

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE
LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV.
HIPÓLITO UNANUE – AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA

Bach. HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA
CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO
UNANUE – AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020”**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 19 DE ABRIL DEL 2021,
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:**

PRESIDENTE : Mag. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ

SECRETARIO : Ing. CÉSAR JULIO CRUZ ESPINOZA

VOCAL : Mag. MARTÍN PAUCARA ROJAS

ASESOR : Mtro. ERICK FREDY CALDERÓN LOZANO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Patty Carolina Copari Chucuya, Hefrey Julver Maquera Medina, en calidad de: Bachilleres en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 76626804 y 77534701.

Declaro bajo juramento que:

Somos autores de la tesis titulada: "ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE – AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020" la misma que presentamos para optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

1. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, Abril del 2021



Bach. Patty Carolina Copari Chucuya
DNI: 76626804



Bach. Hefrey Julver Maquera Medina
DNI: 77534701

DEDICATORIA

A Dios, A mis padres porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo. Mi padre Martin en quien puedo apoyarme y tener un ejemplo de perseverancia. Mi madre Azucena quien es mi mayor tesoro y mi fortaleza a la que adoro y haría cualquier cosa por verla bien y feliz porque mi mayor deseo es tener siempre a mis padres conmigo.

A mis hermanos Fabricio, Daniela y Jorge por sus palabras de motivación y decirme que nunca debo rendirme y siempre superarme y ser mejor persona.

A mis queridos sobrinos Sergio, Carlitos y Sofía por cada gesto suyo me motivan a seguir con mis objetivos.

Bach. Patty Carolina Copari Chucuya

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, pues sin ellos no lo habría logrado. Su bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso les doy mi trabajo en ofrenda de su paciencia y amor.

Padres los amo.

Bach. Hefrey Julver Maquera Medina

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación del Problema.....	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Justificación de la investigación.....	4
1.3.1 Justificación teórica	4
1.3.2 Justificación práctica	4
1.3.3 Justificación metodológica.....	4
1.3.4 Justificación social.....	5
1.4 Objetivos de la investigación	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Hipótesis.....	6
1.5.1 Hipótesis general.....	6
1.5.2 Hipótesis específicas.....	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes del estudio	7
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 Análisis funcional de pavimento flexible.....	11
2.2.2 Transitabilidad	12
2.2.3 Serviciabilidad	12
2.2.4 Cálculo de la serviciabilidad y transitabilidad mediante el IRI	13
2.2.5 Rugosidad	14

2.2.6	Causas posibles de la Rugosidad.....	14
2.2.7	Factores que afectan la rugosidad de los pavimentos	14
2.2.8	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	15
2.2.9	Escalas y características del IRI	15
2.2.10	Rugosímetro MERLIN.....	16
2.2.11	Modo de Uso	20
2.2.12	Cálculo de la Rugosidad.....	21
2.2.13	Metodología Pavement Condition Index (PCI)	23
2.2.14	Severidad	24
2.2.15	Extensión.....	25
2.2.16	Determinación de unidades de muestreo para evaluación (Vásquez, 2002)	25
2.2.17	Selección de unidades de muestreo para inspección	26
2.2.18	Cálculo de los valores deducidos (VD)	26
2.2.19	Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m) (Vásquez, 2002)	27
2.2.20	Cálculo del máximo valor deducido corregido (VDC).....	27
2.2.21	Determinación PCI de unidades de muestreo.....	28
2.2.22	Determinación PCI de sección. (Vásquez, 2002).....	28
2.2.23	Clasificación del pavimento según el PCI	29
2.2.24	Método de diseño Instituto del Asfalto Norteamericano	30
2.3	Definición de Términos	35
2.3.1	Falla Funcional	35
2.3.2	Rehabilitación	35
2.3.3	Transitabilidad	35
2.3.4	Patologías	35
2.3.5	Iri	35
2.3.6	Rugosímetro De Merlin	35
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO		36
3.1	Tipo y diseño de la investigación	36

3.1.1	Tipo y diseño de la investigación	36
3.1.2	Diseño de la investigación	36
3.1.3	Nivel de la investigación	36
3.2	Población y/o muestra de estudio	37
3.2.1	Población.....	37
3.2.2	Muestra	37
3.3	Operacionalización de variables	37
3.3.1	Variable dependiente:.....	37
3.3.2	Variable Independiente:.....	38
3.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. Materiales y/o instrumentos	39
3.4.1	Técnicas	39
3.4.2	Instrumentos.....	39
3.5	Procesamiento y análisis de datos.....	40
CAPÍTULO IV RESULTADOS		41
4.1	Resultados del Cálculo de la Rugosidad con Merlin	41
4.2	Resultados Método del PCI	57
4.2.1	Cálculo de las Unidades de Muestreo de la Av. Industrial	57
4.2.2	Resultados del Método PCI	60
4.2.3	Resumen de Resultados del Método PCI	63
4.3	Resultados del Cálculo de Espesores de la Carpeta Asfáltica	66
4.3.1	Cálculo Del CBR De Diseño	66
4.3.2	Cálculo del Índice Medio Diario	69
4.3.3	Cálculo de Espesores del Pavimento, Método Instituto del Asfalto Norteamericano	70
CAPITULO V DISCUSIÓN.....		77
5.1	Análisis de la Rugosidad, Resultados Obtenidos con El Merlin	77
5.2	Análisis de los Resultados del Índice de Condición – PCI	79
5.3	Análisis de los Resultados de la Propuesta de Diseño de Espesores.....	80
CONCLUSIONES.....		82

RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Escala estándar empleada por el Banco Mundial para clasificar los caminos según su IRI	15
Figura 2 Metodología para la determinación de la rugosidad, uso del Rugosímetro Merlín	17
Figura 3 Detalles del instrumento MERLIN	17
Figura 4 Detalles del instrumento MERLIN	17
Figura 5 Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la curda promedio AB	18
Figura 6 Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie de pavimento respecto a la cuerda promedio	19
Figura 7 Formato para recolección de datos de campo	21
Figura 8 Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva	22
Figura 9 Formato para la obtención del Máximo Valor Deducido Corregido.....	27
Figura 10 Curvas de corrección del Valor Deducido para pavimento flexible	28
Figura 11 Nomograma para calcular NTI	32
Figura 12 Determinación del espesor del pavimento	33
Figura 13 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 1	41
Figura 14 Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 1	41
Figura 15	42
Figura 16 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 2	43
Figura 17 Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 2.....	43
Figura 18 Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo I, ensayo 2.	44
Figura 19 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 3	45
Figura 20 Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 3.....	45
Figura 21 Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo I, ensayo 3.	46
Figura 22 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 4	47
Figura 23 Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 4.....	47
Figura 24 Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo I, ensayo 4.	48

Figura 25 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 1	49
Figura 26 Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 1	49
Figura 27 Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 150	150
Figura 28 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 2	51
Figura 29 Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 2	51
Figura 30 Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 252	252
Figura 31 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 3	53
Figura 32 Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 3	53
Figura 33 Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 354	354
Figura 34 Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 4	55
Figura 35 Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 4	55
Figura 36 Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 456	456
Figura 37 Unidades de muestreo en la avenida Industrial	59
Figura 38 Hoja de registro, unidad de muestra 1	59
Figura 39 Resultados del PCI - unidad de muestreo U-1	60
Figura 40 Hoja de registro, unidad de muestra 1	61
Figura 41 Resultados del PCI - unidad de muestreo U-1	62
Figura 42 Resumen de los resultados del Índices de Condición Av. Industrial, calzada derecha	63
Figura 43 Representación visual lineal del PCI por progresivas en el tramo I	63
Figura 44 Resumen de los resultados del Índices de Condición Av. Industrial, calzada izquierda	64
Figura 45 Representación visual lineal del PCI por progresivas en el tramo II	64
Figura 46 Análisis CBR en laboratorio, calicata 1	66
Figura 47 Análisis CBR en laboratorio, calicata 2	67
Figura 48	68
Figura 49 Cálculo de IMD para un conteo promediado	69
Figura 50 Cálculo de sumatoria de cantidad de vehículo por peso bruto	71
Figura 51 Nomograma para calcular NTI	72
Figura 52 Nomograma para calcular espesor total del pavimento	74
Figura 53 Espesor del pavimento en pulgadas y centímetros	76
Figura 54 Diseño final del pavimento, Av. Industrial	76
Figura 55 Resumen de resultados de la rugosidad por calzada	77

Figura 56 Propuesta final de espesores Av. Industrial80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala de índice de serviciabilidad.....	13
Tabla 2 Transitabilidad mediante el IRI.....	13
Tabla 3 Valores de IRI (m/km) utilizados internacionalmente.....	16
Tabla 4 Rangos de calificación del PCI.....	24
Tabla 5 Intervención de acuerdo al PCI.....	29
Tabla 6 Rango de Clasificación del PCI - Norma ASTM D6433-16.....	29
Tabla 7 % del tránsito total de vehículo pesado en dos direcciones que se considera en carril de diseño	31
Tabla 8 Factores de ajuste al NTI.....	32
Tabla 9 Espesores mínimos de carpeta.....	34
Tabla 10 Relación de capas de la estructura del pavimento	34
Tabla 11 Porcentaje total de vehículos pesados en el carril de diseño	70
Tabla 12 Determinación factor de ajuste.....	73
Tabla 13 Espesores mínimos de carpeta asfáltica	75
Tabla 14 Relación de capas de la estructura del pavimento	75
Tabla 15 Calificación del estado del pavimento	77
Tabla 16 Calificación de la transitabilidad.....	78
Tabla 17 Resultados del método PCI – Av. Industrial.....	79
Tabla 18 Rango de clasificación PCI	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Hoja de Campo por Unidad de Muestreo Av. Industrial Calzada Derecha de Bajada	87
Anexo 2: Resultados de la Metodología PCI. Calzada Derecha e Izquierda	104
Anexo 3: Panel Fotográfico. Zona de investigación	138
Anexo 4: Cálculo De CBR En Laboratorio.	147
Anexo 5: Formatos de Aforo Vehicular en la Av. Industrial en tiempo de Covid 19.	148
Anexo 6: Matriz de Consistencia – Proyecto de Tesis	170
Anexo 7: Plano de Ubicación.....	171

RESUMEN

El trabajo de investigación analiza el estado funcional en el pavimento asfáltico de la avenida Industrial, de los resultados obtenidos se realiza una propuesta de diseño en los espesores para el tramo evaluado, tiene la longitud aproximada de 1.6 km y un ancho de cada calzada de 7.20 metros en cada una de las vías.

El objetivo de la investigación es analizar el estado funcional que permitirá realizar una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la avenida Industrial, tramo comprendido Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, Tacna-2020, mediante la evaluación del estado funcional de la carpeta asfáltica calzada derecha 16 unidades de muestreo y calzada izquierda 20 unidades de muestreo, utilizando la metodología del PCI, cuyos resultados obtenidos son $PCI_{derecho} = 16.67$, $PCI_{izquierdo} = 15.22$, del cual se obtiene el $PCI_{ponderado} = 15.95$, para todo el tramo de la vía investigada, considerando una clasificación del pavimento MUY MALO y en relación a la evaluación de la rugosidad internacional utilizando el rugosímetro de MERLIN, se obtiene resultados para calzada derecha $IRI = 7.43$ m/km, para calzada izquierda $IRI = 7.50$ m/km, del cual se obtiene para toda la vía $IRI_{ponderado} = 7.46$ m/km resultado que permite calificar al pavimento como MALO y la transitabilidad, también MALA.

Se concluye que, de acuerdo a la evaluación funcional y los resultados obtenidos, permite determinar el diseño de los espesores del pavimento como propuesta para la rehabilitación de la vía estudiada, considerando para ello una estructura de 36 cm, es decir 6 cm para la carpeta asfáltica y 30 cm para la base granular.

Palabras Claves: Falla funcional, Rehabilitación, Transitabilidad, Patologías, IRI y Rugosímetro de MERLIN.

ABSTRACT

The research work analyzes the functional state in the asphalt pavement of avenue Industrial, from the results obtained a design proposal is made in the thicknesses for the evaluated section, it has an approximate length of 1.6 km and a road width of 7.20 meters on each of the roads.

The objective of the research is to analyze the functional state that will make it possible to make a design proposal for the asphalt layer on Industrial avenue, section of Av. Hipólito Unanue - Av. Gustavo Pinto, Tacna-2020, by evaluating the functional state of the asphalt layer right road 16 sampling units and left road 20 sampling units, using the PCI methodology, the results obtained are right PCI = 16.67, left PCI = 15.22, from which the weighted PCI = 15.95 is obtained, for the entire section of the investigated road, considering a VERY BAD pavement classification and in relation to the evaluation of international roughness using the MERLIN roughness meter, results are obtained for right road IRI = 7.43 m / km, for left road IRI = 7.50 m / km , from which weighted IRI = 7.46 m / km is obtained for the entire road, a result that allows the pavement to be classified as BAD and the walkability, also BAD.

It is concluded that, according to the functional evaluation and the results obtained, it allows determining the design of the pavement thickness as a proposal for the rehabilitation of the studied road, considering a 36 cm structure for this, that is, 6 cm for the asphalt layer and 30 cm. for the granular base.

Key Words: Functional failure, Rehabilitation, Walkability, Pathologies, IRI and MERLIN Roughometer.

INTRODUCCIÓN

La importancia del análisis del estado funcional en el que se encuentra la avenida Industrial, contando con un plan de mantenimiento, conservación y rehabilitación, que brinde a los usuarios seguridad y confort. El análisis nace porque sirven de conectividad hacia el centro industrial de la ciudad de Tacna, con el ingreso principal a la ciudad de Tacna y los terminales terrestres nacional e internacional, la avenida investigada, tienen una longitud aproximada de 1.6 km y una sección de 7.20 metros la calzada, con 2 carriles por sentido de 3.60 m.

Mediante el análisis del estado funcional de la carpeta asfáltica, se identificaron y evaluaron las fallas presentes en la superficie de rodadura del pavimento. Existe una serie de metodologías para la evaluación de pavimentos, entre ellas utilizamos la metodología del PCI para evaluar fallas superficiales y estructurales, cuyos resultados permiten calificar el estado actual del pavimento. La otra metodología utilizada en la investigación es el rugosímetro de MERLIN para determinar el valor del IRI de ambos carriles y calcular el IRI promedio, que nos ayuda calcular el PSI para determinar la calificación y transitabilidad de la vía investigada.

Conociendo las condiciones del estado funcional en que se encuentra el pavimento flexible, los resultados obtenidos ayudan a proponer el diseño de espesores a utilizarse en la rehabilitación y/o reconstrucción en función al resultado desarrollado con el método del Instituto del Asfalto Norteamericano.

El trabajo de investigación está estructurado en 5 capítulos, en el primer capítulo identificamos la formulación del problema, los objetivos y la hipótesis; en el segundo capítulo, el marco teórico, donde se presentan los antecedentes, la base teórica y la definición de términos; en el tercer capítulo, la metodología de la investigación, donde se detalla el tipo y nivel de investigación, la población y muestra de estudio; cuarto capítulo, presentación de los resultados, análisis e interpretación, en el capítulo quinto la discusión acerca de los resultados obtenidos y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

El principal problema que tiene la ciudad de Tacna, considerando el distrito capital de Tacna, no cuentan con un plan de mantenimiento adecuado y ningún control actualizado de cómo se encuentran el estado funcional de las vías de su jurisdicción, lo que conlleva al rápido deterioro de la carpeta asfáltica, provocando molestias a los conductores y a los peatones.

Las calles y avenidas son muy importantes en el desarrollo socio económico de las ciudades, también el transporte es un elemento de influencia en la economía de un país, ya sean en las zonas urbanas y rurales. Por lo indicado se considera proyectar un plan de mantenimientos vial, un buen diseño y el proceso constructivo adecuado en la colocación de pavimentos, sin embargo, no está garantizado que desaparezcan los problemas en el tráfico de vehículos, si no se realiza un adecuado mantenimiento de las calles y avenidas.

En la actualidad, las avenidas son usadas para el transporte de personas y carga, por lo que las vías van presentando fallas, si la avenida no presenta un adecuado tratamiento y cuidado, la presencia de fallas en el pavimento puede alcanzar severidades altas que pueden requerir su reconstrucción en tiempos pequeños en relación a la vida útil.

Basado en el cálculo de la rugosidad internacional y el índice de condición en la avenida Industrial, el cual inicia en la avenida Hipólito Unanue y culmina en la avenida Gustavo Pinto, es una vía de doble calzada, dos carriles cada sentido y tiene una longitud aproximada de 1.6 Km. en la actualidad la avenida en estudio tiene una alta demanda de transporte público, privado y vehículos de carga, debido que es una vía principal que interconecta a la ciudad de Tacna con el Parque Industrial, distrito Alto de la Alianza, distrito de Ciudad Nueva y distrito de Pocollay, la calzada es de pavimento flexible lo cual va presentando una serie de patologías funcionales y estructurales que afecta la transitabilidad en la vía.

El tránsito vehicular en la avenida Industrial es una causa del nivel de desgaste por la fatiga, reflexión de grietas, exceso de cargas, mezclas muy rígidas, falta de soporte lateral de las bermas, y muchas otras que sufren la capa de rodadura del pavimento flexible, por ser una vía de conexión entre la ciudad de Tacna. Centro comercial Polvos Rosados, Terminal Terrestre e Internacional y el parque Industrial.

Se observa que la carpeta asfáltica de la avenida Industrial tiene daños considerables en ciertos tramos, por lo que identificar, determinar, y calcular será uno de los objetivos de la presente investigación, para proponer un diseño de espesores de la estructura del pavimento flexible.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el análisis funcional permitirá hacer una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, Tacna - 2020?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Qué cantidad de muestras serán necesarias para el análisis del estado funcional de la carpeta asfáltica de la vía existente, aplicando la metodología del PCI, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial?
- b) ¿Cómo el resultado de la rugosidad ayuda al análisis del estado funcional para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial?
- c) ¿Cómo una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica mejoraría la respuesta ante los requerimientos actuales en la Av. Industrial?

