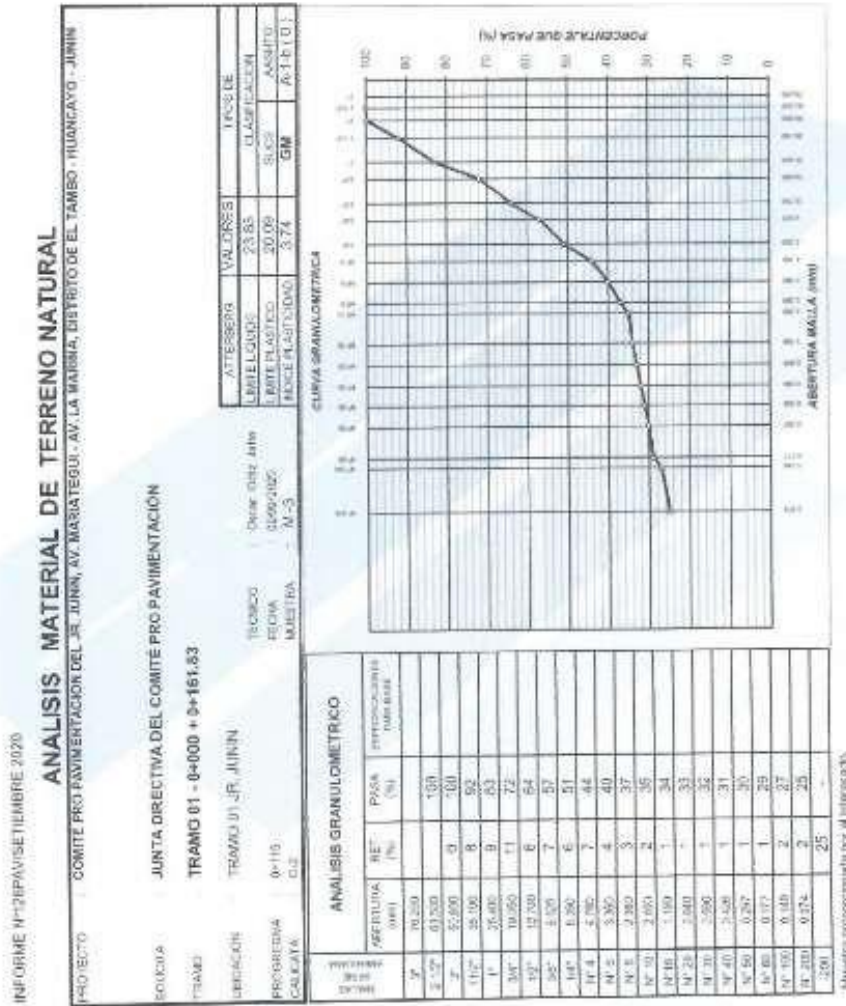
Muestra proporcionada por el interesado

LL. 23.83 L.P. 20.09 I.P. 3.74

Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 85502

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP DE MECANICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

239



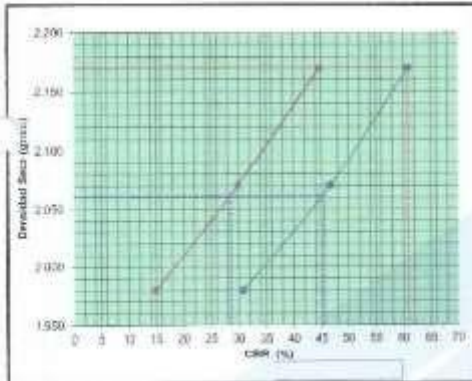
Susan Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 80422

Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

270

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1983)

PROYECTO :	COMITÉ PAVIMENTACIÓN DEL JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN		
BOJUGITA :	JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN		
TRAMO :	TRAMO 01 - 0+000 - 0+181.83		
UBICACION :	TRAMO 01 - JR. JUNIN		
PROGRESIVA :	0+115	FECHA :	01/09/2020
DATOS DE LA MUESTRA			
CALCATA :	C-3, M-3		

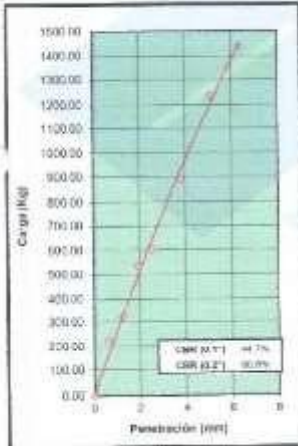


PROCTOR MODIFICADO :	ASTM D1557
METODO DE COMPACTACION :	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :	2.170
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	7.40
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :	2.062

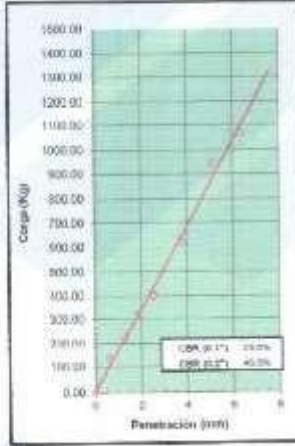
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	48.60	0.2"	60.94
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	28.50	0.2"	45.56

OBSERVACIONES:

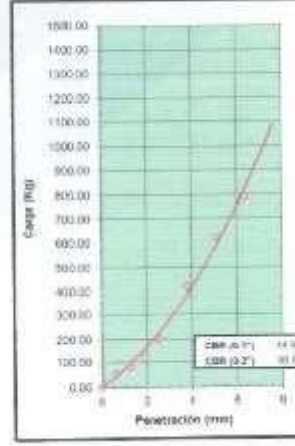
EC = 96 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Susain Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 43420

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 / DSD

LIMITE DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES

PROYECTO : COMITÉ PRO PAVIMENTACION DEL JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN.

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACION

LUGAR : TRAMO 01 +0+00E - 0+101.83

UBICACION : TRAMO 01 - JR. JUNIN

PROGRESIVA : 0+040

CAUCATA : I-G-1

FECHA : 01/09/2020

EFFECTUADO POR : Ortiz John Oscar

CERTIFICADO No : N°1209110107MARZO 2020

LIMITE LIQUIDO

N° de Latas	1	2	3
N° de Golpes	10	22	30
Peso de Lata + Suelo Humedo	45.58	45.90	44.87
Peso de Lata + Suelo Seco	43.60	41.66	41.57
Peso de Agua	4.96	3.94	3.10
Peso de Lata	27.12	26.91	25.58
Peso de Suelo Seco	16.48	15.75	16.19
% de Humedad	30.27	25.01	19.13

LIMITE PLASTICO

N° de Latas	0
Peso de Lata + Suelo Humedo	38.27
Peso de Lata + Suelo Seco	34.53
Peso de Agua	1.74
Peso de Lata	26.17
Peso de Suelo Seco	8.36
Porcentaje de Humedad	20.85



OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el interesado.