1.3 Justificación de la investigación

El método PCI viene a ser un método completo que ayuda a evaluar y calificar objetivamente los pavimentos flexibles y rígidos, dentro de las metodologías de conservación vial disponibles normados por el MTC. La metodología es de fácil aplicación e implementación y no requiere de herramientas especiales, por otro lado, la utilización del rugosímetro de MERLIN, es también de fácil aplicación el cual es autorizado por el Banco Mundial por su efectividad en sus resultados. Cuyos resultados ayudan a proponer un diseño de espesores para la estructura del pavimento flexible.

1.3.1 Justificación teórica

La investigación propuesta busca, mediante la teoría y los conceptos básicos de la aplicación de las metodologías del PCI, el método del uso de MERLIN, encontrar las explicaciones a situaciones que generan la incomodidad al momento de transitar por la avenida Industrial, los cuales afectan la comodidad, el confort, la seguridad y el medio ambiente.

1.3.2 Justificación práctica

El planteamiento del problema y los objetivos permite encontrar soluciones concretas a los problemas de la rugosidad y los índices de condición, para el planteamiento de una propuesta de diseño en la estructura del pavimento para una rehabilitación, mantenimiento y otros que sean considerados en el planteamiento de la solución de acuerdo a los resultados. Los afectados viene a ser los conductores debido a la presencia de una serie de fallas de alta severidad que se extienden en la capa de rodadura del pavimento flexible, los que generan desgaste o averías en las unidades que transitan por la vía, los cuales generan mayor consumo de combustibles y desgaste de sus unidades.

1.3.3 Justificación metodológica

Con respecto a la metodología, se utiliza o requiere el uso de las técnicas de investigación metodológica, y el cálculo en software

especializado para calcular la rugosidad internacional, el índice de condición en los pavimentos flexibles y la propuesta de diseño de espesores en el pavimento asfáltico. Los resultados de la investigación trascienden en su importancia por la contribución a las soluciones de mejora que se plantean para evidenciar las mejoras futuras.

1.3.4 Justificación social

Con respecto a la parte social, los afectados viene a ser los conductores y peatones, debido a que la avenida se encuentra en mal estado generando incomodidad al momento de transitar por la zona de investigación. Con ello se pretende conocer alternativas de solución para elevar el confort y seguridad para los involucrados.

En la actualidad se desconoce de mantenimientos ejecutados, estudios sobre el cálculo de rugosidad e índice de condición del pavimento en la avenida Industrial, los resultados de esta investigación sirvan como base para obtener soluciones diversas que ayudan a mejorar las condiciones del conductor y los peatones.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Analizar el estado funcional que permitirá realizar una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, Tacna – 2020.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar las unidades de muestreo y el estado funcional de la carpeta asfáltica de la vía existente, aplicando la metodología del PCI, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial.
- b) Calcular la rugosidad que ayuda al análisis del estado funcional para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, mediante el rugosímetro de MERLIN.

- c) Plantear una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica que satisfaga los requerimientos actuales de la Av. Industrial.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

El análisis del estado funcional que permite realizar una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, Tacna – 2020, influyen negativamente.

1.5.2 Hipótesis específicas

- a) La determinación de las unidades de muestreo permitirá conocer el estado funcional de la carpeta asfáltica de la vía existente, aplicando la metodología PCI, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial.
- b) La rugosidad calculada permitirá analizar el estado funcional, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, mediante el rugosímetro de MERLIN.
- c) El planteamiento de la propuesta de diseño de la carpeta asfáltica logrará satisfacer los requerimientos actuales de la Av. Industrial.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

Según, (Briceño, L; Narcizo,W., 2019) “Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO 93 y la del Instituto del Asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de Chuan parte baja, distrito de Julcán, provincia de Julcán, La Libertad”, desarrollado por Briceño Torres, Luis Alberto; Narcizo Burgos, Willy Jesús, Tesis que tiene como finalidad el diseño de la estructura del pavimento flexible por las metodologías de la American Association Of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), contemplando sus variables de diseño y procedimientos estipulados en sus guías. Para ello, primero se realizará un levantamiento topográfico del Camino Vecinal en estudio, posteriormente realizar un estudio de suelos con fines de pavimentación, el cual será útil para poder definir algunas variables de diseño, luego realizar el diseño y diseñar espesores de las capas que conforman el pavimento flexible, posteriormente realizar el Análisis comparativo entre los diseños realizados para determinar la Alternativa que ofrece mejores resultados en la zona de estudio. Se presenta la elaboración del diseño de Estructura de Pavimento Flexible mediante la metodología de la AASHTO y la del Instituto del Asfalto, en un contexto con propiedades mecánicas definidas; por tanto, los procesos de los diseños, pueden ser extrapolados a realidades con similares propiedades mecánicas y servir así de referencia científica para futuros proyectos.

Según, (Lozano, 2015) “Diseño óptimo dela estructura del pavimento flexible en la H.U.P Villa Victoria del distrito de Nuevo Chimbote, mediante el método del Instituto del Asfalto y AASHTO”, desarrollado por Lozano Paredes, David Ángel en el año 2015. Tesis desarrollada para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional del Santa-Chimbote, cuyo estudio indica que la política es elevar el nivel de vida de los pobladores de Nuevo Chimbote, con la ejecución de proyectos de infraestructura vial, por lo que es necesario contar con un diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible, utilizando para el diseño los métodos del instituto del asfalto y AASHTO. Una vez determinado los resultados por los métodos utilizados, se considera un

diseño de la estructura del pavimento flexible para la H.U.P. Villa victoria, considerando un espesor para el paquete estructural de 11.5 pulgadas, concreto asfáltico de 2.0 pulgadas, base granular de 5.5 pulgadas y subbase granular de 4.0 pulgadas.

Según (Onofre, S.; Sánchez, 2008) en su investigación se determinó el IRI, utilizando en la evaluación el perfilómetro ROMDAS Z-250, metodología que se utilizó para estudiar la regularidad superficial de la estructura, especialmente la capa de rodadura; por lo que fue necesario nivelar, calibrar y puesta en funcionamiento el ROMDAS Z-250, se obtiene datos de campo, valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el valor ponderado ayuda a determinar perfiles de la capa de rodadura.

Según (Hoffman, M.: Del Águila, P., 1885), la investigación estructural de pavimentos utilizados son ensayos no destructivos, los cuales ayudaron a interpretar las deflexiones presentes considerados en la investigación Para la investigación se utilizó una metodología simple para evaluar la función estructural del pavimentos, es decir la interpretación de las deflexiones, la evaluación se realizó con datos registrados durante la Supervisión de la Carretera Talara-Cancas. Esta metodología es implementada en diversos proyectos internacionales por Louis Berger International. Esta investigación cuenta con toda la información indispensable para medir, procesar, analizar e interpretar los datos presentes registrados por la metodología de evaluación estructural. Al mismo tiempo se registran datos de verificación y análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos que ayudan a la utilización de las metodologías propuestas.

Según, (Vergara, 2015), “Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay – Ingenio del KM 0+000 al KM 1+000, 2014”, desarrollado por Vergara Vicuña, Antony L. en el año 2015. Tesis desarrollada para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional del Centro del Perú, la investigación refiere a la aplicación de la metodología más conocida y utilizada de inspección visual. Metodología del PCI (Pavement Condition Index) que es el método más utilizado por su objetividad, fue necesario evaluar 1000 m. de la vía todas las fallas presentes, para con los resultados calificar el estado del pavimento. Considerando los resultados obtenidos se logra determinar el estado actual del pavimento, las fallas presentes y los valores del PCI que ayudan a determinar el tipo de mantenimiento y/o rehabilitación se debe efectuar, luego de ello el pavimento recuperara el buen

estado funcional, para generar adecuadas condiciones de comodidad y seguridad a los usuarios como su principal función.

Se trabajaron con 28 unidades de muestreo cuyos resultados obtenidos en % son: en el 36% de las unidades de muestreo los resultados califican al estado del pavimento MALO; en el 32% de unidades muestreo, califican al pavimento REGULAR; un 25% califica al pavimento MUY MALO y un 7% de las unidades de muestreo califican al pavimento BUENO. Considerando el total de las unidades de muestreo, en una longitud de 1,000 m. se calculó el PCI ponderado igual a 35, por lo tanto, la vía investigada presenta una calificación del pavimento MALO, cuyo resultado nos permite a determinar el tipo de intervención de debe realizar en el tramo investigado.

Según, (Almenara, 2015), “Aplicación de teléfonos inteligentes para determinar la rugosidad de pavimentos urbanos en Lima”, desarrollado por Carlos Ignacio Almenara Cueto, en el año 2015. Tesis desarrollada para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Pontificia Universidad Católica del Perú, sostiene que se determinó el índice de rugosidad internacional de la vía expresa en Lima, para el cual se utilizó el aplicativo Roadroid, también se analizó las variaciones de la velocidad al momento de obtener los registros y verificar si afecta a los resultados obtenidos del IRI.

En la investigación se determinó que el aplicativo Roadroid es una alternativa económica, favorable para la gestión vial, aplicativo que ayuda a llevar un control de variación de la rugosidad en el tiempo, que al final se considera importante en la toma de decisiones. La investigación concluyó que a mayor velocidad por encima de los 60km/h son recomendables para efectuar los ensayos, porque a esta velocidad los resultados se acercan más al IRI real.

Según, (Pari, 2010), “Estudio de la rugosidad en pavimentos asfálticos de la ciudad de Puno”, desarrollado por Pari Luque en el año 2010. Tesis desarrollada para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional del Altiplano, sostiene que el estudio se concentra en la evaluación del Índice de rugosidad internacional de la capa de rodadura asociado a la transitabilidad de la zona investigada, para ello se utilizó el Rugosímetro de MERLÍN, para obtener los datos de campo en las vías principales de la ciudad de Puno: Av. circunvalación, Av. El Ejército, Av. El Sol, Av. Floral, vía a Desaguadero y vía a Juliaca, las vías son de pavimento flexible. La investigación analizó la importancia que tiene la determinación del IRI, por que ayuda a determinar qué

tipo de mantenimiento será necesario realizar en las principales vías de la ciudad de Puno, por los resultados obtenidos rugosidad en la capa de rodadura, propios de un inadecuado proceso constructivo.

Al realizar la evaluación utilizando el rugosímetro de MERLIN, podemos determinar valores del Índice de Rugosidad Internacional para las vías estudiadas, los IRI determinados ayudan a calcular la Serviciabilidad y/o transitabilidad presente en las vías principales estudiadas de la ciudad de Puno.

Según, (Montoya, 2013), “Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en el Perú”, desarrollado por José Montoya Goicochea en el año 2013. Tesis desarrollada para obtener el grado académico de Maestro en ingeniería por la Universidad de Piura, sostiene que la evaluación del Índice de Rugosidad Internacional en una investigación, a partir los resultados se considera mecanismos para determinar las tolerancias para el control de la rugosidad internacional que debe considerarse en los contratos de las concesiones viales. La estrategia de la investigación como objetivo es la de relacionar los valores del IRI para el diseño geométrico de la vía.

La investigación concluye que conociendo una relación importante entre los valores de IRI de diseño y la geometría de la vía, ayudará a considerar importantes exigencias técnicas los cuales deben considerarse en los términos de referencia para desarrollar expedientes técnicos para ejecución de carreteras y también las concesiones viales.

Según, (Pomasonco de la Cadena, 2010), “Evaluación de la transitabilidad utilizando el rugosímetro de MERLIN monitoreo de conservación carretera cañete-Huancayo Km.110+000 al Km. 112+000”, desarrollado por Roberto Carlos Martin Pomasonco de la Cadena en el año 2010, la investigación sostiene que tiene como base la obtención del IRI (Índice de rugosidad internacional), lo cual permitirá calcular la condición de uso de la vía (PSI) y con este valor obtendremos la calidad de servicio brindado, es decir, la transitabilidad.

También plantea la necesidad de tomar la transitabilidad como un indicador que permita relacionarse con las acciones de conservación y rehabilitación de la vía y su eficacia en el tiempo.

El problema planteado en esta tesis es obtener una variable de evaluación de la transitabilidad representativa para el tipo de vía en estudio. Se planteará el uso del IRI para esta evaluación, siendo el IRI un indicador que se relaciona más con el confort de la vía, y la transitabilidad se refiere a la capacidad de la vía para

estar operativa.

Por este motivo se analizarán dos métodos con los cuales obtendremos la caracterización del tramo asignado, obteniendo resultados que evidencien el estado de transitabilidad de la vía.

Finalmente se obtendrán los resultados de la evaluación con ambos métodos y concluiremos los beneficios de cada uno de ellos respecto al tipo de vía en estudio. Con estos resultados se busca dar a conocer metodologías que se ajusten mejor a las diversas condiciones y realidades en que se encuentran nuestras carreteras en nuestro país y así poder aplicarlos.

Según, (Medina, R.; Farro, D., 2018), "Evaluación superficial y de rugosidad del pavimento en la Av. Circunvalación Oeste, tramo: Óvalo Transportes – Óvalo Cuzco, distrito de Tacna, provincia de Tacna, Tacna – 2017", desarrollado por Richard Ángel Medina Chahuare y Diego Alonso Farro Velarde en el año 2018, la investigación sostiene que tiene la metodología del PCI y método de la rugosidad de MERLIN, se midió la regularidad superficial y la evaluación superficial usando los métodos indicados, llegando a la conclusión después de haber realizado el cálculo de los datos para conocer el IRI, los datos levantados en campo por el rugosímetro de MERLIN y la evaluación funcional de la superficie del pavimento utilizando la metodología del PCI, obtienen como resultado una calificación del pavimento "MALO" considerando los carriles derecho e izquierdo, los resultados consideran al carril derecho como el más crítico. Finalmente, las fallas superficiales presentes en la vía investigada presentan una severidad alta, de la evaluación se concluye que la causa de la presencia de fallas es por la falta de cultura en el mantenimiento de las vías, se ha verificado no presenta algún tipo de mantenimiento solo se visualiza algunos parcheo en zona de extremo daño. Se debe considerar un plan de mantenimiento por ser una de las vías longitudinales más transitadas.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Análisis funcional de pavimento flexible

Al enfocarnos en el análisis funcional de una estructura vial, haremos referencia a su capa de rodadura y cómo ésta se ve afectada en la zona de implantación de la infraestructura y como los medios ambientales lo afectan. La superficie funcional por efectos del tránsito y

clima presenta patologías, lo que origina presencia de fallas, en pavimentos flexibles se generan 19 formas de fallas presentes en la superficie del pavimento, la presencia de fallas provoca congestión vehicular e inseguridad en el viaje por lo que provocan elevación de costos en la operación de los vehículos. (Hurtado, 2016)

2.2.2 Transitabilidad

La definición de la "transitabilidad" en el Perú considera como una situación de "disponibilidad de uso". Es decir una carretera o camino está a disposición para su uso, caso contrario podríamos decir, que está abierto para el tránsito vehicular, existe la posibilidad de perder la transitabilidad como consecuencia de deterioros por fuerzas de la naturaleza, podríamos indicar los deslizamientos de materiales, como los huaycos, desprendimiento de rocas, pérdidas de la plataforma, erosiones causadas por ríos, caída de puentes, son problemas generados por la naturaleza y justamente son los que provocan impactos negativos en la vida de la población y sucede generalmente en periodos de lluvias. (Pomasonco de la Cadena, 2010)

2.2.3 Serviciabilidad

La serviciabilidad es lo que perciben del nivel de servicio del pavimento. Por ello la medición de la percepción es de importancia porque ayuda a la calificación del estado funcional del pavimento.

La medición del estado funcional del pavimento considera no entendible la definición conceptual porque dependerá de la evaluación que se realice, si lo que es necesario considerar, evaluación estructural, o condición funcional de su capa de rodadura. Aun este solucionado, siempre será necesario la utilización de herramientas y metodologías para la evaluación, los resultados no serán comparables con las mediciones efectuadas por otro investigador, ni entre un pavimento y otro.

Para determinar la serviciabilidad del pavimento se utiliza el PSI presente, el resultado ayuda a determinar la condición funcional del pavimento, las definiciones fueron desarrollados en el año 1957, por el equipo técnico de la AASHO. Los valores del PSI son establecidos por una escala que varía de 0 a 5. (Pomasonco de la Cadena, 2010)

Tabla 1*Escala de índice de serviciabilidad*

Índice de Serviciabilidad	Calidad
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

*Nota: Guía AASHTO***2.2.4 Cálculo de la serviciabilidad y transitabilidad mediante el IRI**

Es necesario obtener los datos de campo para un tramo de estudio de acuerdo a los intervalos de desviaciones, luego se procede al cálculo del rango "D" para apreciar la distribución de las frecuencias de las lecturas obtenidas y aplicar el factor de corrección correspondiente a la calibración del equipo. (Sologorre, 2005)

Tabla 2*Transitabilidad mediante el IRI*

PSR	Transitabilidad
0-1	Muy mala
1-2	Mala
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

Nota: (Sachún, 2016)

2.2.5 Rugosidad

Son las irregularidades presentes en la capa de rodadura del pavimento, la cual influye directamente en el deterioro de las calles y carreteras, por lo que afecta negativamente en la calidad de rodado, seguridad y costo de operación del vehículo.

El Banco Mundial considera un valor para la rugosidad IRI, cuyos valores se encuentran desde 0 (pavimento ideal) hasta 12 (carretera intransitable) normalmente. Esta escala de valores, es usada internacionalmente, porque permite conocer la rugosidad de la capa de rodadura del pavimento considerando el IRI ponderado, el cual es medido a lo largo de todo un tramo en estudio.

2.2.6 Causas posibles de la Rugosidad

La rugosidad presente en la capa de rodadura de un pavimento, tanto nuevos como antiguo, se generan por la falta de cultura en mantenimiento preventivo, falta de medidas de control y lo generado en los procesos constructivos de una carretera, teniendo como resultado presencia de las deformaciones.

2.2.7 Factores que afectan la rugosidad de los pavimentos

Presencia de factores que pueden afectar la rugosidad en la capa de rodadura del pavimento, los más conocidos son:

- Vida útil del pavimento.
- Volumen de tráfico vehicular.
- Espesores del pavimento.
- El SN.
- Factores del pavimento asfáltico: vacíos con aire, gravedad específica y el contenido de asfalto.
- Factores ambientales: Temperatura promedio, precipitaciones pluviales (días de lluvia), índice de congelamiento, días con temperatura superior a 32°C.
- Factores de la base granular, el contenido de humedad y el % de material que pasa la malla 200.
- Factores de la sub rasante como el índice de plasticidad, contenido de humedad, contenido de limos y arcillas, y % de material que pasa la malla 200.
- Extensión y severidad de las fallas en el pavimento.

2.2.8 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

La sociedad americana de ensayos y materiales (ASTM) en la norma E-867 define la rugosidad como la desviación de la superficie del pavimento respecto a una superficie plana que afecta la dinámica de los vehículos, la calidad de los viajes, las cargas dinámicas y el drenaje. La rugosidad también puede ser definida como la distorsión de la superficie de la vía que causa aceleraciones verticales indeseables contribuyendo a la incomodidad del viaje (Perera & Kohn, 2002).

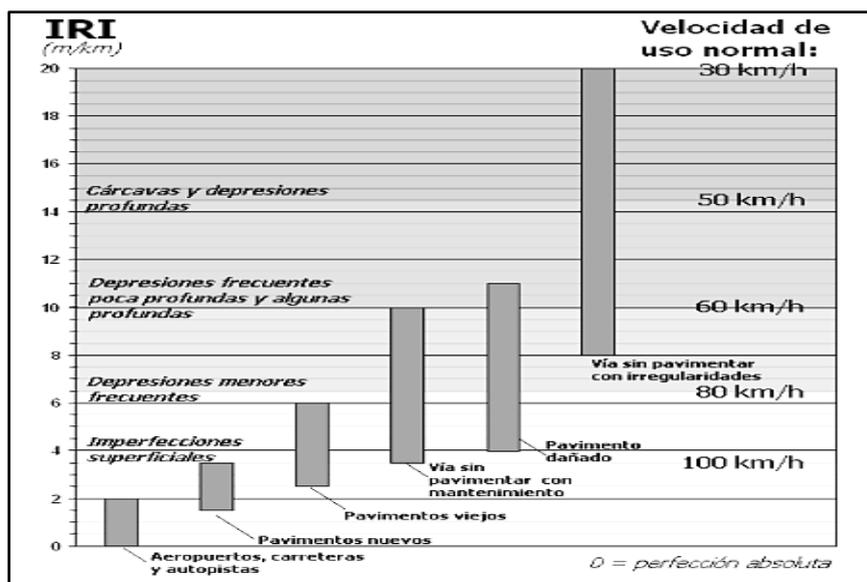
El IRI es una escala de la regularidad superficial de una vía, propuesta por el Banco Mundial como estadística estándar de la rugosidad que determina la influencia del perfil longitudinal de la carretera en la calidad de la rodadura, se expresa en metros por kilómetros. (Sayers, Michel; Karamihias, Steven, 1998).

2.2.9 Escalas y características del IRI

El IRI considera unidades de mm/m, m/km o in/mi, y estas varían de 0 a 20 m/km o 0 a 126 in/mi (rugosidad 0 m/km, carretera ideal y 20m/km carretero deteriorado).

Figura 1

Escala estándar empleada por el Banco Mundial para clasificar los caminos según su IRI



Nota: Banco Mundial

Tabla 3*Valores de IRI (m/km) utilizados internacionalmente*

País	Bueno	Regular	Malo	Rechazo	Recepción
EE.UU	< 2.4	2.4 – 4.7	> 4.7		
España	0 – 2.5	2.5 – 4.0	> 5.0	2.85	1.85
Chile	0 – 3.0	3.0 – 3.6	> 4.0	2.50	2.5
Honduras	< 3.5	3.5 – 6.0	> 6.0		
Uruguay	< 3.9	4.0 – 6.0	> 4.6		

*Nota: (Alvarenga, 2002)***2.2.10 Rugosímetro MERLIN**

Instrumento ligero, práctico, sencillo y en especial económico, ideado especialmente para el uso en Latinoamérica es decir en países emergentes. Fue introducido al Perú en 1993, existiendo para junio 1999) más de 15 unidades pertenecientes a otras tantas empresas constructoras y consultoras.

El método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 1. La correlación de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un coeficiente de determinación prácticamente igual a la unidad ($R^2=0.98$). Por su gran exactitud, sólo superado por el método topográfico (mira y nivel), algunos fabricantes de equipos tipo respuesta (Bump Integrator, Mays Meter, etc.) lo recomiendan para la calibración de sus rugosímetros.

Figura 2

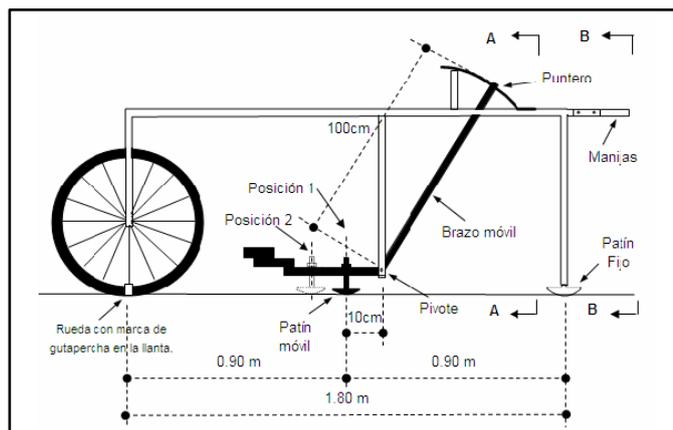
Metodología para la determinación de la rugosidad, uso del Rugosímetro Merlín



Nota: Elaboración propia

Figura 3

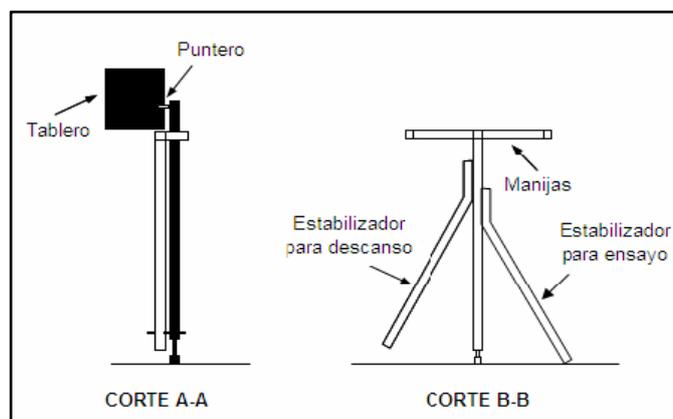
Detalles del instrumento MERLIN



Nota: (Del Aguila, 1999)

Figura 4

Detalles del instrumento MERLIN



Nota: (Del Aguila, 1999)

El MERLÍN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. El desplazamiento es conocido como “la desviación con respecto a la cuerda promedio”.

El MERLÍN tiene dos pies, separados uno de otro una distancia de 1.8m, el cual se apoya en la superficie del camino cuya rugosidad será medida a lo largo de la wheeltrack (marca hecha por las ruedas).

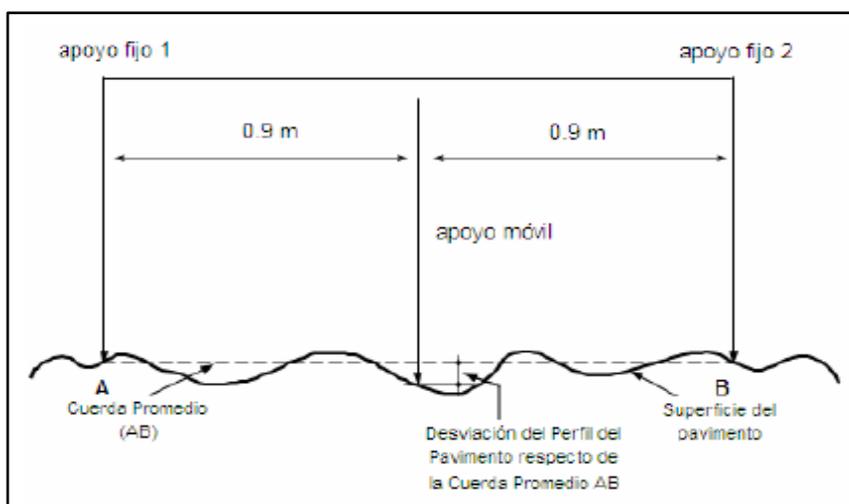
Un patín de prueba móvil se pone a media-vía sobre la superficie de camino entre los dos pies y el MERLÍN mide la distancia vertical “y” entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante que une la base de los dos pies.

El resultado se registra en un formato montado sobre la máquina, tomando medidas repetidas a lo largo de la huella de la rueda cuando se han completado las observaciones, se remueve el formato, en el cual se habrá generado un histograma.

El “ancho” del histograma (D), expresado en milímetros representa la rugosidad en la escala de MERLÍN. (Del Aguila, 1999).

Figura 5

Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio AB



Nota: (Del Aguila, 1999)

Aproximadamente en la parte central del elemento horizontal, se proyecta hacia abajo una barra vertical que no llega al piso, en cuyo extremo inferior pivotea un brazo móvil.

El extremo inferior del brazo móvil está en contacto directo con el piso, mediante un patín emperrado y ajustable, el cual se adecua a las imperfecciones del terreno, mientras que el extremo superior termina en un puntero o indicador que se desliza sobre el borde de un tablero, de acuerdo a la posición que adopta el extremo inferior del patín móvil al entrar en contacto con el pavimento.

La relación de brazos entre los segmentos extremo inferior del patín móvil-pivote y pivote-puntero es 1 a 10, de manera tal que un movimiento vertical de 1 mm, en el extremo inferior del patín móvil, produce un desplazamiento de 1 cm del puntero.

Para registrar los movimientos del puntero, se utiliza una escala gráfica con 50 divisiones, de 5 mm de espesor cada una, que va adherida en el borde del tablero sobre el cuál se desliza el puntero. (Del Aguila, 1999)

Figura 6

Escala para determinar la dispersión de las desviaciones de la superficie de pavimento respecto a la cuerda promedio



Nota: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999

2.2.11 Modo de Uso

Para la ejecución de los ensayos se requiere de dos personas que trabajen conjuntamente, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que los anota. Asimismo, debe seleccionarse un tramo de 400m de longitud, sobre un determinado carril de una vía. Las mediciones se efectúan siguiendo la huella exterior del tráfico.

Para determinar un valor de rugosidad se deben efectuar 200 observaciones de las “irregularidades que presenta el pavimento” (desviaciones relativas a la cuerda promedio), cada una de las cuales son detectadas por el patín móvil del MERLÍN, y que a su vez son indicadas por la posición que adopta el puntero sobre la escala graduada del tablero, generándose de esa manera las lecturas. Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2m de distancia, en la práctica esto se resuelve tomando como referencia la circunferencia de la rueda del MERLÍN, que es aproximadamente esa dimensión, es decir, cada ensayo se realiza al cabo de una vuelta de la rueda.

En cada observación el instrumento debe descansar sobre el camino apoyado en tres puntos fijos e invariables: la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador para ensayo. La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotará en un formato de campo, tal como es mostrado en la figura. El formato consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas; empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. (Del Aguila, 1999)

Figura 7

Formato para recolección de datos de campo

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : _____ OPERADOR : _____
 SECTOR : _____ SUPERVISOR : _____
 TRAMO : _____ FECHA : _____
 CARRIL : _____

ENSAYO N° KM + HORA :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											TIPO DE PAVIMENTO :
2											AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3											BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4											BASE IMPERMEADA <input type="checkbox"/>
5											TRAT. RECAPA <input type="checkbox"/>
6											CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
7											CARP. EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
8											RECAPAS ASFALTICO <input type="checkbox"/>
9											BELLO <input type="checkbox"/>
10											OTROS <input type="checkbox"/>
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

OBSERVACIONES : _____

Nota: (Del Aguila, 1999)

2.2.12 Cálculo de la Rugosidad

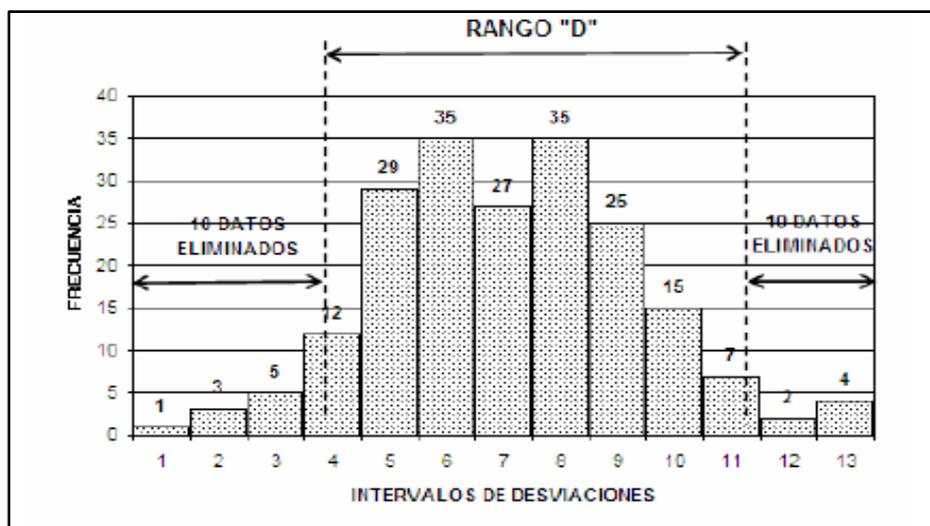
Como se ha explicado, para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea una escala arbitraria de 50 unidades colocada sobre el tablero del rugosímetro, la que sirve para registrar las doscientas posiciones que adopta el puntero del brazo móvil. La división N^a 25 debe ser tal que corresponda a la posición central del puntero sobre el tablero cuando el perfil del terreno coincide con la línea o cuerda promedio. En la medida que las diversas posiciones que adopte el puntero coincidan con la división 25 o con alguna cercana (dispersión baja), el ensayo demostrará que el pavimento tiene un perfil

igual o cercano a una línea recta (baja rugosidad). Por el contrario, si el puntero adopta repetitivamente posiciones alejadas a la división N°25 (dispersión alta), se demostrará que el pavimento tiene un perfil con múltiples inflexiones (rugosidad elevada).

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLIN se analiza calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero, la cual puede expresarse, para fines didácticos, en forma de histograma (Figura siguiente). Posteriormente se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), luego de descartarse el 10% de datos que correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas. En la práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior. (Del Aguila, 1999).

Figura 8

Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva



Nota: (Del Aguila, 1999)

Efectuado el descarte de datos, se calcula el “ancho del histograma” en unidades de la escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos. En la Figura 15, por ejemplo, en el extremo inferior del histograma, se tiene que por efecto del descarte de los 10 datos se eliminan los intervalos 1, 2 y 3, y un dato de los doce que pertenecen al intervalo 4, en consecuencia,

resulta una unidad fraccionada igual a $11/12=0.92$. Caso similar sucede en el extremo superior del histograma, en donde resulta una unidad fraccionada igual a $3/7=0.43$. Se tiene en consecuencia un Rango igual a $0.92+6+0.43 = 7.35$ unidades. (Del Aguila Rodriguez, 1999)

El Rango D determinado se debe expresar en milímetros, para lo cual se multiplica el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros. (Del Aguila Rodriguez, 1999)

$$\text{Rango D} = 7.35 \times 5\text{mm} = 36.75\text{mm.}$$

Factor de corrección.

$$\text{F.C.} = (\text{EP} \times 10) / (\text{Li} - \text{Lf}) \times 5 \quad [1]$$

Donde:

EP = Espesor de la pastilla

Li = Posición inicial del puntero.

Lf = Posición final del puntero.

Cálculo del Rango D corregido.

$$\text{Dc} = \text{D} \times \text{FC} \quad [2]$$

Calculo de IRI

$$\text{IRI} = 0.593 + 0.047\text{Dc} \quad [3]$$

2.2.13 Metodología Pavement Condition Index (PCI)

El índice de condición del pavimento, (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos flexibles y rígidos, dentro de los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales son mencionadas más adelante.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. (Vásquez, 2002)

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

Tabla 4

Rangos de clasificación del PCI

PCI	clasificación
100-85	excelente
85-70	muy bueno
70-55	bueno
55-40	regular
40-25	malo
25-10	muy malo
10-0	fallado

Nota: (Vásquez, 2002)

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establece CLASE, SEVERIDAD Y CANTIDAD que cada daño representa. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños y su relación con las cargas o con el clima. (Vásquez, 2002)

2.2.14 Severidad

La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión, entre más severo sea el daño, mas importante deberán ser las medidas para su corrección. De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje, ósea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito:

BAJO (L): Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y confort. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero no provoca incomodidad.

MEDIO (M): Se producen vibraciones o salto significantes, que hacen necesario reducir la velocidad por seguridad y confort. Saltos individuales o continuos que producen molestias.

ALTO (H): Excesivas vibraciones que hacen reducir considerablemente la velocidad por razones de comodidad y seguridad. Saltos individuales que producen gran molestia y peligro o daño severo vehicular.

2.2.15 Extensión

Para el trabajo de campo la vía se divide en secciones, en ningún caso debe exceder el rango de 230m²+ 93 m².