L.L.	24.46	L.P.	20.85	I.P.	3.61
------	-------	------	-------	------	------

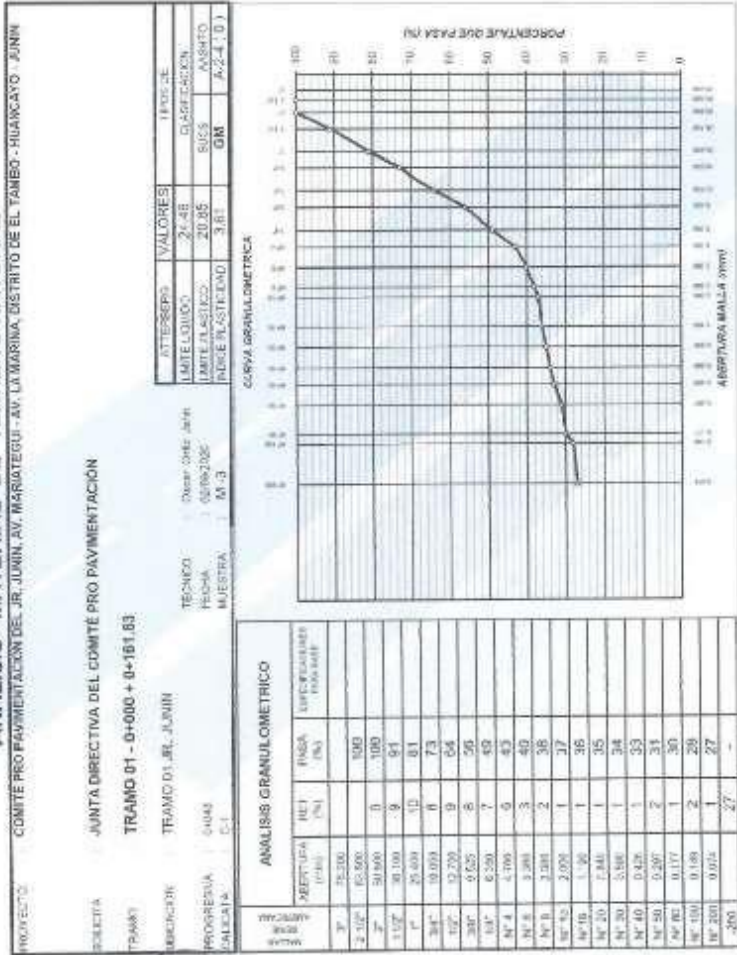

Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85208


Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

292

INFORME N°17PAV/SEPTIEMBRE 2020

ANÁLISIS MATERIAL DE TERRENO NATURAL



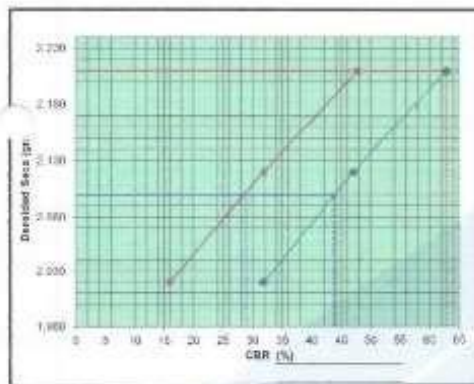
Susan Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 45448

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 / OSD

INE. N° 126PAV/SEPTIEMBRE 2020

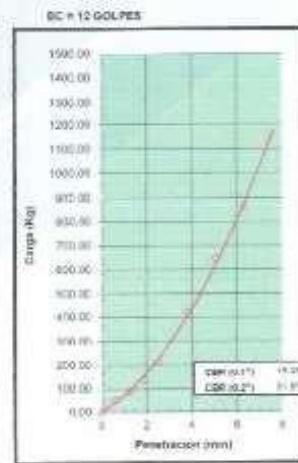
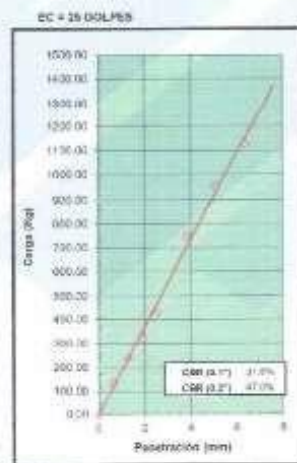
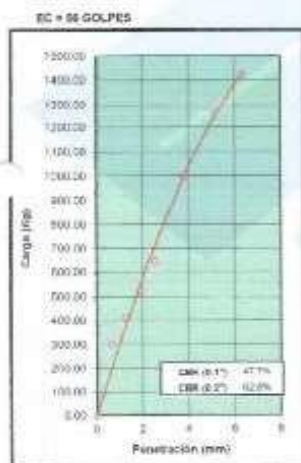
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)	
PROYECTO :	COMITÉ PAVIMENTACIÓN DEL JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN
SOLICITA :	JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN
TRAMO :	TRAMO 01 - 0+000 - 0+011.83
UBICACIÓN :	TRAMO 01 - JR. JUNIN
PROGRESIVA :	0+040
DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	C-4, M-3
FECHA :	01/06/2020



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.210
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.20
99% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.100

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1'	47.75	0.2'	62.01
C.B.R. AL 99% DE M.D.S. (%)	0.1'	28.82	0.2'	43.95

OBSERVACIONES:




Susani Ortiz Casas
INGENIERO C. I. L.
CIP. N° 85430


Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 / DSD

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : **COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN**

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN

TRAMO : TRAMO 01 - 0+000 - 0+181.83

UBICACION : TRAMO 01 - JR. JUNIN

PROGRESIVA : 0+040

TIPO EXCV : A cielo abierto

CERTIFICADO : N° 126CP/SEPTIEMBRE 2020

N.E. : No

CALCATA : **C-1**

FECHA : 10/09/2020

MTS	GPO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	SUCS
0.25		Material orgánico.		
0.60		Relleno.		
1.50	A-2-4	Material de gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo de color marrón plomizo, en estado compacto y humedad óptima.		GM

Muestra proporcionada por el interesado.

Susam Ortiz Casas
INGENIERO C.IL
CIP N° 80469

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : **COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN**

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN

TRAMO : TRAMO 01 - 0+000 - 0+181.83

UBICACIÓN : TRAMO 01 - JR. JUNIN

PROGRESIVA : 0+115

TIPO EXCV : A cielo abierto

CERTIFICADO : N° 126CP/SEPTIEMBRE 2020

N.F. : No

CALICATA : C-2

FECHA : 01/06/2020

MTS	GPO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	SUCS
0,22		Material orgánico.		
0,70		Relleno.		
1,50	A-1-b	Material de gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo de color marrón plomizo, en estado compacto y humedad óptima.		GM

Muestra proporcionada por el interesado.

Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP: 19342

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : **COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN**

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN

TRAMO : TRAMO 02 - 0+000 - 0+067.85

UBICACIÓN : TRAMO 02 - JR. JUNIN

PROGRESIVA : 0-030

TIPO EXCV. : A cielo abierto

CERTIFICADO : N° 128CP/9/SEPTIEMBRE 2020

N.F. : No

CALICATA : **C-3** FECHA : 01/05/2020

MTS	GPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.30		Material orgánico.		
0.80		relleno.		
1.30	A-2-4	Material de gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo de color marrón plomizo, en estado compacto y humedad óptima.		GM

Muestra proporcionada por el interesado.

Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 43548

Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : **COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI - AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN**

SOLICITA : JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN

TRAMO : TRAMO 03 - 0+000 - 0+052.88

UBICACIÓN : TRAMO 03 - JR. JUNIN

PROGRESIVA : 0+015

TIPO EXCV : A pelo abierto

CERTIFICADO : N° 128CP/BETIEMBRE 2020

NF : No

CALCATA : **C-4**

FECHA : 06/06/2020

MTS	GPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.20		Material orgánico.		
0.75		Relieno.		
1.50	A-2-4	Material de gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo de color marrón plomizo, en estado compacto y humedad óptima.		GM

Muestra proporcionada por el contratista.

Susain Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

- 4.- Asimismo, si al nivel de la sub rasante se encuentra un bolsón de suelos de relleno deberá profundizarse hasta encontrar terreno firme.
- 5.- No deberá realizarse los trabajos sobre suelos orgánicos, tierra vegetal, desmote o relleno sanitario, antes de empezar deberán ser removidos en su totalidad, para luego proceder a la conformación en función al nivel topográfico y reemplazados con materiales seleccionados de cantera. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material. Los suelos seleccionados con los que se construyen los rellenos controlados, deberán ser compactados.
- 8.- Los resultados del presente estudio, solo son validos para la zona de estudio investigada.


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85208


Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP DE MECANICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- La zona de estudio se encuentra ubicada en el Distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín.
- 2.- El Proyecto consistirá en el "COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI – AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO – HUANCAYO - JUNÍN".
- 3.- Los suelos encontrados son de la Clasificación AASTHO como son los siguientes: .

Cálizate	Profundidad (m)	Tramo	UBICACIÓN	SUCS	AASHTO	CBR		Límites de Consistencia (%)			Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)
						CBR 100% 0.1"	CBR 95% 0.1"	LL	LP	IP			
						C-1	1.50 m	Tramo 01 prog. 0+000 - 0+161.83	Tramo 01 - Jr. Junin Prog. 0+040	GM			
C-2	1.50 m	Tramo 01 prog. 0+000 - 0+161.83	Tramo 01 - Jr. Junin Prog. 0+115	GM	A-1-6 (O)	44.86	26.55	23.83	20.06	3.74	56	19	25
C-3	1.50 m	Tramo 02 prog. 0+000 - 0+387.85	Tramo 02 - Jr. Junin Prog. 0+030	GM	A-2-4 (II)	54.30	35.81	26.40	21.49	3.97	58	12	32
C-4	1.50 m	Tramo 03 prog. 0+000 - 0+362.88	Tramo 03 - Jr. Junin Prog. 0+010	GM	A-2-4 (II)	52.77	31.54	24.77	20.91	3.88	58	15	27


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85268


Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

D. Pruebas de Densidad de campo.- Se realizaran pruebas de compactación cada 30 metros hasta obtener el 100% de la densidad obtenida por el método de prueba "Proctor Modificado".

E. Controles.-

- ❖ Se controlara los limites de consistencia (Limite Liquido y el indice de Plasticidad) a lo largo de la Calle.
- ❖ Se controlara el coeficiente de compactación, tal como ya se ha indicado (Método Proctor Modificado).
- ❖ Se controlara el CBR (Relación Soporte California) y el espesor de la base ya terminada, no deberá diferir en mas de un centímetro (1-cm) de lo indicado en los planos .
- ❖ El presente se medirá en MAS DE DOS (02) PUNTOS cada 100 metros lineales de pista.

GRADACIÓN.- Este material cumplirá con los requisitos de Granulometria según su gradación.

5. PREPARACIÓN PARA LA BASE GRANULAR

La puesta del material será similar a la Sub Base


Susani Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85248


Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Este trabajo consiste en colocar una capa de grava fracturada en forma natural y finos colocados sobre la sub rasante preparadas según las especificaciones y en conformidad con los alineamientos, y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

Trabajos de laboratorio .- Las muestras del material puesto en obra, fue recepcionado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, se clasifico y selecciono siguiendo el procedimiento del ASTM D - 2488 " Practica recomendada para Descripción de Suelos" a las muestras respectivas y seleccionadas se les efectuarán los siguientes ensayos:

- A. Análisis Granulométrico.-** Se realizaron análisis granulométricos por tamizado con la Serie Americana de Tamices de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM D - 422 , la fracción del material que pasa la malla N°200 y la fracción que pasa la malla Nro 40 deberá ceñirse al perfil estratigráfico y las recomendaciones indicadas.
- B. Limites de Atterberg.-** Se efectuarán pruebas de Limite Líquido y Limite Plástico con el pasante de la malla N°40 de acuerdo con las normas de ASTM D _423 Y D -424 respectivamente, con los valores obtenidos se calculará el índice Plástico en un máximo del 4%.
- C. Proctor Modificado .-**Con el objeto de determinar la máxima densidad y optima humedad de las muestras de suelo , se realizarán ensayos de compactación Proctor Modificado según las normas del ASTM D -1557.


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 65409


Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

material firme de cantera hasta su nivel correspondiente de acuerdo a los alineamientos y secciones.

- B. Escarificado.**-Se realizara un escarificado en lugares no comprometidos para su mejor compactación , previo regado hasta alcanzar el contenido de su optima humedad.
- C. Valor Relativo de Soporte para el Grado de Compactación.**- Se refiere principalmente al grado obtenido de la muestra del escarificado y relleno analizado en el laboratorio de Mecánica de Suelos, para luego verificar en el campo a fin de comprobar el grado o porcentaje de compactación (adjunto certificados).
- D. Compactación.**- Inmediatamente después de que el material ha sido emparejado, se verificara nivelando todas las irregularidades comprobadas en las mismas, compactándola intensa y uniformemente por medio del rodillo liso a lo largo de la Sub rasante.
- E. Aprobación .**-Se harán pruebas de densidad de campo en los puntos de relleno y escarificado para determinar su porcentaje de compactación según su máxima densidad y optima humedad, se obtendrá un mínimo de 95% de la Densidad " Proctor Modificado".

4.0 SUB BASE GRANULAR.


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 80498


Oscar Abraham Ortiz John
ESP DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

2.20 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUB RASANTE.