2.2.16 Determinación de unidades de muestreo para evaluación (Vásquez, 2002)

Para obtener un valor estadísticamente adecuado, el número mínimo de unidades de muestra “n” a ser inspeccionadas en una sección dada, es calculado empleando la ecuación y redondeando el valor obtenido de “n” al próximo número entero mayor.

$$n = \frac{Nx\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1) + \sigma^2} \quad [4]$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e= 5%).

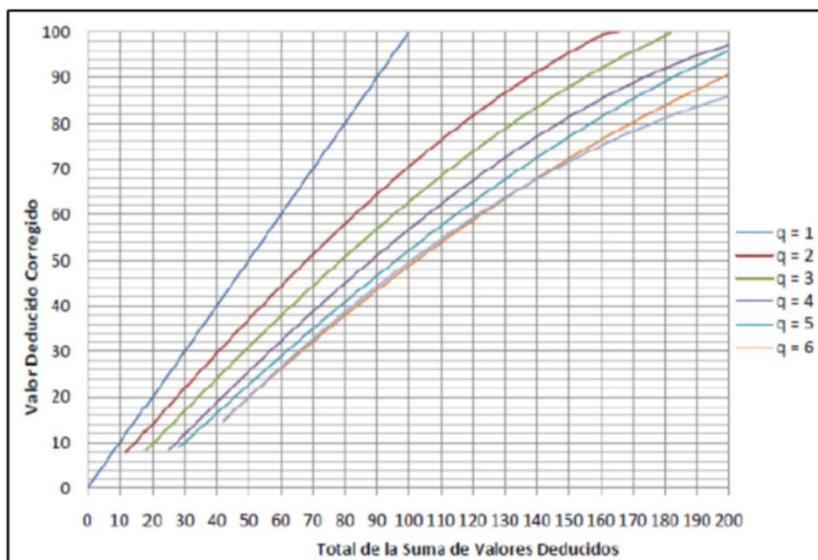
σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades, se asume valor 10 para pavimento flexible y 15 para pavimento rígido.

Cuando el número de unidades de muestreo sea inferior a 5, se deben tomar la totalidad de las unidades para ser evaluadas.

Nota: (Vásquez, 2002)

Figura 10

Curvas de corrección del Valor Deducido para pavimento flexible



Nota: Manual de Evaluación de pavimentos.

2.2.21 Determinación PCI de unidades de muestreo

El máximo valor deducido corregido (VDC) nos permitirá hallar el PCI haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \max. CDV \quad [7]$$

Dónde:

Max. VDC = Máx. CDV = Máximo valor deducido corregido

PCI = Índice de condición de pavimento.

2.2.22 Determinación PCI de sección. (Vásquez, 2002)

Si todas las unidades de muestreo son inventariadas o si todas las unidades de muestra inspeccionadas son escogidas en forma aleatoria, entonces el PCI de la sección es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra inspeccionadas.

$$PCIs = PCIr = \frac{\sum_{i=1}^n (PCIr_i \times Ari)}{\sum_{i=1}^n Ari} \quad [8]$$

Dónde:

PCIr = PCI ponderado del área de las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria.

PCI_{ri} = PCI de la unidad de muestra aleatoria "i"

A_{ri} = Área de la unidad de muestra aleatoria "i"

n = Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

2.2.23 Clasificación del pavimento según el PCI

Se resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI calculado para cada vía. Se aprecia además el estado del pavimento asociado a este mismo valor.

Tabla 5

Intervención de acuerdo al PCI

PCI	estado	intervención
0 – 30	malo	reconstrucción
31 – 70	regular	rehabilitación
71 -100	bueno	Mantenimiento

Nota: (Shahin, 2005)

Tabla 6

Rango de Clasificación del PCI - Norma ASTM D6433-16.

rango	clasificacion	color sugerido
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy Bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10-0	Fallado	

Nota: American Society for Testing and Materials - (ASTM D6433, 2016)

2.2.24 Método de diseño Instituto del Asfalto Norteamericano

El procedimiento propuesto por el instituto del Asfalto como metodología de diseño de los pavimentos flexibles, se refiere básicamente a caminos y carreteras, consiste en determinar el espesor de la estructura del pavimento, de acuerdo a los siguientes datos:

- Volumen de tránsito a prever (NTD).
- Parámetro que representa la resistencia y deformabilidad del material de apoyo o terracería CBR.
- Calidad general de los materiales disponibles.
- Procedimientos previstos para la construcción.

2.2.24.1 Cálculo del tránsito diario inicial (TDI)

Para tal propósito, deberá comenzarse por establecer con base en estudios previos de tránsito, el número medio diario de vehículos que se han de esperar en el camino, durante el primer año de su operación. $TDI = TDPA$.

2.2.24.2 Cálculo del número promedio diario de vehículos pesados en el carril de diseño en una dirección (N)

Con base en datos de aforo y clasificación vehicular del tránsito valido al caso, ha de determinarse también él % de vehículos pesados que existirá en el primer año, llegando incluso a definir cuanto de ese % corresponde al carril de diseño.

El propio Instituto del Asfalto, indica cual es la distribución de vehículos pesados que conviene considerar en el carril de diseño, en los diferentes casos.

$$N = TDI \times A/100 \times B/100 \quad [9]$$

En donde:

A = % de camiones pesados en dos direcciones.

$$A = (\sum VP/TDPA) \times 100 \quad [10]$$

B = es el % de camiones pesados en el carril de diseño y se obtiene su valor del cuadro.

Tabla 7

% del tránsito total de vehículo pesado en dos direcciones que se considera en carril de diseño

% del tránsito total de vehículo pesado en dos direcciones a considerar en el carril de diseño	
Nº Total de carriles en la carretera	% de camiones a considerar en el carril de diseño
2	50
4	45 (oscila entre 35-48)
6 o más	40 (oscila entre 25-48)

Nota: (Velasquez, Manual del Asfalto, 1978)

2.2.24.3 Cálculo del peso promedio de los vehículos pesados (Ppc)

$$Ppc = \frac{\sum (\text{N}^\circ \text{ de vehículos pesados}) (\text{peso total de vehículos})}{\sum VP} \quad [11]$$

2.2.24.4 Límite de carga legal por eje sencillo, establecido por el MTC

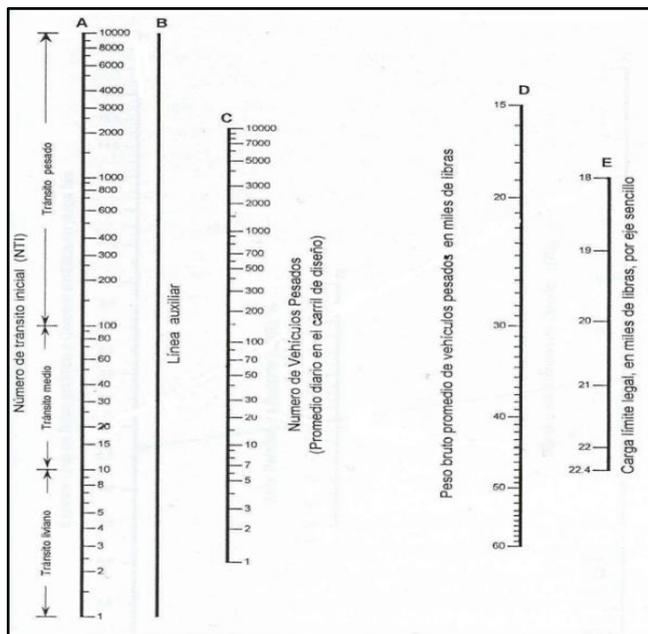
Se utiliza como estándar un eje sencillo, soportando una carga total de 8.2 Ton. (18,000 lb), es decir 4.1 Ton por rueda.

2.2.24.5 Cálculo del número de transito inicial (NTI)

Con toda la información anterior podrá establecerse el número de transito inicial (NTI), haciendo uso del nomograma siguiente:

Figura 11

Nomograma para calcular NTI



Nota: (Velasquez, Manual del Asfalto, 1978)

2.2.24.6 Cálculo del número de transito de diseño (NTD)

Con el periodo de diseño del pavimento considerado, que será usualmente de 20 años y la tasa de crecimiento anual de tránsito, podrá buscarse en la tabla de factores de corrección del NTI, el factor de corrección que deberá aplicarse al NTI, de manera que el producto de las cantidades, es el número de transito de diseño (NTD) que figura en el nomograma de espesor total de cubrimiento.

$$NTD = (NTI) \times (\text{Factor de corrección}) \quad [12]$$

Tabla 8

Factores de ajuste al NTI

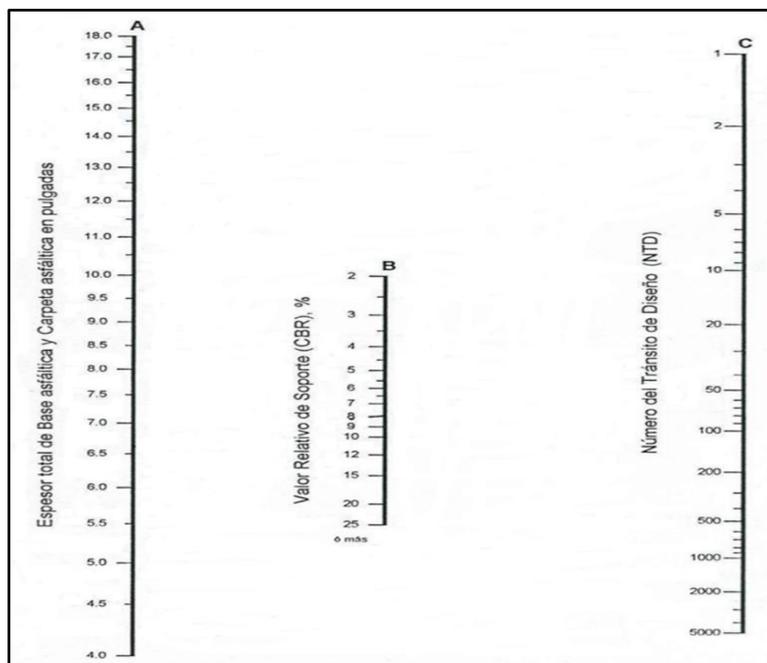
Periodo de diseño (años)	% de crecimiento anual				
	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57

10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.60	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22

Nota: (Velasquez, Manual del Asfalto, 1978)

Figura 12

Determinación del espesor del pavimento



Nota: (Velasquez, Manual del Asfalto, 1978)

2.2.24.7 Cálculo del espesor mínimo de carpeta asfáltica

Mediante el cuadro se obtiene el espesor mínimo de carpeta asfáltica, requerido por un determinado tipo de base.

Tabla 9*Espesores mínimos de carpeta*

Valor de tránsito para diseño	Espesor mínimo de carpeta asfáltica sobre base de concreto asfáltico
Menor de 10 (tránsito reducido)	1 " (2,50 cm.)
Entre 10 y 100 (tránsito mediano)	1 ½" (3,80 cm.)
Mayor de 100 (tránsito intenso)	2 " (5,0 cm.)

Nota: (Velasquez, Manual del Asfalto, 1978)

2.2.24.8 Relación de capas de la estructura del pavimento

El espesor real de la base, se obtiene multiplicando el espesor de la base granular, por un factor que se obtiene del siguiente cuadro.

Tabla 10*Relación de capas de la estructura del pavimento*

Capas convencionales	Relación
Entre base granular y base de concreto asfáltico	2.00 : 1.00
Entre sub base granular y base de concreto asfáltico	2.70 : 1.00
Entre sub base y base granular	1.35 : 1.00

Nota: (Velasquez, Manual del Asfalto, 1978)

2.3 Definición de Términos

2.3.1 Falla Funcional

Se tratan de deficiencias superficiales que se presentan en la carpeta asfáltica, las fallas pueden surgir por la condición de la zona, tráfico, intemperismo entre otros. En algunos casos las fallas funcionales que no han recibido algún tratamiento, pueden con el tiempo convertirse en falla estructural.

2.3.2 Rehabilitación

Actividades con el que se busca mejorar o restaurar las condiciones actuales presentes en la edificación, pavimento, puentes, etc. El objetivo es recuperar su funcionalidad extendiendo así su vida útil.

2.3.3 Transitabilidad

Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.

2.3.4 Patologías

Lesiones, fallas o daños presentes en las obras como edificaciones, puentes, carreteras, etc. Pueden surgir en la etapa de construcción o por agentes atmosféricos, ocasionando problemas durante o después de la construcción; también pueden provocar pérdidas económicas y a veces humanas cuando es de alta severidad.

2.3.5 Iri

Índice de Rugosidad Internacional, es el parámetro que mide el estado más característico de la condición funcional de la capa de rodadura de un pavimento.

2.3.6 Rugosímetro De Merlin

Instrumento diseñado específicamente para la medición de la rugosidad del pavimento, siendo una variación del perfilómetro estático. Acabado en pintura electrostática de color amarillo y negro. Plegable, para fácil embalaje y transporte.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de la investigación es aplicada, se caracteriza porque busca la aplicación de conocimientos y se encuentra vinculada con el diseño de campo, cuando se realiza en un ambiente natural, en el que no hay manipulación de variables.

3.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se refiere a la manera en cómo se dará respuesta a las interrogantes formulada en la investigación y dichas maneras están relacionadas con la definición de estrategias a seguir en la búsqueda de solucionar al problema planteado, utilizando estrategias de investigación documental y la investigación de campo; es decir profundizar el conocimiento de trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos, por otro lado la recolección de datos directamente de los investigadores o en la realidad en donde ocurren los hechos sin manipular o controla la variable.

3.1.3 Nivel de la investigación

La investigación es descriptiva - exploratoria, porque implica observar y describir eventos con la finalidad de orientar a lograr un nuevo conocimiento de manera sistémica y metódica, con el único objetivo de ampliar el conocimiento, y exploratorio, porque pretende ahondar con la investigación alcances poco antes estudiada, estableciendo prioridades para futuras investigaciones. La base de la investigación está en la toma de datos en campo a través de un formato de evaluación de registro, cuyos resultados se representan en formatos de cálculo, diagramas de sectores y gráficos de barras.

3.2 Población y/o muestra de estudio

3.2.1 Población

La población para la investigación es la avenida Industrial, zona muy importante por parte del sector industrial, comercial y comunicación del Parque Industrial, que interconecta con la población de Tacna, se encuentra entre la avenida Hipólito Unanue y avenida Gustavo Pinto, actualmente las vías de acceso en determinados sectores se encuentran en malas condiciones, perjudicando la transitabilidad, seguridad y confort del usuario.

3.2.2 Muestra

La muestra de estudio es la Av. Industrial, específicamente en el tramo Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto; las cuales presentan fallas que vienen afectando la superficie del pavimento flexible. Actualmente la avenida no recibe ningún mantenimiento por parte de las entidades encargadas de su administración.

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variable dependiente:

Diseño de la carpeta asfáltica

- Definición conceptual
Determinación de los espesores de cada capa que constituye la sección estructural del pavimento, la cual permitirá soportar las cargas durante un periodo de tiempo determinado.
- Definición operacional
Ejecución de obras necesarias para la mejora o recuperación de la calidad de una carretera y elevar el estándar de la vía.

Indicadores:

- Metodología de diseño Instituto del Asfalto Norteamericano.
- CBR
- Índice Medio Diario
- Numero de Transito Diario Anual.
- Numero de Transito Inicial

- Numero de Transito de Diseño
- Espesor total de la estructura del pavimento.
- Espesores mínimos de carpeta asfáltica.
- Espesores de la estructura del pavimento.

3.3.2 Variable Independiente:

Análisis de estado funcional

Cálculo de la rugosidad

- Definición conceptual
La rugosidad medida por el rugosímetro de MERLIN determina el estado de conservación del pavimento flexible.
- Definición operacional
IRI, Índice de rugosidad internacional, cuyo rango va de 0 (un pavimento ideal, sin ninguna imperfección) hasta 12 (una carretera completamente intransitable) normalmente.

Indicadores:

- Rugosidad
- Rugosímetro de MERLIN.
- Esquema del rugosímetro.
- Escala y característica del IRI
- Cálculo del índice de rugosidad.

Cálculo del Índice de Condición

- Definición conceptual
Conjunto de actividades que se realizan para mantener en buen estado las condiciones físicas de los elementos que constituyen la vía.
- Definición operacional
Las actividades de conservación del pavimento es evitar el deterioro físico prematuro, y sobre todo mantener el pavimento en condiciones operativas.

Indicadores

- Método Pavement Condition Index (PCI).

- Tipos
- Severidad
- Extensión
- Calculo de los valores deducidos
- Calculo del número máximo admisible de valores deducidos (m).
- Determinación PCI de unidades de muestreo.
- Determinación PCI de sección.

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. Materiales y/o instrumentos

3.4.1 Técnicas

La metodología y técnicas utilizadas es el uso del Rugosímetro de MERLIN, el uso de la metodología del PCI y el uso de la metodología para diseño de espesores del Instituto del Asfalto Norteamericano, para la obtener los datos de campo y calcular la rugosidad el índice de condición para finalmente realizar una propuesta de diseño de espesor de la carpeta asfáltica, en la avenida Industrial, tramo que comprende Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto.

Para la elaboración de la investigación se procede con la búsqueda de la avenida que cumpla con las condiciones necesarias para ser analizada, referidos al estado funcional mediante el conocimiento del índice de rugosidad internacional, índice de condición, para conocer el estado de conservación del pavimento flexible. Una vez realizado el trabajo de campo se pasa a gabinete a realizar los cálculos para determinar la rugosidad y el índice de condición, para la calificación del estado del pavimento y luego realizar una propuesta de diseño del espesor de la carpeta asfáltica, utilizando las metodologías indicados.

3.4.2 Instrumentos

- Rugosímetro de MERLIN.
- Laboratorio, cálculo de CBR
- Aforo vehicular, cálculo de IMD
- Ficha o formulario de campo para PCI
- Guías de observación y formatos de campo
- Cámara fotográfica.
- Guía de observación para aforo vehicular

- Cronómetro
- Flexómetro de 10 m.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

En base a la información obtenida en campo de la metodología PCI, los tipos de fallas, su severidad y área de afectación. Se conoce el índice de condición para la calificación del estado funcional del pavimento asfáltico.

Para el Rugosímetro de MERLIN en la Av. Industrial, se determina en ambos carriles tramos de 400 m. mediante el cálculo de la rugosidad internacional (IRI), también se conoce el estado funcional del pavimento asfáltico y la transitabilidad en la vía estudiada. Para el procesamiento de los datos y cálculos se utiliza la Hoja electrónica EXCEL.

Finalmente, con los datos tabulados del PCI e IRI, podremos establecer una metodología de diseño de la estructura del pavimento flexible para la avenida Industrial, utilizando la metodología del Instituto del Asfalto Norteamericano para determinar una propuesta de diseño de espesores de la carpeta asfáltica.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Resultados del Cálculo de la Rugosidad con Merlín

De acuerdo a los resultados obtenidos del levantamiento de datos con la utilización del rugosímetro de MERLIN, evaluando el carril derecho y el carril izquierdo considerando 4 tramos de evaluación.

Figura 13

Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 1

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN										
HOJA DE CAMPO										
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020										
SECTOR: 0+000 al 0+400					N° DE ENSAYO: 1					
CARRIL: DERECHO					FECHA: 26/09/2020					
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN										
1	44	45	32	34	31	35	48	29	34	34
2	38	30	34	31	30	35	28	30	36	15
3	40	31	25	33	42	40	39	35	32	31
4	37	27	30	35	48	37	43	32	28	31
5	33	8	26	32	30	42	36	31	36	31
6	34	43	28	33	33	25	32	31	35	31
7	39	25	31	19	27	50	31	35	36	30
8	36	22	25	27	36	30	32	36	34	35
9	40	44	34	34	26	26	34	32	38	27
10	40	10	28	34	35	32	21	29	38	30
11	37	50	7	38	38	35	34	47	15	29
12	39	38	5	38	50	37	34	30	43	28
13	19	22	26	28	23	31	40	35	35	28
14	25	27	21	34	46	24	46	35	37	35
15	21	33	24	33	30	36	38	39	26	35
16	27	27	25	32	37	33	32	32	32	32
17	36	49	31	36	20	35	31	29	0	32
18	38	8	35	44	27	27	29	29	37	29
19	22	23	30	43	45	35	29	27	36	33
20	18	25	26	23	33	25	26	40	26	39

TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRAT. EN CAPA

CARPETA EN FRIO

CARPETA EN CALIENTE

RECAPEO ASFÁLTICO

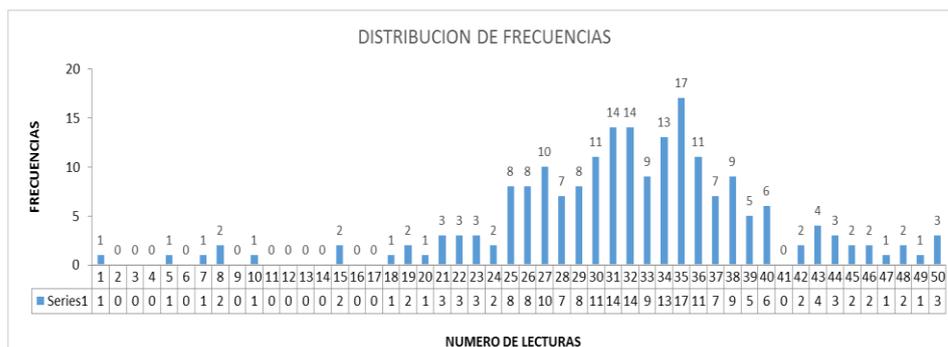
SELLO

OTROS

Nota: Elaboración propia

Figura 14

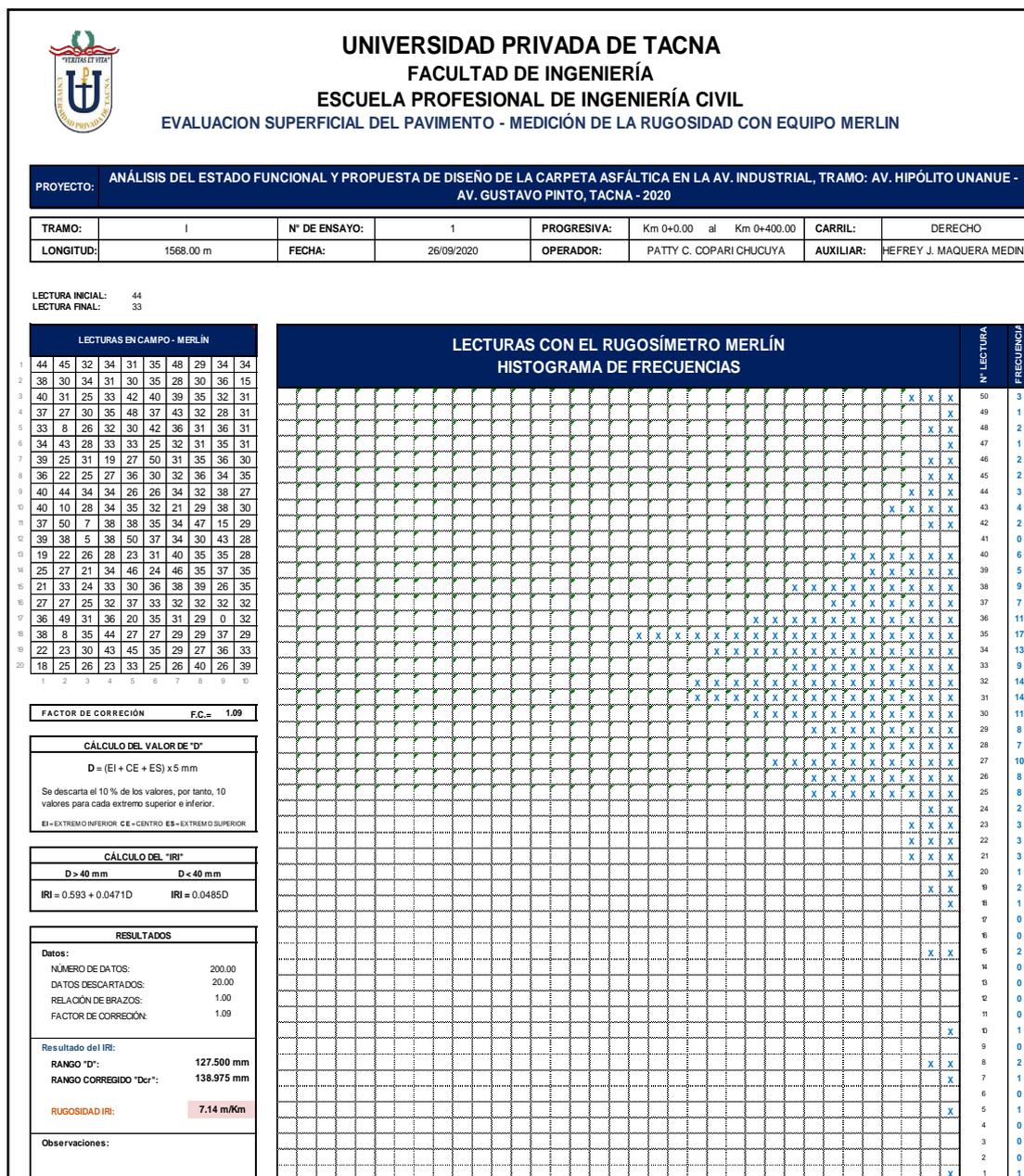
Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 1



Nota: Elaboración propia

Figura 15

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo I, ensayo 1



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 00+000 al 00+400 de la calzada derecha es de 7.14 m/km.

Figura 16

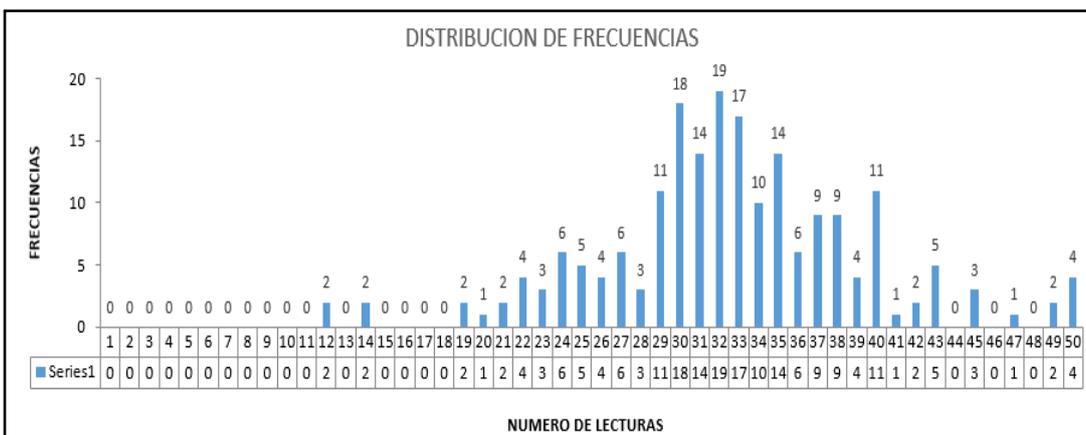
Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 2

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
HOJA DE CAMPO											
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020											
SECTOR: 0+400 al 0+800					Nº DE ENSAYO: 2						
CARRIL: DERECHO					FECHA: 26/09/2020						
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN											
1	22	39	35	38	50	45	35	31	29	34	TIPO DE PAVIMENTO: AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRAT. EN CAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFÁLTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	20	33	33	31	32	27	40	29	36	27	
3	33	31	29	33	39	50	30	27	36	27	
4	27	35	43	30	12	14	37	22	40	32	
5	32	40	34	41	21	33	49	30	43	37	
6	32	30	31	33	43	34	40	33	32	29	
7	29	32	38	30	31	45	37	33	33	29	
8	24	34	30	35	30	50	30	32	14	23	
9	35	35	35	33	22	30	36	35	50	37	
10	40	21	24	40	32	36	28	42	24	25	
11	32	49	37	35	33	32	37	39	31	29	
12	26	34	38	47	25	42	19	24	38	34	
13	30	33	22	33	32	43	38	32	31	37	
14	30	19	24	35	30	38	30	30	28	32	
15	40	28	35	25	34	25	40	33	36	27	
16	31	30	31	40	31	26	26	31	36	35	
17	31	38	38	33	33	24	43	35	40	23	
18	32	31	34	29	32	34	32	38	39	29	
19	32	30	34	37	23	32	30	29	33	26	
20	30	40	29	32	12	45	35	31	25	37	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Nota: Elaboración propia

Figura 17

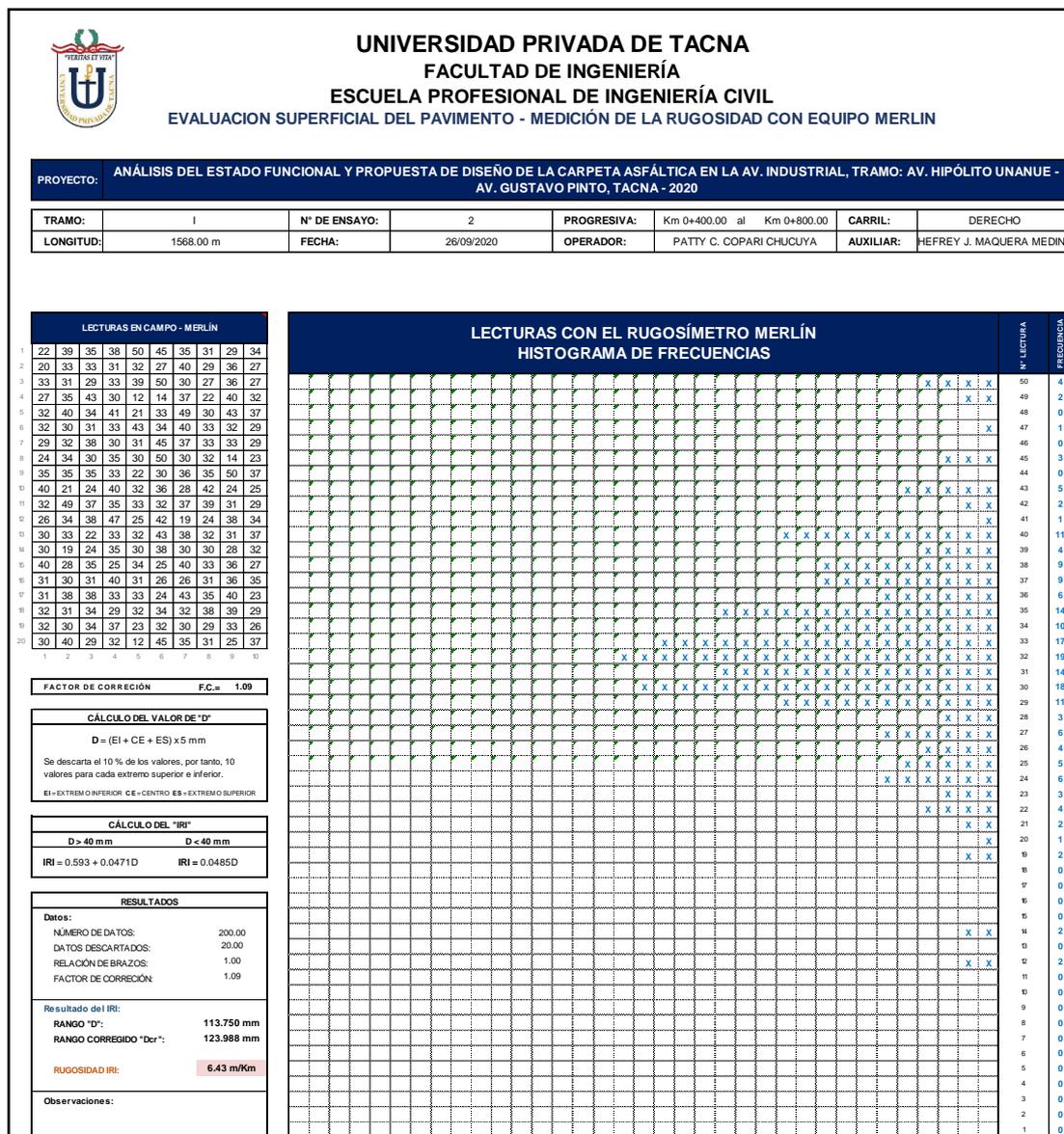
Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 2



Nota: Elaboración propia

Figura 18

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo I, ensayo 2



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 00+400 al 00+800 de la calzada derecha es de 6.43 m/km.

Figura 19

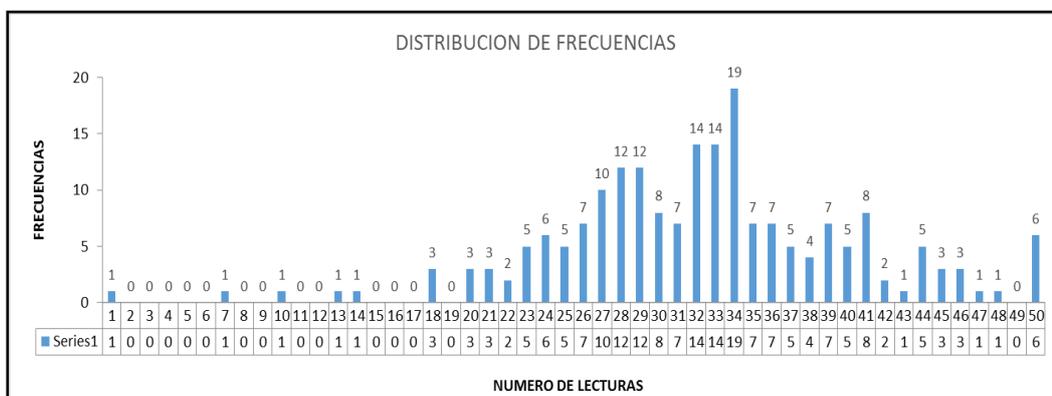
Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 3

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
HOJA DE CAMPO											
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020											
SECTOR: 0+800 al 0+1200					Nº DE ENSAYO: 3						
CARRIL: DERECHO					FECHA: 26/09/2020						
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN											
1	32	50	23	39	41	28	32	41	35	20	TIPO DE PAVIMENTO: AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRAT. EN CAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFÁLTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	33	27	39	32	33	35	34	20	26	34	
3	40	34	48	31	32	25	36	29	28	29	
4	30	50	34	29	32	35	28	33	39	45	
5	30	43	34	10	32	32	24	24	46	28	
6	34	44	21	28	33	36	33	36	30	18	
7	40	46	32	7	32	33	30	23	31	18	
8	20	33	32	41	41	34	30	13	34	40	
9	27	50	29	30	34	34	27	29	28	18	
10	30	29	25	24	29	36	27	21	29	23	
11	27	33	1	44	39	34	33	27	22	44	
12	31	21	39	28	38	34	24	24	33	28	
13	26	27	27	41	24	34	33	44	31	35	
14	32	46	34	28	35	32	34	38	29	29	
15	33	26	37	34	36	29	33	26	14	41	
16	36	41	37	45	34	38	35	31	23	28	
17	36	40	37	25	32	25	33	29	26	50	
18	39	39	38	44	31	32	26	35	34	41	
19	34	42	28	50	37	31	23	28	47	30	
20	45	27	25	42	37	40	27	26	22	50	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Nota: Elaboración propia