Permeabilidad	: Alto
Capilaridad	: Media
Elasticidad	: Bajo
Cambio de Volumen	: Alto
Valor como Sub rasante	: Regular a Bueno
Características de Drenaje	: Alto

3.0. PREPARACIÓN PARA LA SUB RASANTE:

Conforme al estudio realizado en el laboratorio, nos demuestra en lo adjunto un Perfil Estratigráfico, donde se recomienda que se debe escarificar y recompactar hasta alcanzar la Máxima densidad y óptima humedad del proctor modificado según indica el registro de exploración hasta su nivel correspondiente de la sub rasante.

METODO DE CONSTRUCCION

A. Material Suelto.- Conforme a las recomendaciones técnicas consistirá en retirar el material suelto e inestable de la Sub rasante que no se compacto fácilmente o que no sirvieron para el objetivo propuesto para luego ser reemplazado con


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 86245


Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

10

2.0 DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMACION DEL SUBSUELO Y SUS CARACTERISTICAS.

2.10. DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

De acuerdo a la exploración de campo realizada y los ensayos de laboratorio, se deduce que el subsuelo del área en estudio está conformado de la siguiente manera.

El suelo esta conformado por varios tipos de suelo y en un espesor variable como son de la Clasificación AASTHO y SUCS [la descripción del suelo indica en los perfiles de Estratigrafía].

Categoría	Profundidad (m)	Tramo	UBICACIÓN	SUCS	AASTHO	CBR		Límites de Consistencia (%)			Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)
						CBR 100% 0.1"	CBR 95% 0.1"	LL	LP	IP			
						C-1	1.50 m	Tramo 01 prog. 0+000 - 0+151.83	Tramo 01 - Jr. Junio Prog. 0+040	GM			
C-2	1.50 m	Tramo 01 prog. 0+000 - 0+161.83	Tramo 01 - Jr. Junio Prog. 0+115	GM	A-1-b (0)	44.66	26.55	23.83	20.08	3.74	56	19	25
C-3	1.50 m	Tramo 02 prog. 0+000 - 0+087.85	Tramo 02 - Jr. Junio Prog. 0+030	GM	A-2-4 (0)	54.30	35.81	25.66	21.48	3.97	56	12	32
C-4	1.50 m	Tramo 03 prog. 0+000 - 0+052.88	Tramo 03 - Jr. Junio Prog. 0+015	GM	A-2-4 (0)	52.77	31.54	24.77	20.91	3.86	56	15	27


Susam Ortiz-Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85248


Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

B.3. Ensayos de Compactación :

Con el objeto de determinar la Máxima Densidad y Optima Humedad de las muestras de los suelos correspondientes, se realizaron ensayos de Proctor Modificado según las normas de ASTM D 1557.

1.5. TRABAJO DE GABINETE.

De acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio se procedió a clasificar cada una de las muestras de los suelos representativos por los sistemas de Clasificación de suelos de la AASSHO, para luego con los datos de los registros de campo proceder a evaluar la Capacidad Portante de los suelos de la Sub rasante.

Se indica seguidamente los resultados de los ensayos llevados a cabo para la Clasificación de suelos.

Se procedió a continuación a la determinación de la Capacidad Portante de los suelos de la Sub rasante, para conjuntamente con los datos de Trafico calcular el espesor de la base requerida y proceder al dibujo de sus secciones transversales típicas.


Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85249


Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Las muestras de los suelos fueron obtenidas mediante una tarjeta con la indicación de la ubicación, número de pozo, número de muestra y profundidad colocadas en bolsas de polietileno para ser remitidas al laboratorio.

B. Trabajo de laboratorio:

Estudio realizado en el laboratorio de muestras de suelos fueron clasificados mediante los ensayos en los sistemas AASHTO y ASTM D - 2488 "Practica recomendada para descripción de los suelos", a las muestras representativas seleccionados se le efectuaron los siguientes


B.1. Análisis Granulométrico:

Se realizaron análisis granulométricos por tamizado con la serie americana de tamices de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM D =422, la fracción mayor de la malla N °200 se determino según las normas.

B.2. Límites de Atterberg:

Se efectuaron pruebas de limite liquido y limite plástico con la pasante de la malla N°40 de acuerdo con las normas de AASHTO D -423 y D -424 respectivamente, con los valores obtenidos se calculo el índice plástico.


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85469


Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

7

actividades agrícolas y pecuarias son productivas. Con estación seca (abril – noviembre).

1.3. ESTUDIO DE SUELOS

En el estudio de suelos se hizo investigaciones de campo a lo largo de la sub rasante del trazo y en los depósitos de materiales de construcción, luego se procedió a la ejecución de los ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en el campo y finalmente se realizaron las labores de gabinete para consignar en forma grafica y escrita los resultados del Estudio.

1.4. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

Se describe seguidamente el plan de trabajo desarrollado en cada una de las etapas antes señaladas.

A. Trabajo de Campo:

Con el objeto de investigar las características de las capas de los suelos de la sub rasante de la vía en estudio, se llevaron a cabo 04 pozos exploratorio promedio de 1.50 m. de profundidad con separaciones en cada cambio litológico .

El método de ejecución de los sondajes fue el de pozos a cielo abierto: Calicatas (test Pist), de donde se obtuvieron muestras representativas de las capas de suelos de la sub rasante.


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 82498


Oscar Abraham Ortiz Juán
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

6

- ❖ Estudio de Suelos.
- ❖ Distribución y ejecución de calicatas.
- ❖ Metodología de estudio.
- ❖ Extracción de muestras disturbadas.
- ❖ Trabajo de laboratorio.
- ❖ Ensayos de laboratorio
- ❖ Preparación para sub-rasante.
- ❖ Descripción del perfil estratigráfico.
- ❖ Registro de Excavación y perfil estratigráfico.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

1.2.1 Ubicación del Área en Estudio.

El Proyecto: se encuentra ubicado en:

Departamento : Junín
Provincia : Huancayo
Distrito : El Tambo

1.2.2. Condiciones Climáticas

El área del proyecto, en general, presenta condiciones de clima frío. El clima es típico al de la Sierra del Perú. La atmósfera es transparente y con escasa humedad atmosférica. Las lluvias se presentan entre diciembre y marzo (lluvias de verano). Cuando las lluvias se presentan oportunamente y con regularidad, las


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85348


Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

5

**ESTUDIO DE SUELOS PARA EL COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE
JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI – AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL
TAMBO – HUANCAYO - JUNÍN**

1.0 GENERALIDADES

1.1. OBJETO DE ESTUDIO

El presente informe tiene por objeto determinar las principales características de la estructura del terreno para el "COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI – AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO – HUANCAYO - JUNÍN" investigando las condiciones actuales de suelo adyacente al trazo de la vía, en concordancia con el diseño geométrico de las rasantes establecidas en el proyecto; con el fin de realizar el diseño adecuado de la estructura con fines de pavimentación.