Figura 20

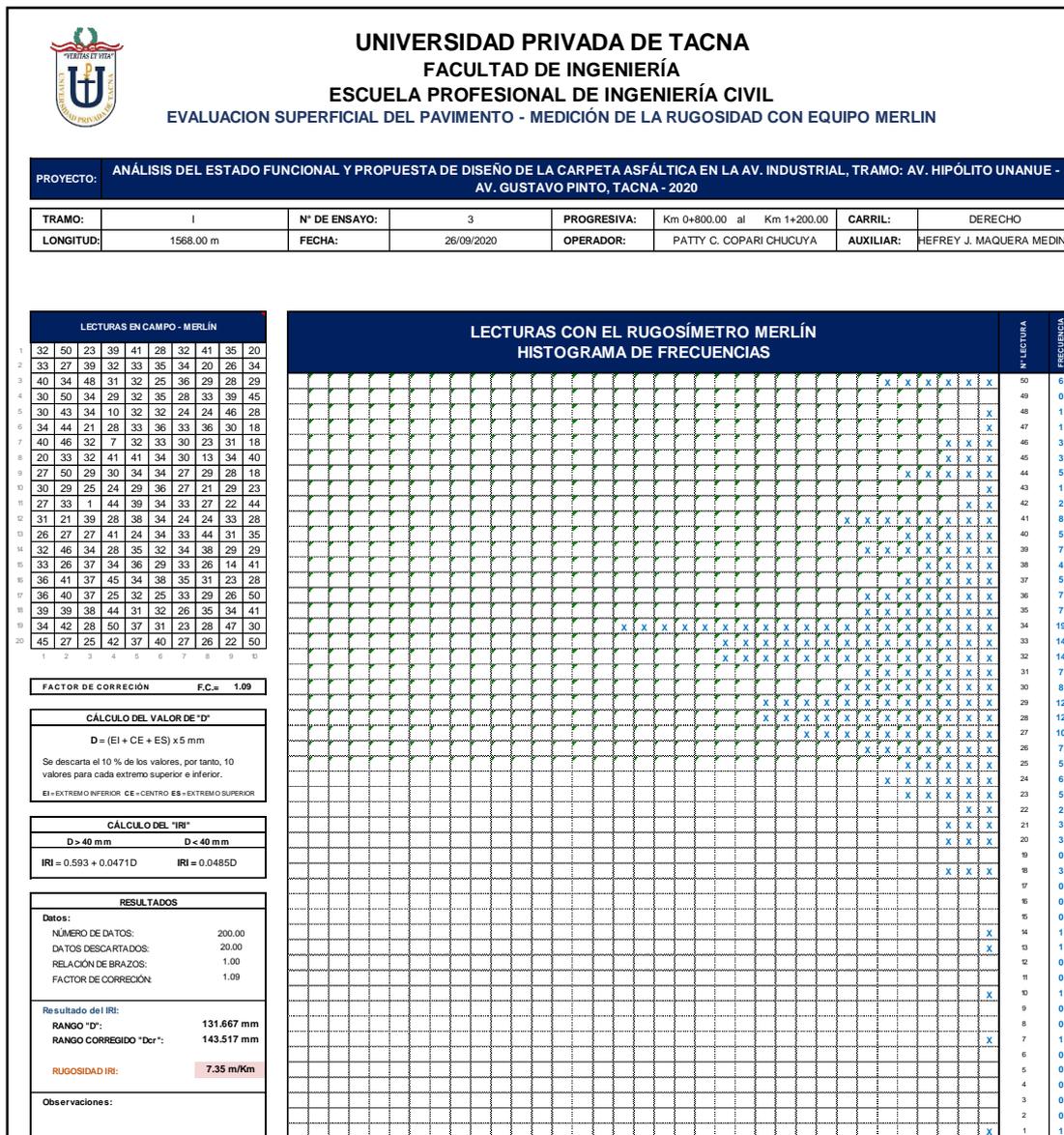
Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 3



Nota: Elaboración propia

Figura 21

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo I, ensayo 3



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 00+800 al 01+200 de la calzada derecha es de 7.35 m/km.

Figura 22

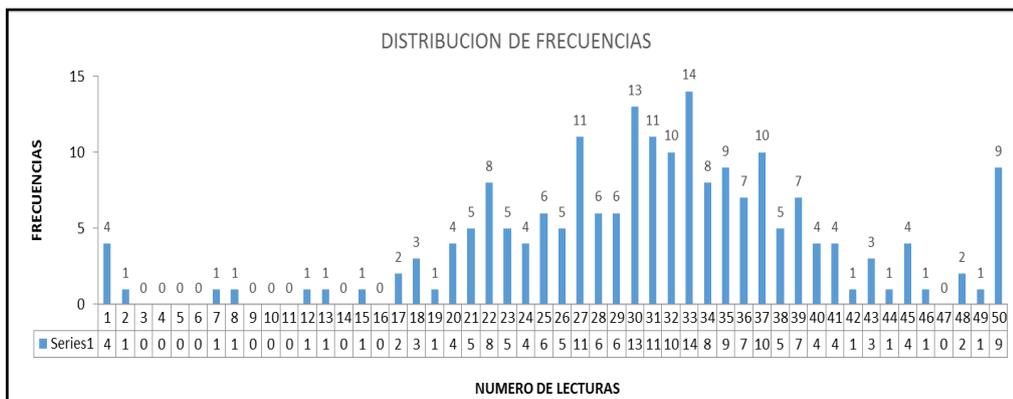
Datos de campo para medición de la rugosidad, carril derecho - Tramo 4

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
HOJA DE CAMPO											
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020											
SECTOR: 0+1200 al 0+1600					Nº DE ENSAYO: 4						
CARRIL: DERECHO					FECHA: 26/09/2020						
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN											
1	24	8	23	34	38	18	30	27	33	25	TIPO DE PAVIMENTO: AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRAT. EN CAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFÁLTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	26	12	42	28	41	45	31	37	29	32	
3	37	20	30	37	40	25	32	28	28	37	
4	31	40	50	36	37	21	21	27	34	39	
5	32	35	36	40	17	0	30	36	31	36	
6	33	27	22	33	33	29	30	30	36	35	
7	34	35	33	48	38	24	31	31	30	26	
8	39	22	24	20	35	0	23	35	28	27	
9	30	43	22	28	35	1	22	39	29	27	
10	18	15	32	31	30	23	0	34	33	50	
11	25	32	37	21	19	13	20	30	33	39	
12	30	50	25	38	45	17	22	23	27	39	
13	50	41	40	22	41	45	21	24	33	46	
14	31	35	34	32	21	37	43	49	22	38	
15	27	32	20	32	50	33	27	32	50	33	
16	38	25	34	35	30	31	33	31	39	50	
17	18	37	7	26	31	29	26	30	30	28	
18	35	29	50	48	45	37	25	33	32	44	
19	41	23	31	2	50	33	36	26	29	34	
20	22	36	39	27	27	43	37	33	34	27	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Nota: Elaboración propia

Figura 23

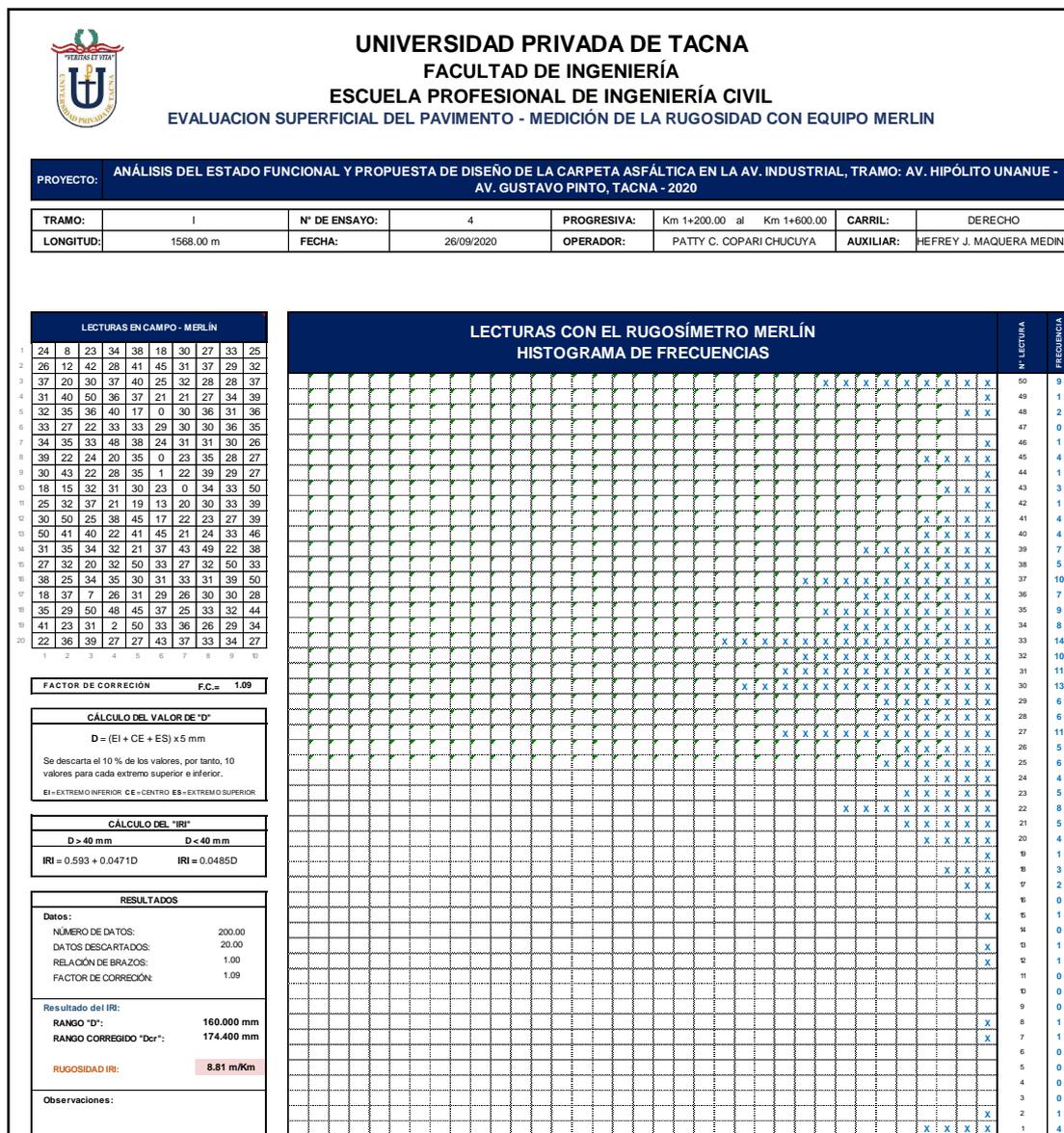
Distribución de frecuencias, tramo 1, ensayo 4



Nota: Elaboración propia

Figura 24

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo I, ensayo 4



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 01+200 al 01+600 de la calzada derecha es de 8.81 m/km.

Figura 25

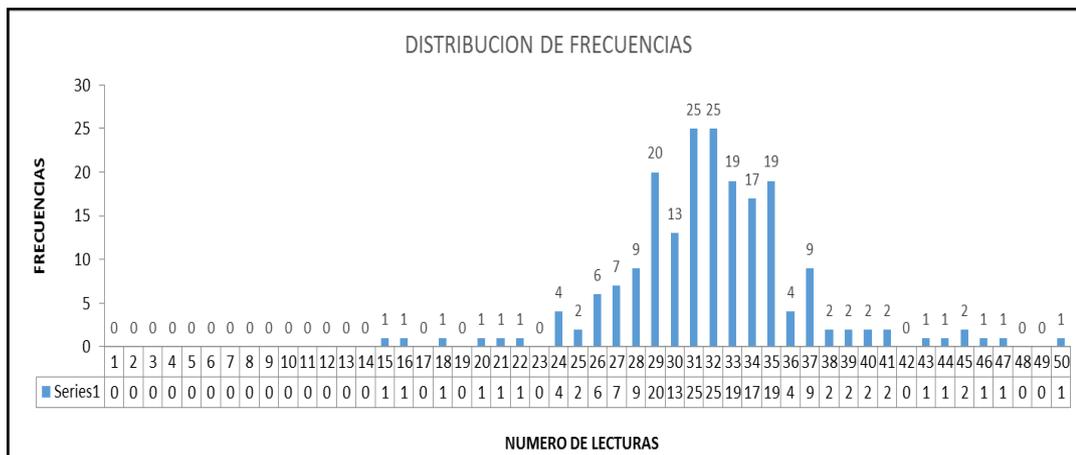
Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 1

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
HOJA DE CAMPO											
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020											
SECTOR: 0+000 al 0+400					Nº DE ENSAYO: 1						
CARRIL: IZQUIERDO					FECHA: 26/09/2020						
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN											
1	36	32	31	24	26	36	35	35	25	34	TIPO DE PAVIMENTO: AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRAT. EN CAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFÁLTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	31	29	34	32	39	34	27	33	31	32	
3	26	32	31	30	47	37	37	29	24	32	
4	37	31	29	31	33	35	30	32	29	31	
5	21	37	32	32	35	35	29	31	35	35	
6	26	28	31	31	30	37	35	35	29	29	
7	20	29	33	37	33	28	29	33	33	41	
8	31	45	35	32	31	26	29	34	38	34	
9	28	39	29	34	33	18	33	30	32	41	
10	15	31	31	29	34	24	32	34	29	27	
11	22	36	35	40	27	28	29	32	33	24	
12	28	35	28	31	27	34	31	30	29	38	
13	35	29	31	45	34	30	36	30	30	50	
14	31	33	31	27	30	34	27	37	32	32	
15	31	35	32	37	33	31	31	27	43	32	
16	35	30	31	35	34	32	29	28	32	26	
17	33	33	29	40	35	30	31	33	33	29	
18	32	30	34	46	33	28	28	32	32	16	
19	25	33	26	44	32	32	35	34	33	35	
20	33	31	29	30	34	32	32	34	37	34	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Nota: Elaboración propia

Figura 26

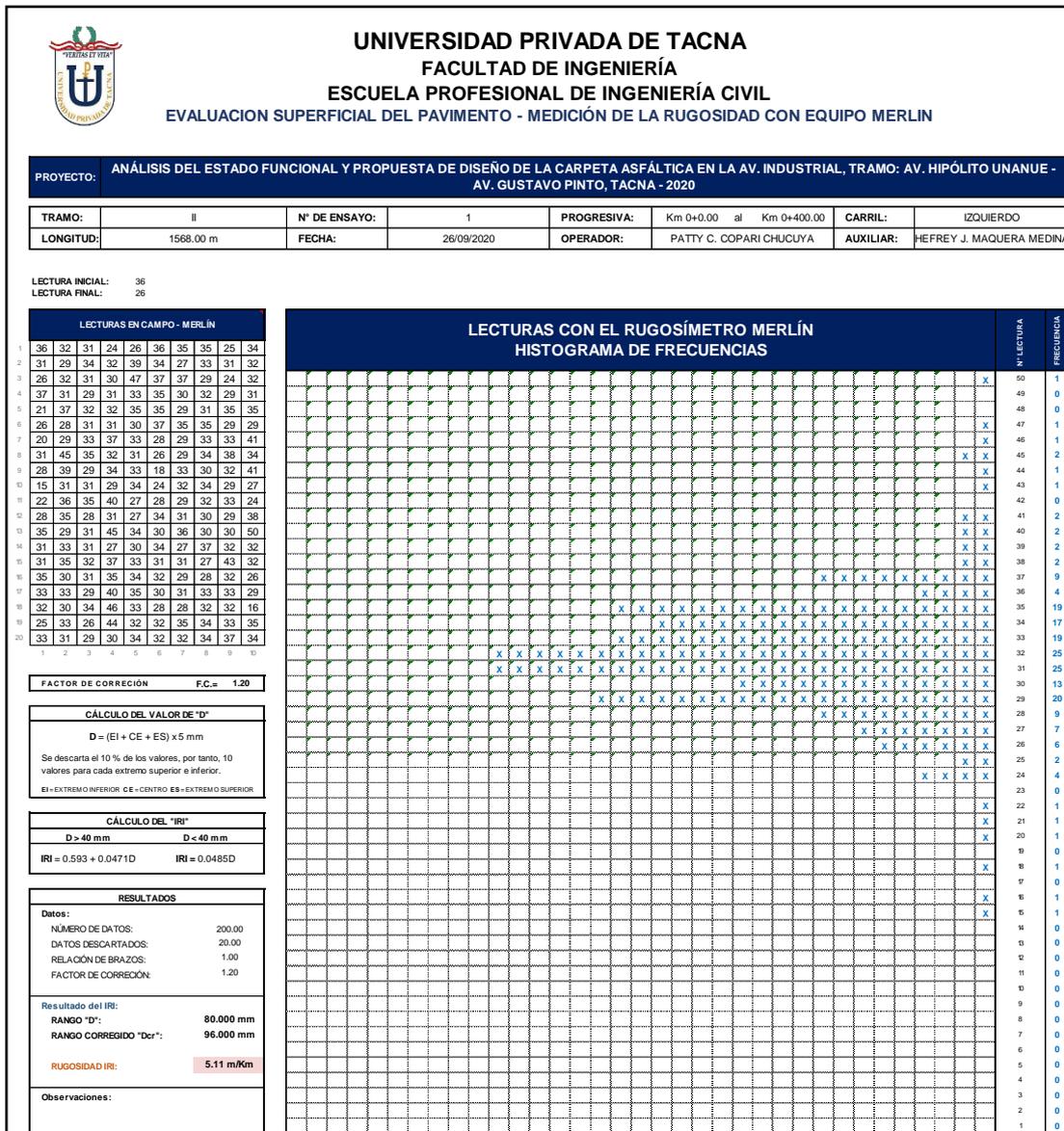
Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 1



Nota: Elaboración propia

Figura 27

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 1



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 00+000 al 00+400 de la calzada izquierda es de 5.11 m/km.