Los criterios adoptados para el estudio de pavimentación del firme, así como para el diseño y especificaciones técnicas de construcción, se ha hecho teniendo en cuenta las condiciones portantes del suelo las incidencias de las cargas y volúmenes de tránsito.

El programa seguido para la realización de estudio fue el siguiente:


Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85458


Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

- Trabajos de Laboratorio
- A. Análisis Granulométrico
 - B. Límites de Atterberg
 - C. Proctor Modificado
 - D. C.B.R
 - D. Controles

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

CALICATAS

- REGISTRO DE EXCAVACIONES
- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO


Susam Ortiz Casas
INGENIERO C. 3L
CIP N° 85248


Oscar Abraham Ortiz John
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

**COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI –
AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO – HUANCAYO - JUNÍN**

INDICE

1.0 GENERALIDADES

- 1.10 OBJETO DEL ESTUDIO
- 1.20 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO
 - 1.2.1. Ubicación del Área en Estudio
 - 1.2.2. Condiciones Climáticas
- 1.30 ESTUDIO DE SUELOS
- 1.40 METODOLOGIA DEL ESTUDIO
 - A. Trabajo de Campo
 - B. Trabajo de Laboratorio
 - B.1. Análisis Granulométrico
 - B.2. Límites de Atterberg
 - B.3. Ensayos de Compactación
- 1.5. TRABAJO DE GABINETE

**2.0 DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMACION DEL SUBSUELO Y SUS
CARACTERÍSTICAS**

- 2.10 DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO
- 2.20 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUB RASANTE

**3.0 PREPARACIÓN DE LA SUB RASANTE
METODOLOGIA DE CONSTRUCCION**

- A. Material Suelto
- B. Escarificado
- C. Valor Relativo de Soporte para el Grado de Compactación
- D. Compactación
- E. Aprobación.

4.0 BASE GRANULAR


Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85418


Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

INF. N° 126PAV/SETIEMBRE 2020

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

"COMITÉ PAVIMENTACIÓN DE JR. JUNIN, AV. MARIATEGUI -
AV. LA MARINA, DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO -
JUNÍN"

SOLICITADO:

JUNTA DIRECTIVA DEL COMITÉ PRO PAVIMENTACIÓN

DISTRITO : EL TAMBO
PROVINCIA : HUANCAYO
DPTO : JUNÍN

SETIEMBRE - 2020


Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85488


Oscar Abraham Ortiz Jalón
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Anexos 4: Panel Fotográfico

1.- Evaluacion de pavimento (pci)

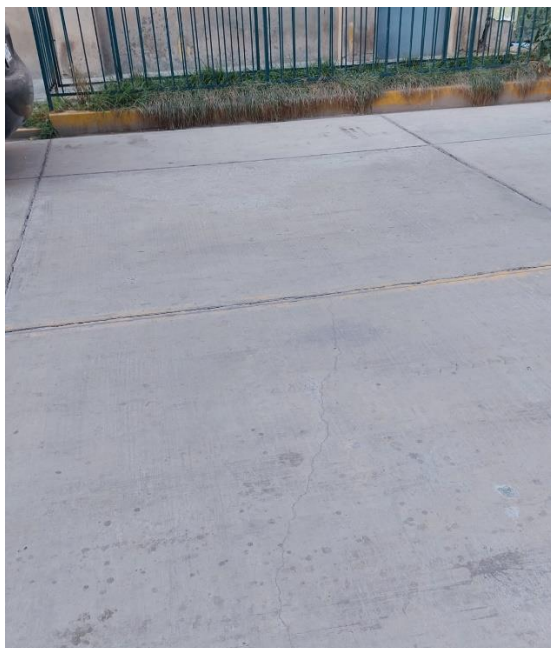


Imagen N° 01. Fallas de losas con fisuras transversales entre Av. Mariategui y Jr. Manuel Alonso.

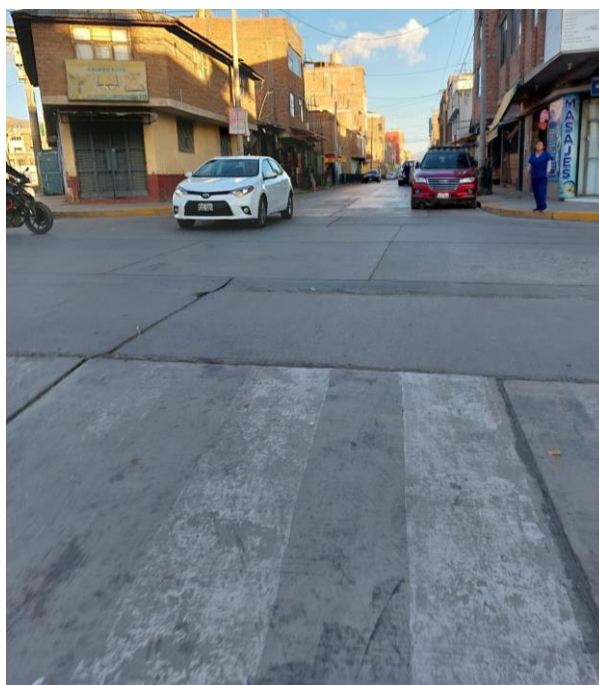


Imagen N° 02. Encuentro de pavimento nuevo y existente fisuras en ambos pavimentos.

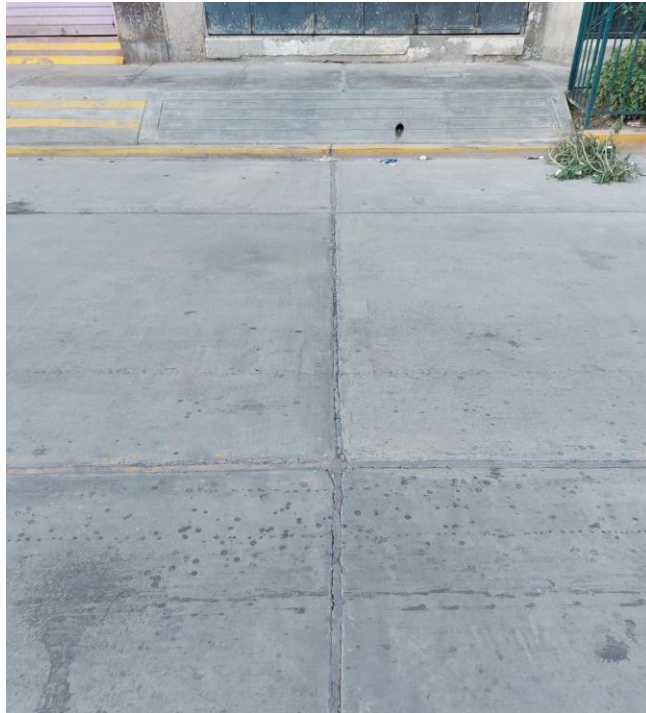


Imagen N° 03. Falta de sellado de juntas produciendo mayores filtraciones de agua.