Figura 28

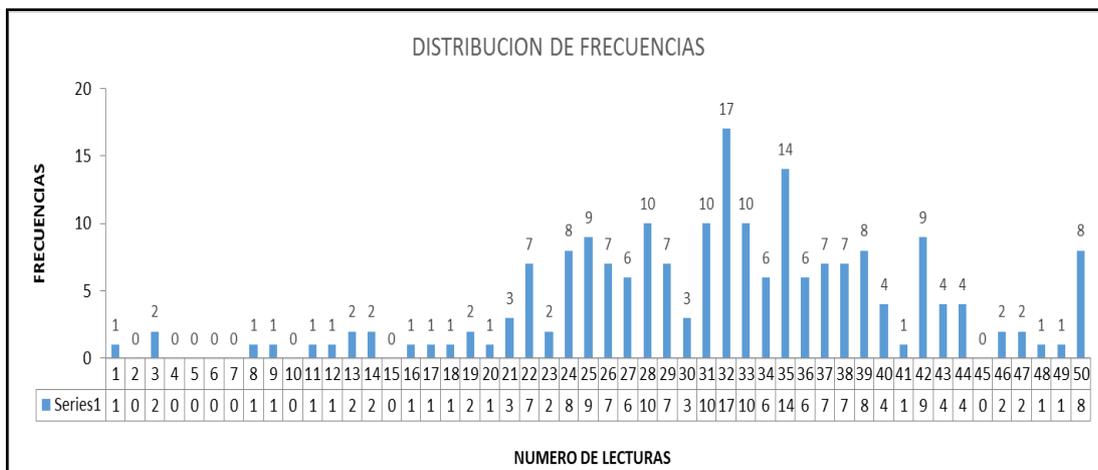
Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 2

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
HOJA DE CAMPO											
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020											
SECTOR: 0+400 al 0+800					Nº DE ENSAYO: 2						
CARRIL: IZQUIERDO					FECHA: 26/09/2020						
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN											
1	30	35	35	38	39	29	40	44	43	38	TIPO DE PAVIMENTO: AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRAT. EN CAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFÁLTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	37	46	35	32	8	39	34	3	9	20	
3	24	32	32	39	22	32	34	33	31	32	
4	48	47	32	37	35	26	28	26	50	36	
5	33	39	50	26	35	26	40	33	29	36	
6	32	28	27	46	35	37	28	31	22	21	
7	31	35	28	35	33	24	25	42	34	31	
8	35	30	29	32	42	41	36	42	24	37	
9	21	25	14	13	24	40	32	18	43	35	
10	29	28	0	50	39	31	47	22	50	28	
11	17	34	12	27	32	22	42	25	43	35	
12	33	38	23	44	24	27	28	13	50	11	
13	22	27	26	25	37	28	24	29	50	36	
14	25	19	38	29	37	22	31	44	42	22	
15	30	36	35	26	32	37	34	49	3	42	
16	26	35	32	38	38	33	27	39	44	33	
17	32	27	42	39	31	14	33	39	32	25	
18	24	32	28	32	16	42	21	31	50	34	
19	25	33	43	31	32	25	40	23	24	36	
20	28	50	31	29	33	25	42	35	38	19	

Nota: Elaboración propia

Figura 29

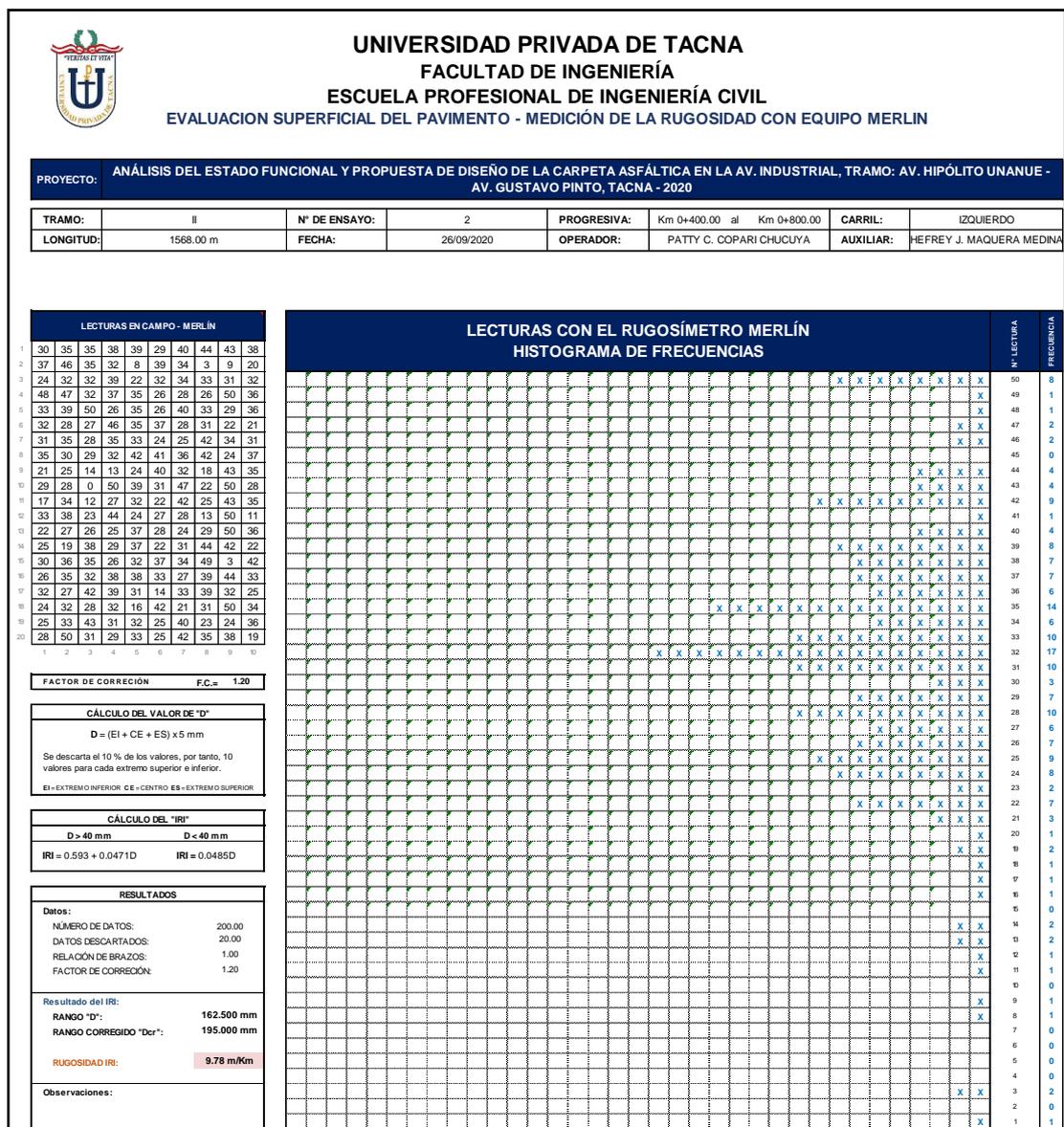
Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 2



Nota: Elaboración propia

Figura 30

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 2



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 00+400 al 00+800 de la calzada izquierda es de 9.78 m/km.

Figura 31

Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 3

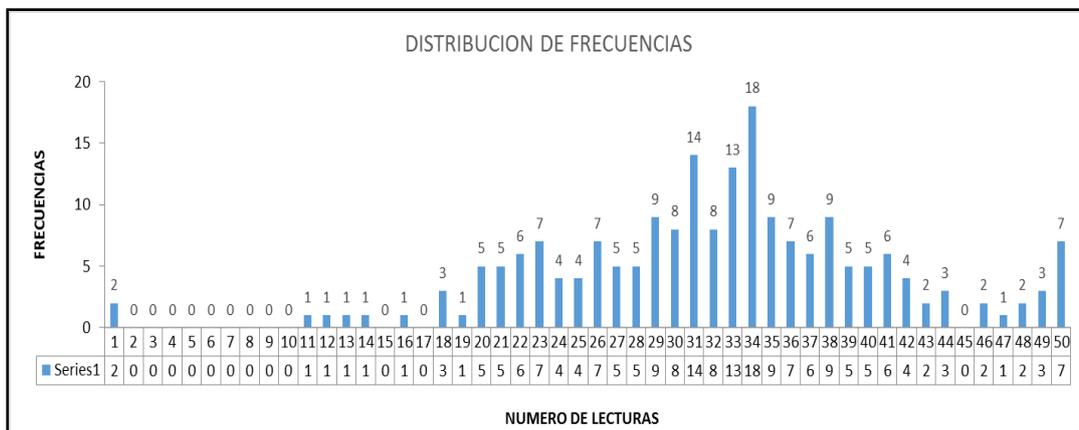
ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN										
HOJA DE CAMPO										
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020										
SECTOR: 0+800 al 0+1200					Nº DE ENSAYO: 3					
CARRIL: IZQUIERDO					FECHA: 26/09/2020					
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN										
1	31	49	34	26	33	22	21	25	26	31
2	26	30	25	37	32	29	40	40	31	36
3	34	29	31	49	31	32	0	30	50	31
4	34	21	47	38	32	30	44	11	31	33
5	43	31	46	29	38	18	13	26	36	41
6	19	36	31	33	26	33	36	42	35	32
7	37	20	50	33	35	27	30	26	32	33
8	22	36	50	46	23	39	31	37	41	40
9	43	48	38	50	37	35	32	38	20	34
10	22	20	38	30	50	29	39	30	25	33
11	39	48	29	20	31	38	23	34	40	34
12	29	12	30	39	33	28	33	37	16	33
13	27	44	36	34	34	42	35	23	23	32
14	44	22	22	18	33	41	34	28	49	31
15	21	23	41	23	35	29	28	42	14	38
16	41	27	50	18	24	27	21	34	21	34
17	20	24	34	24	31	22	34	30	26	33
18	27	0	37	34	31	24	35	33	34	34
19	41	35	38	39	23	34	40	38	28	34
20	28	29	42	25	32	35	50	36	29	35
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

TIPO DE PAVIMENTO:		
AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	
BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	
BASE IMPRIMADA	<input type="checkbox"/>	
TRAT. EN CAPA	<input type="checkbox"/>	
CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	
CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>	
RECAPEO ASFÁLTICO	<input type="checkbox"/>	
SELLO	<input type="checkbox"/>	
OTROS	<input type="checkbox"/>	

Nota: Elaboración propia

Figura 32

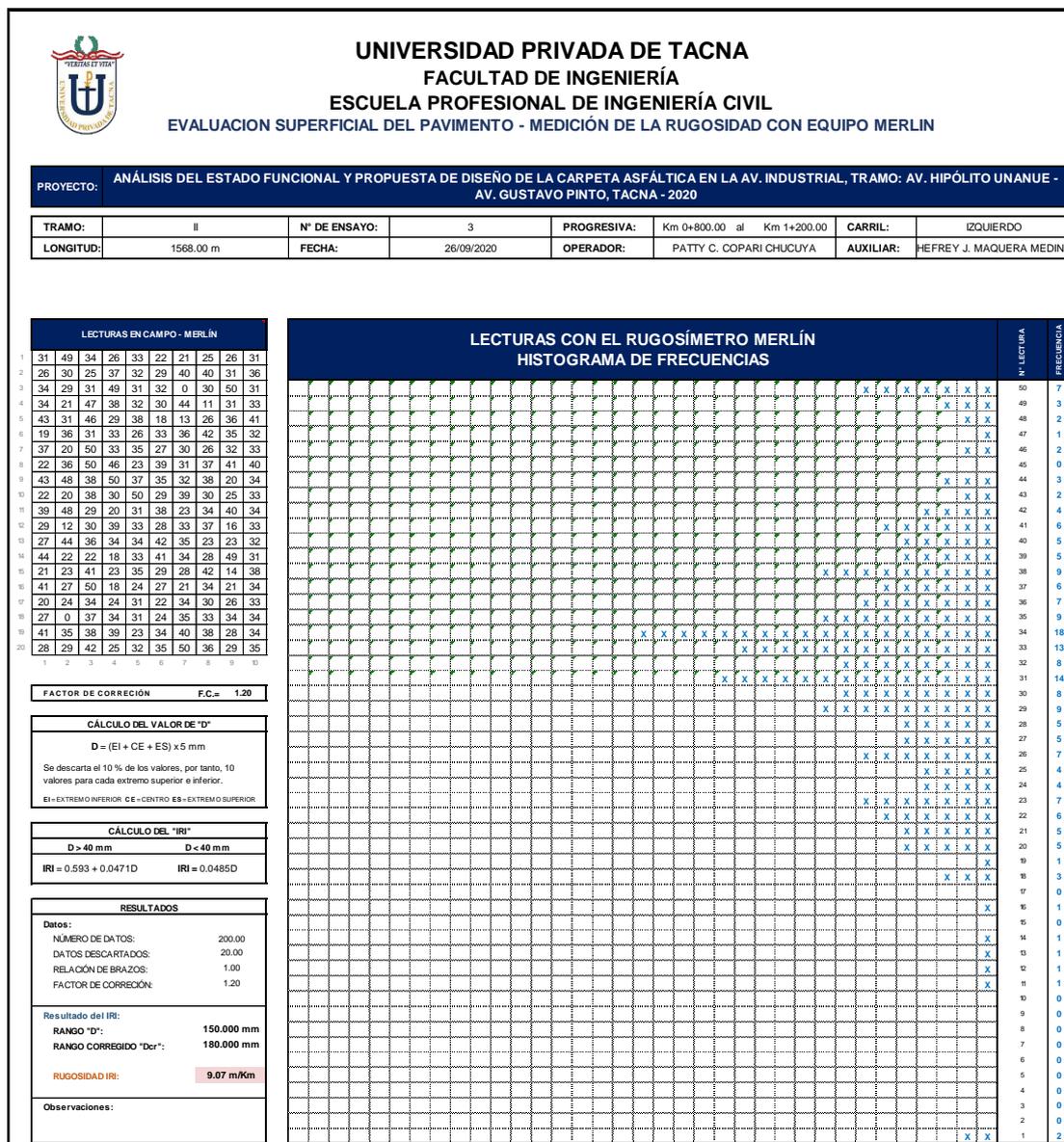
Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 3



Nota: Elaboración propia

Figura 33

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 3



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 00+800 al 01+200 de la calzada izquierda es de 9.07 m/km.

Figura 34

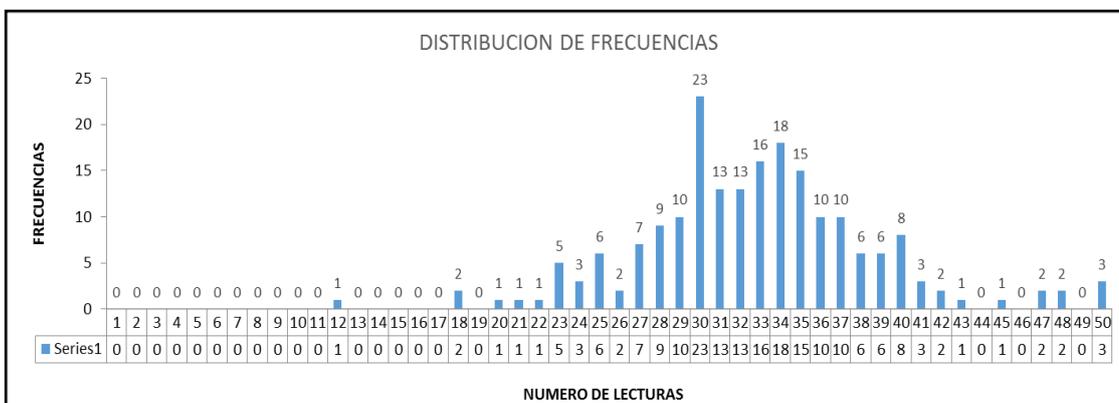
Datos de campo para medición de la rugosidad, carril izquierdo - Tramo 4

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
HOJA DE CAMPO											
PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020											
SECTOR: 0+1200 al 0+1600					Nº DE ENSAYO: 4						
CARRIL: IZQUIERDO					FECHA: 26/09/2020						
LECTURAS EN CAMPO - MERLÍN											
1	45	35	25	29	35	30	20	41	32	35	TIPO DE PAVIMENTO: AFIRMADO <input type="checkbox"/> BASE GRANULAR <input type="checkbox"/> BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/> TRAT. EN CAPA <input type="checkbox"/> CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/> CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/> RECAPEO ASFÁLTICO <input type="checkbox"/> SELLO <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
2	30	12	30	27	48	29	48	34	42	36	
3	36	36	27	34	24	28	50	25	27	33	
4	37	29	36	33	23	33	30	24	34	34	
5	33	40	35	32	34	29	25	33	29	30	
6	37	40	33	30	35	31	40	31	32	32	
7	32	22	31	28	34	36	36	23	35	34	
8	34	39	34	37	33	31	50	31	30	36	
9	32	32	26	28	32	39	18	30	38	28	
10	33	24	36	29	27	30	37	18	27	30	
11	30	40	37	38	31	29	32	34	35	40	
12	31	23	32	39	34	30	23	26	31	37	
13	32	30	34	31	33	25	32	43	23	30	
14	28	33	33	39	28	35	33	33	25	37	
15	27	31	33	34	35	29	41	27	30	38	
16	40	25	34	29	37	35	30	30	21	30	
17	30	47	37	39	34	31	34	32	40	50	
18	40	31	38	38	47	31	35	39	30	28	
19	38	35	35	36	36	35	33	33	41	42	
20	29	30	30	34	35	28	30	34	37	28	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Nota: Elaboración propia