Imagen N° 04. Presencia de parches en el pavimento y fallas en juntas.

2.- Estudio de Trafico



Imagen N° 05. Conteo vehicular en el Jr. Manuel Alonso y Jr. Junin horas de la tarde



Imagen N° 06. Conteo vehicular en el Jr. Manzanos y Jr. Junin horas de la mañana



Imagen N° 07. Conteo vehicular en el Jr. Manzanos y Jr. Junin horas de la tarde



Imagen N° 08. Conteo vehicular en el Jr. Aguirre morales y Jr. Junin

3.- Esclerometria



Imagen N° 09. Pulimiento de imperfecciones



Imagen N° 10. Disparo con esclerometro

4.- Rugosimetro Merlin

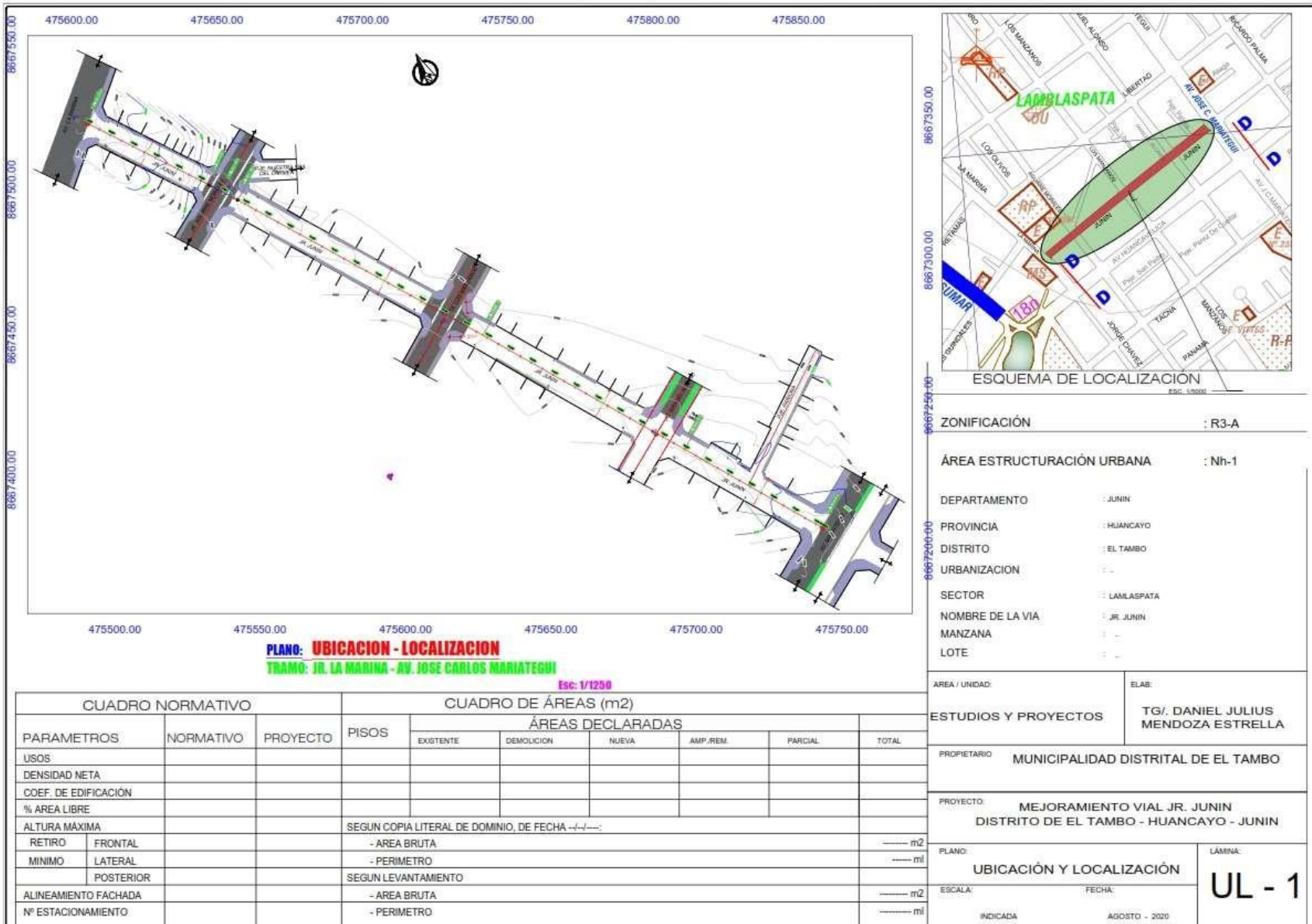


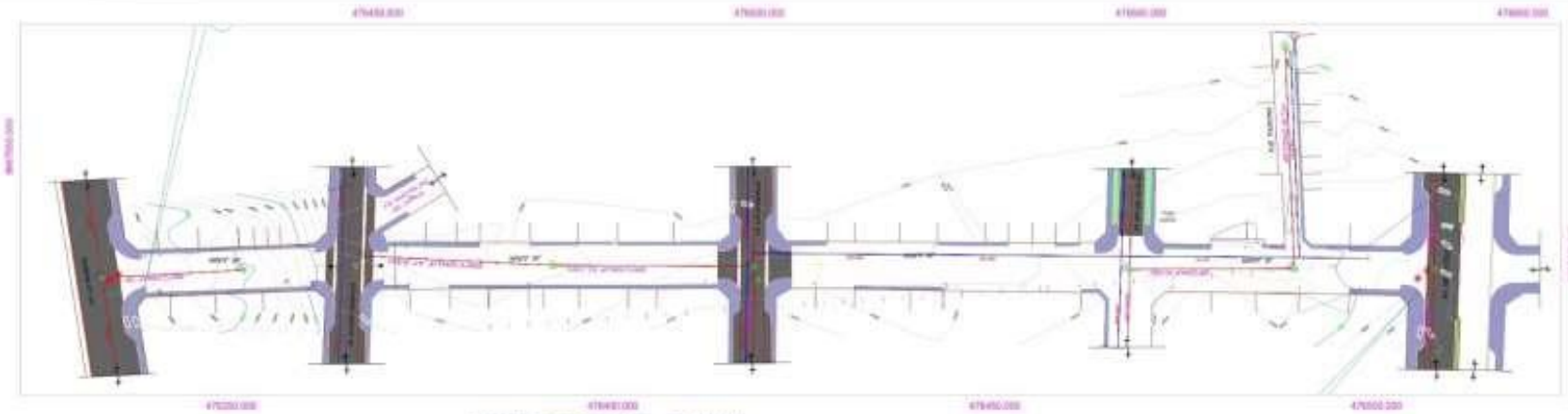
Imagen N° 11. Rugosimetro Merlin



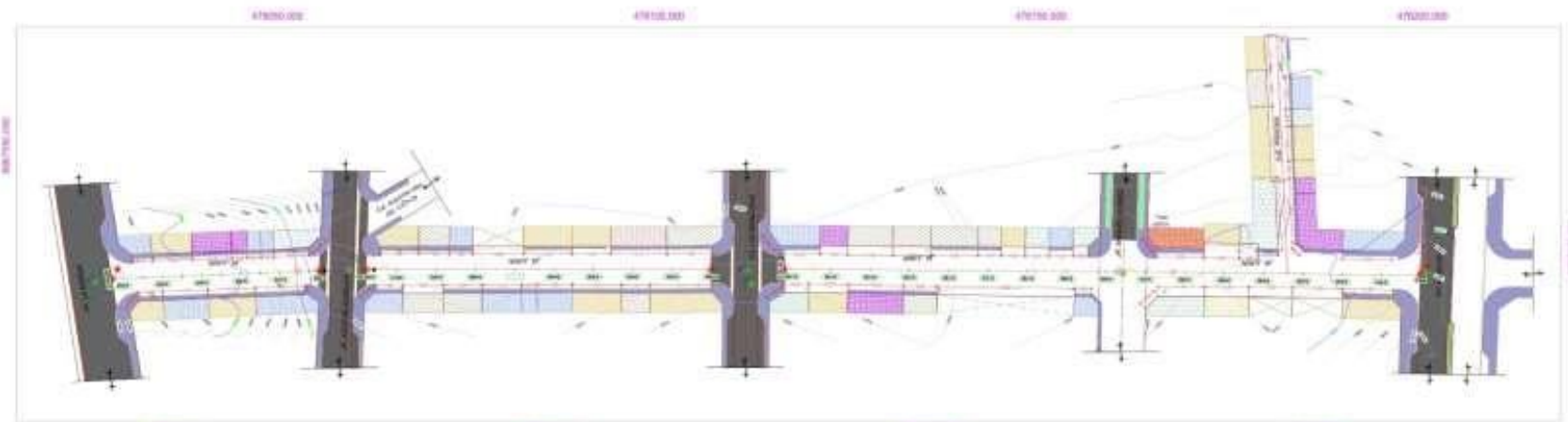
Imagen N° 12. Toma de lecturas de la depresion y la elevacion del pavimento rigido cada 2 metros.

Anexos 5: Planos

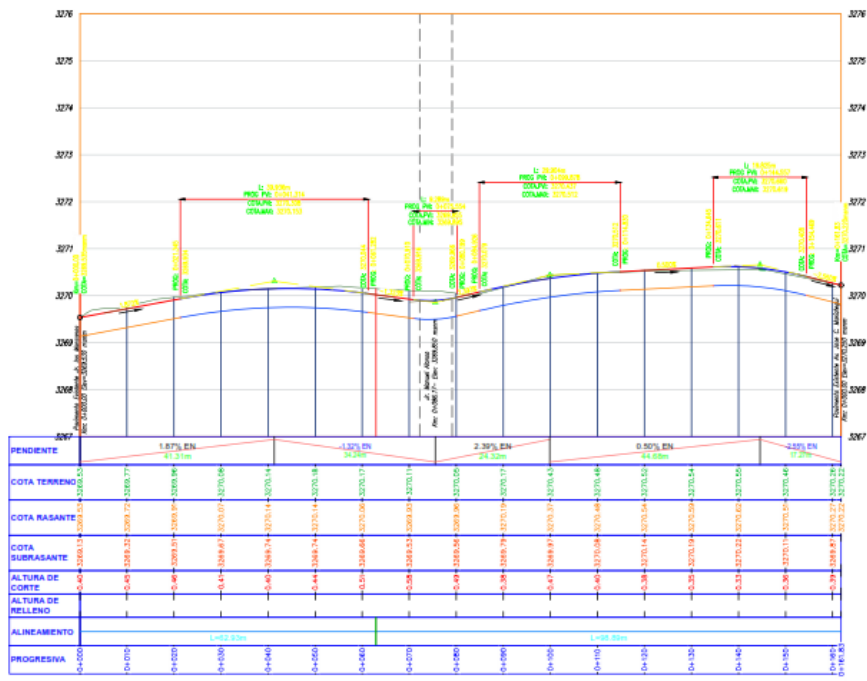




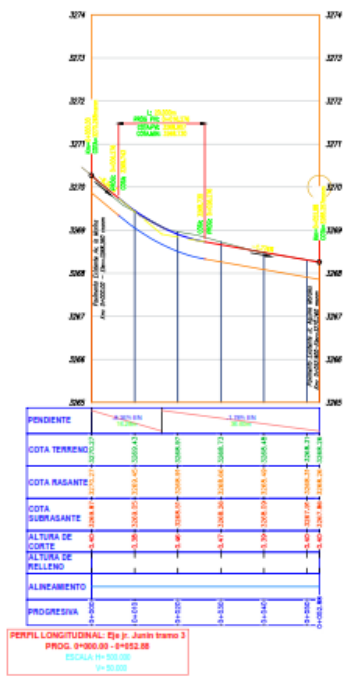
PLANTA TOPOGRAFICO JR. JUNIN
 Tramo : Av. Jose C. Mariategui - Av. La Marina



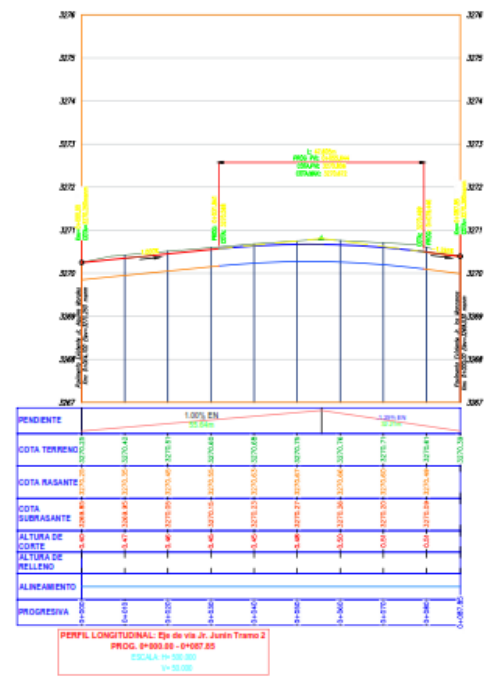
PLANTA SEMICATASTRAL JR. JUNIN
 Tramo : Av. Jose C. Mariategui - Av. La Marina



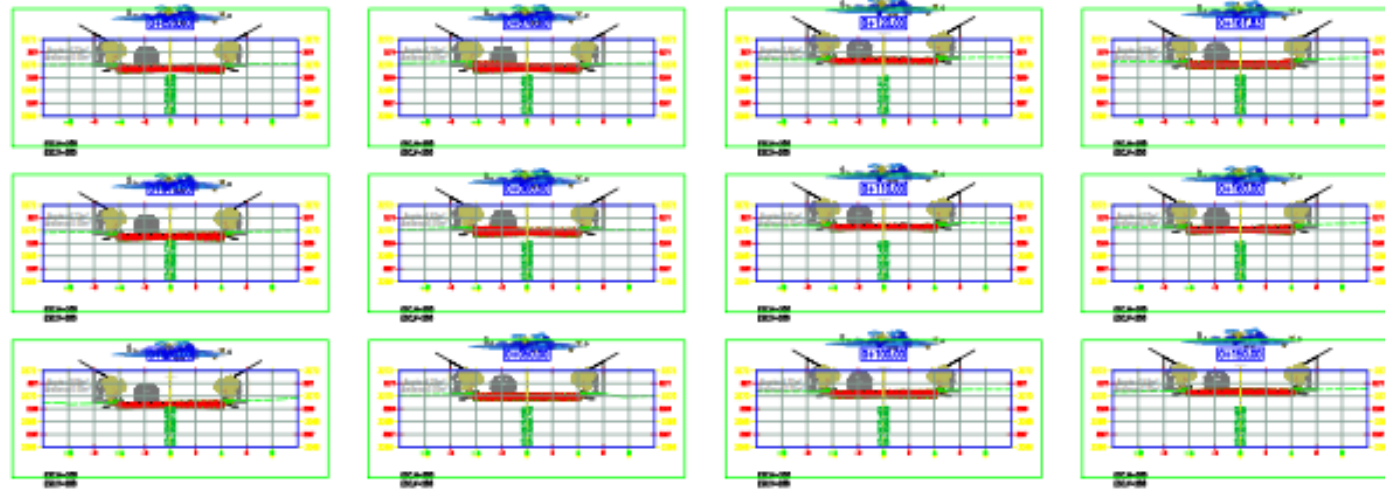
PERFIL LONGITUDINAL: Eje de via Jr. Junín Tramo 1
 PROG. 0+000.00 - 0+161.83
 ESCALA: H= 50:00
 V= 50:00



PERFIL LONGITUDINAL: Eje de via Jr. Junín Tramo 3
 PROG. 0+000.00 - 0+162.88
 ESCALA: H= 50:00
 V= 50:00

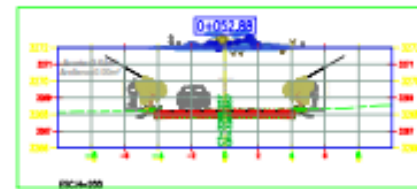
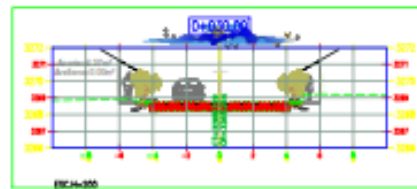
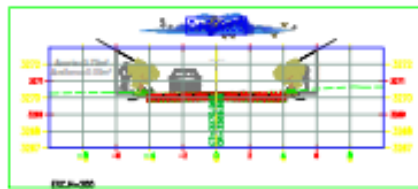
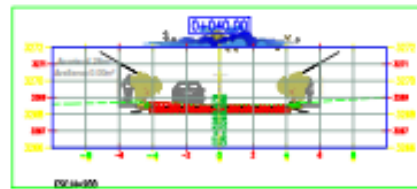
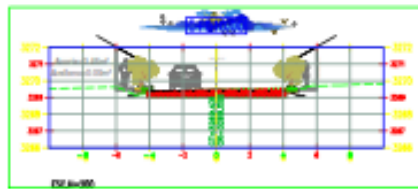
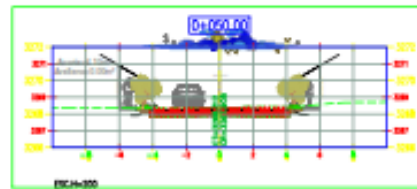
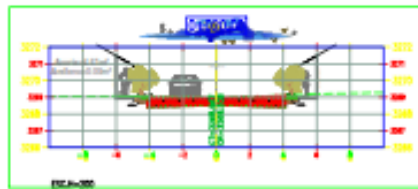


PERFIL LONGITUDINAL: Eje de via Jr. Junín Tramo 2
 PROG. 0+000.00 - 0+167.85
 ESCALA: H= 50:00
 V= 50:00



SECCIONES JR. JUNIN TRAMO I
 DE: AV. JOSE C. MARIATEGUI - JR. LOS MANZANOS
 ESCALA: H= 200.000

CUADRO DE AREAS Y VOLUMEN							
Stn	Area Corte (m ²)	Area Talud (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Talud (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Talud (m ³)	Volume Neto (m ³)
0+000	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+050	4.73	0.00	38.03	0.00	38.03	0.00	38.03
0+100	4.33	0.00	41.80	0.00	80.84	0.00	80.84
0+150	3.83	0.00	40.82	0.00	121.66	0.00	121.66
0+200	3.84	0.00	38.82	0.00	160.48	0.00	160.48
0+250	4.25	0.00	40.45	0.00	200.93	0.00	200.93
0+300	4.83	0.00	45.43	0.00	246.36	0.00	246.36
0+350	6.38	0.00	60.87	0.00	297.23	0.00	297.23
0+400	4.71	0.00	50.27	0.00	347.49	0.00	347.49
0+450	3.77	0.00	42.38	0.00	389.87	0.00	389.87
0+500	4.17	0.00	38.70	0.00	428.56	0.00	428.56
0+550	3.81	0.00	38.88	0.00	467.45	0.00	467.45
0+600	3.44	0.00	35.33	0.00	502.78	0.00	502.78
0+650	3.08	0.00	35.88	0.00	538.66	0.00	538.66
0+700	3.83	0.00	30.12	0.00	568.81	0.00	568.81
0+750	3.44	0.00	31.85	0.00	598.30	0.00	598.30
0+800	4.87	0.00	32.82	0.00	631.12	0.00	631.12
0+850	4.08	0.00	3.44	0.00	634.57	0.00	634.57



SECCIONES JR. JUNIN TRAMO II
DE: JR. AGUIRRE MORALES - AV. LA MARINA
 ESCALA: H= 200.000

CUADRO DE AREAS Y VOLUMEN							
Sta	Area Corte (m ²)	Area Relleno (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Relleno (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Relleno (m ³)	Volumen Neto (m ³)
D+000.00	3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D+010.00	3.46	0.00	36.23	0.00	36.23	0.00	36.23
D+020.00	4.81	0.00	40.32	0.00	76.54	0.00	76.54
D+030.00	4.37	0.00	44.91	0.00	121.46	0.00	121.46
D+040.00	4.28	0.00	43.27	0.00	164.73	0.00	164.73
D+050.00	4.10	0.00	41.91	0.00	206.64	0.00	206.64
D+052.88	3.64	0.00	11.14	0.00	217.78	0.00	217.78