Figura 35

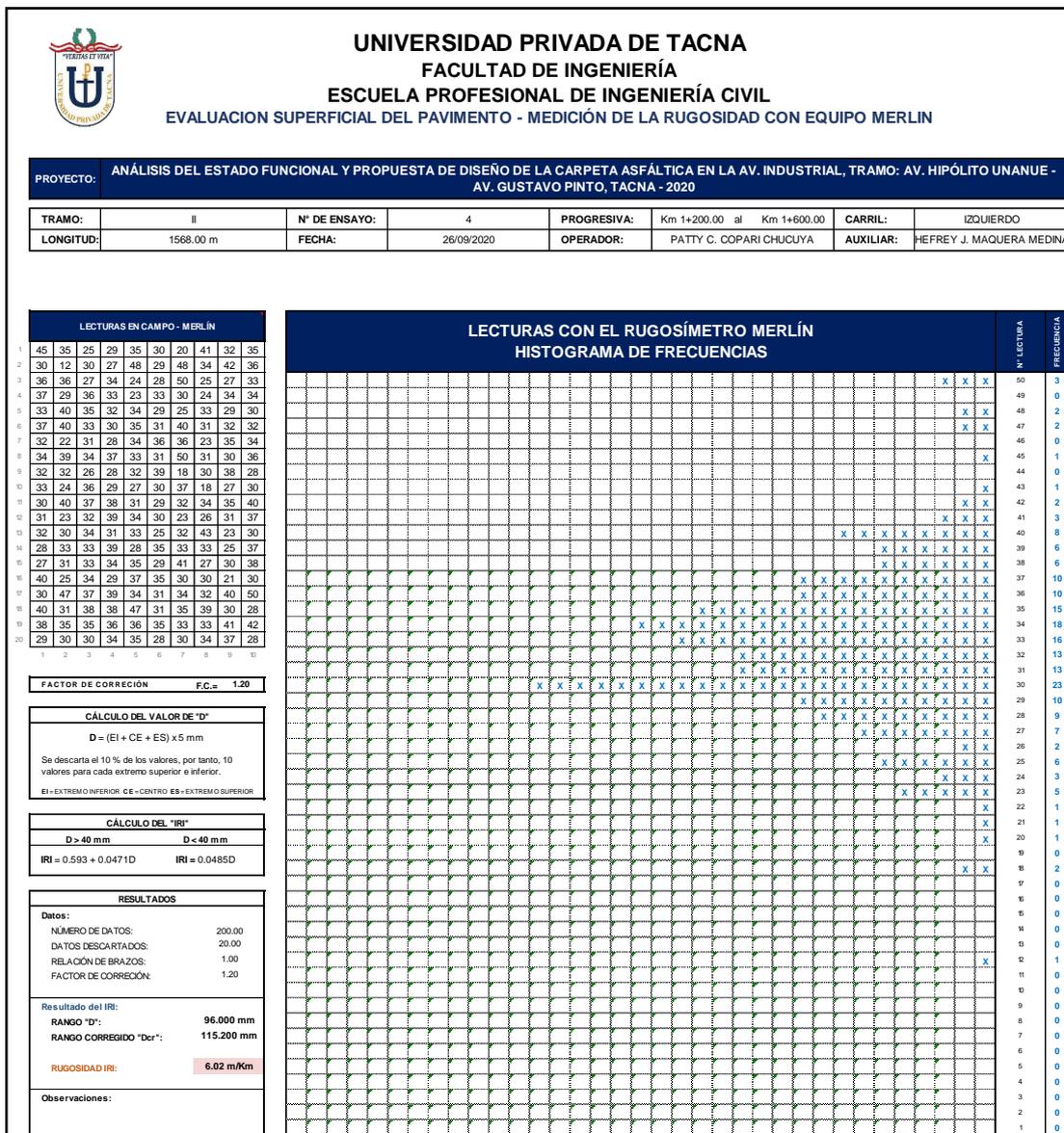
Distribución de frecuencias, tramo 2, ensayo 4.



Nota: Elaboración propia

Figura 36

Resultados del cálculo de la rugosidad con MERLIN, tramo II, ensayo 4



Nota: Elaboración propia

El índice de rugosidad internacional entre las progresivas 01+200 al 01+600 de la calzada izquierda es de 6.02 m/km.

4.2 Resultados Método del PCI

4.2.1 Cálculo de las Unidades de Muestreo de la Av. Industrial

- **Determinación de la longitud de la unidad de muestreo**

Se tiene un ancho de calzada de 7.20 m.

$$\text{Longitud de muestreo} = 35.40 \text{ m} - \frac{(6.50\text{m} - 7.20\text{m}) * (35.40\text{m} - 31.50\text{m})}{6.50\text{m} - 7.30\text{m}}$$

Longitud de muestreo = 32.00 m

Se recomienda 32 metros de longitud por unidad de muestreo.

- **Determinamos la unidad de muestreo**

Para obtener el número de unidades mínimo de muestreo, se aplica la siguiente ecuación:

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

Donde:

- n : Número mínimo de unidades de muestra.
- N : Número total de unidades de muestra para la sección del pavimento.
- e : Error admisible estimado del PCI de la sección (e=5.0%).
- σ : Desviación estándar para el cálculo del PCI entre las unidades.

Primero calculamos el N en la zona de investigación.

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía (m)}}{\text{longitud de la unidad de muestra (m)}}$$

Donde:

N: Números total de unidades de muestra para la zona de investigación.

$$N = 1,568.00\text{m} / (32 \text{ m}) \rightarrow N = 49$$

Reemplazamos el valor obtenido en la ecuación anterior, para determinar la cantidad mínima de unidades de muestreo:

$$n = \frac{49 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (49 - 1) + 10^2}$$

$$n = 13.00$$

Se puede optar por analizar más unidades de muestreo al mínimo establecido para tener una mayor certeza de los resultados que se obtengan, a los cuales se les denomina muestreo adicional.

Determinamos el intervalo de las unidades de muestreo

Se procede a calcular el intervalo de muestreo (i), para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = N/n$$

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestra.

N : Número total de unidades de muestra disponible.

i : Intervalo de muestro.

Reemplazando los valores, obtenemos:

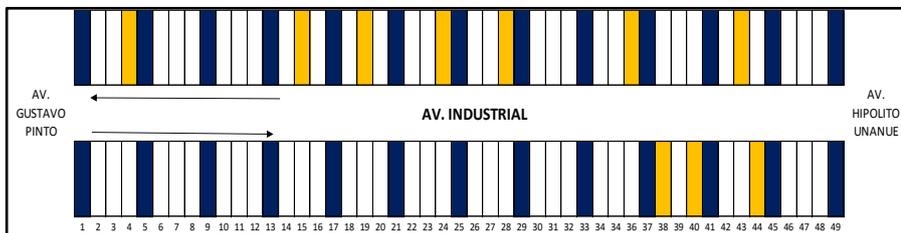
$$I = 49/13$$

$$i = 4.0$$

Se evalúa las unidades de muestreo con un intervalo de 4, para la calzada de bajada, como para la calzada subida, los cuales son unidades 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41, 45, y 49 hasta llegar al mínimo de unidades de muestreo, También es necesario realizar muestreos adicionales (color naranja) para tener certeza de la evaluación que se realiza, los cuales para la calzada de bajada se evaluó las unidades 38, 40 y 44, para la calzada de subida se evaluó las unidades 4, 15, 19, 24, 28, 36 y 43. Ver figura.

Figura 37

Unidades de muestreo en la avenida Industrial



Nota: Elaboración propia

- Determinamos el dato de campo por unidades de muestreo

Calzada Derecha Bajada

Figura 38

Hoja de registro, unidad de muestra 1

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.						
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 000	T1				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 0 + 032	230.4				
INSPECCIONADA POR:	COPARI CH. - MAQUERA M.		FECHA:	3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berna	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
13	M	1		1	0.434	
19	H	229.4		229.4	99.566	

Nota: Elaboración propia

Nota: En el Anexo 02 se encuentran las hojas de registro de campo por unidad de muestreo, y el cálculo del PCI, correspondiente al tramo 1, Av. Industrial.

4.2.2 Resultados del Método PCI

Av. Industrial Calzada Derecha

Figura 39

Resultados del PCI - unidad de muestreo U-1

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020 2020"
TRAMO :	N° 01 SECCIÓN : 1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 1
CALZADA:	DERECHA
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+0.00
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+32.00
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m
ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Arietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Comogación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carri y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
13	BA	M	1.00							1.00	0.43	19.15
19	DA	H	229.40							229.40	99.57	78.73
Total VD :											97.89	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95

Valor deducido más alto HDV : 78.73

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.73	19.15						97.90	2	69.37
2	78.73	2.00						80.70	1	80.70
Máx. VDC										80.70

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
19.30

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO

Nota: Elaboración propia

- Determinamos el dato de campo por unidades de muestreo

Calzada Izquierda Subida

Figura 40

Hoja de registro, unidad de muestra 1

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 000	T1			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 0 + 032	230.4			
INSPECCIONADA POR:			FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
19	H	230.4		230.4	100.000
					Valor deducido

Nota: Elaboración propia

Nota: En el Anexo 03 se encuentran las hojas de registro de campo por unidad de muestreo, y el cálculo del PCI, correspondiente al tramo 2, Av. Industrial.

Av. Industrial Calzada Izquierda Subida

Figura 41

Resultados del PCI - unidad de muestreo U-1

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
TRAMO :	N° 02 SECCIÓN : 2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 1
CALZADA:	IZQUIERDA
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+0.00
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+32.00
ANCHO DE LA VÍA :	7,20 m
ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulmiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	230.4							230.40	100.00	78.80
Total VD :											78.80	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95
 Valor deducido más alto HDV : 78.80

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.80							78.80	1	78.80
Máx. VDC :										78.80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO

Nota: Elaboración propia

4.2.3 Resumen de Resultados del Método PCI

Figura 42

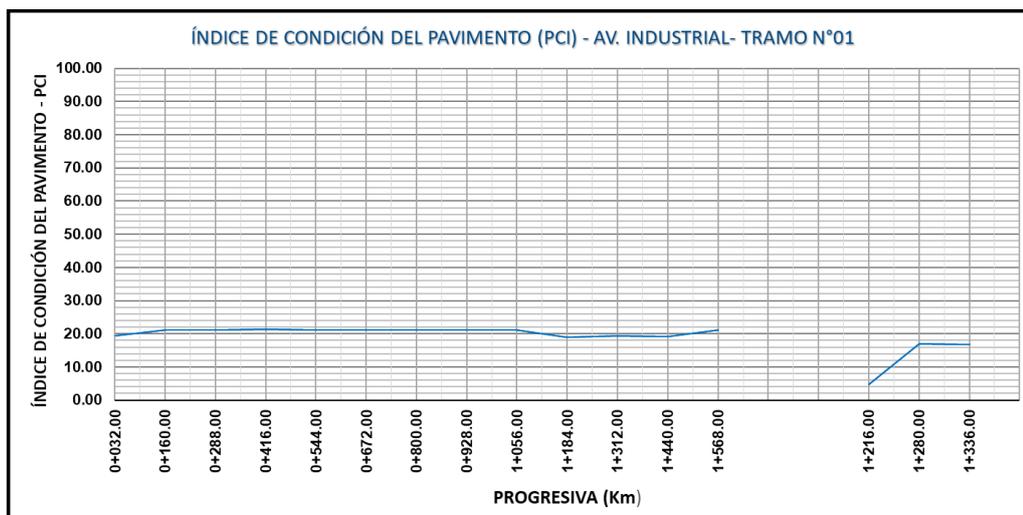
Resumen de los resultados del Índices de Condición Av. Industrial, calzada derecha

AV. INDUSTRIAL - TRAMO N°01						
TRAMO	UNIDAD	PROGRESIVA INICIAL (Km)	PROGRESIVA FINAL (Km)	LONGITUD (m)	PCI	CONDICIÓN
T - 1	U-01	0+000.00	0+032.00	32.00	19.30	MUY MALO
T - 1	U-05	0+128.00	0+160.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 1	U-09	0+256.00	0+288.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 1	U-13	0+384.00	0+416.00	32.00	21.40	MUY MALO
T - 1	U-17	0+512.00	0+544.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 1	U-21	0+640.00	0+672.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 1	U-25	0+768.00	0+800.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 1	U-29	0+896.00	0+928.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 1	U-33	1+024.00	1+056.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 1	U-37	1+152.00	1+184.00	32.00	18.90	MUY MALO
T - 1	U-41	1+280.00	1+312.00	32.00	19.40	MUY MALO
T - 1	U-45	1+408.00	1+440.00	32.00	19.10	MUY MALO
T - 1	U-49	1+536.00	1+568.00	32.00	21.20	MUY MALO
				PCI T1	20.59	MUY MALO
MUESTREO ADICIONAL						
T - 1	U-38	1+184.00	1+216.00	32.00	4.64	FALLADO
T - 1	U-40	1+248.00	1+280.00	32.00	16.95	MUY MALO
T - 1	U-44	1+304.00	1+336.00	32.00	16.67	MUY MALO
				PCIAD	12.75	MUY MALO

Nota: Elaboración propia

Figura 43

Representación visual lineal del PCI por progresivas en el tramo I



Nota: Elaboración propia

Figura 44

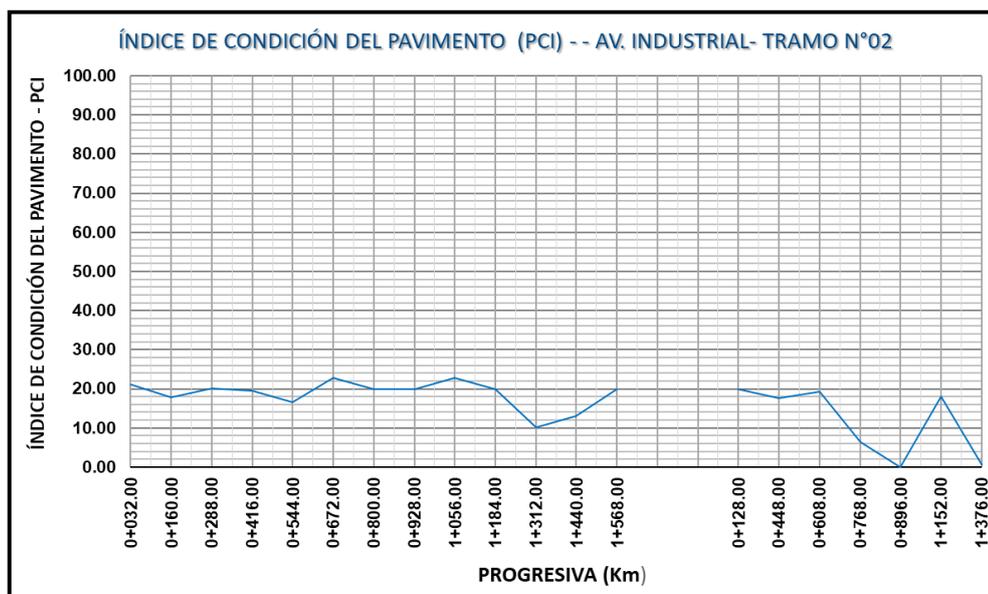
Resumen de los resultados del Índices de Condición Av. Industrial, calzada izquierda

AV. INDUSTRIAL - TRAMO N°02						
TRAMO	UNIDAD	PROGRESIVA INICIAL (Km)	PROGRESIVA FINAL (Km)	LONGITUD (m)	PCI	CONDICIÓN
T - 2	U-01	0+000.00	0+032.00	32.00	21.20	MUY MALO
T - 2	U-05	0+128.00	0+160.00	32.00	17.80	MUY MALO
T - 2	U-09	0+256.00	0+288.00	32.00	20.20	MUY MALO
T - 2	U-13	0+384.00	0+416.00	32.00	19.40	MUY MALO
T - 2	U-17	0+512.00	0+544.00	32.00	16.60	MUY MALO
T - 2	U-21	0+640.00	0+672.00	32.00	22.90	MUY MALO
T - 2	U-25	0+768.00	0+800.00	32.00	19.90	MUY MALO
T - 2	U-29	0+896.00	0+928.00	32.00	20.00	MUY MALO
T - 2	U-33	1+024.00	1+056.00	32.00	22.90	MUY MALO
T - 2	U-37	1+152.00	1+184.00	32.00	20.00	MUY MALO
T - 2	U-41	1+280.00	1+312.00	32.00	10.16	MUY MALO
T - 2	U-45	1+408.00	1+440.00	32.00	13.03	MUY MALO
T - 2	U-49	1+536.00	1+568.00	32.00	19.90	MUY MALO
				PCI T2	18.77	MUY MALO
MUESTREO ADICIONAL						
T - 2	U-4	0+096.00	0+128.00	32.00	20.00	MUY MALO
T - 2	U-15	0+416.00	0+448.00	32.00	17.60	MUY MALO
T - 2	U-19	0+576.00	0+608.00	32.00	19.20	MUY MALO
T - 2	U-24	0+736.00	0+768.00	32.00	6.37	FALLADO
T - 2	U-28	0+864.00	0+896.00	32.00	0.00	FALLADO
T - 2	U-36	1+120.00	1+152.00	32.00	17.95	MUY MALO
T - 2	U-43	1+344.00	1+376.00	32.00	0.57	FALLADO
				PCIAD	11.67	MUY MALO

Nota: Elaboración propia

Figura 45

Representación visual lineal del PCI por progresivas en el tramo II



Nota: Elaboración propia

La investigación realizada en la avenida Industrial, tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, con una longitud de 1.6 km, se analizan un total de 16 unidades de muestreo, 13 unidades de muestreo de acuerdo a la metodología y 03 unidades de muestreo adicional, para la calzada derecha de bajada y para la calzada izquierda de subida se analiza 20 unidades de muestreo, 13 unidades de muestreo y 07 unidades de muestreo adicional, donde solo se identifican fallas presentes en la capa de rodadura, las cuales son: Parcheo, Depresión, Grietas longitudinales y transversales, Huecos y Desprendimiento de agregados, con una severidad de media a alta.

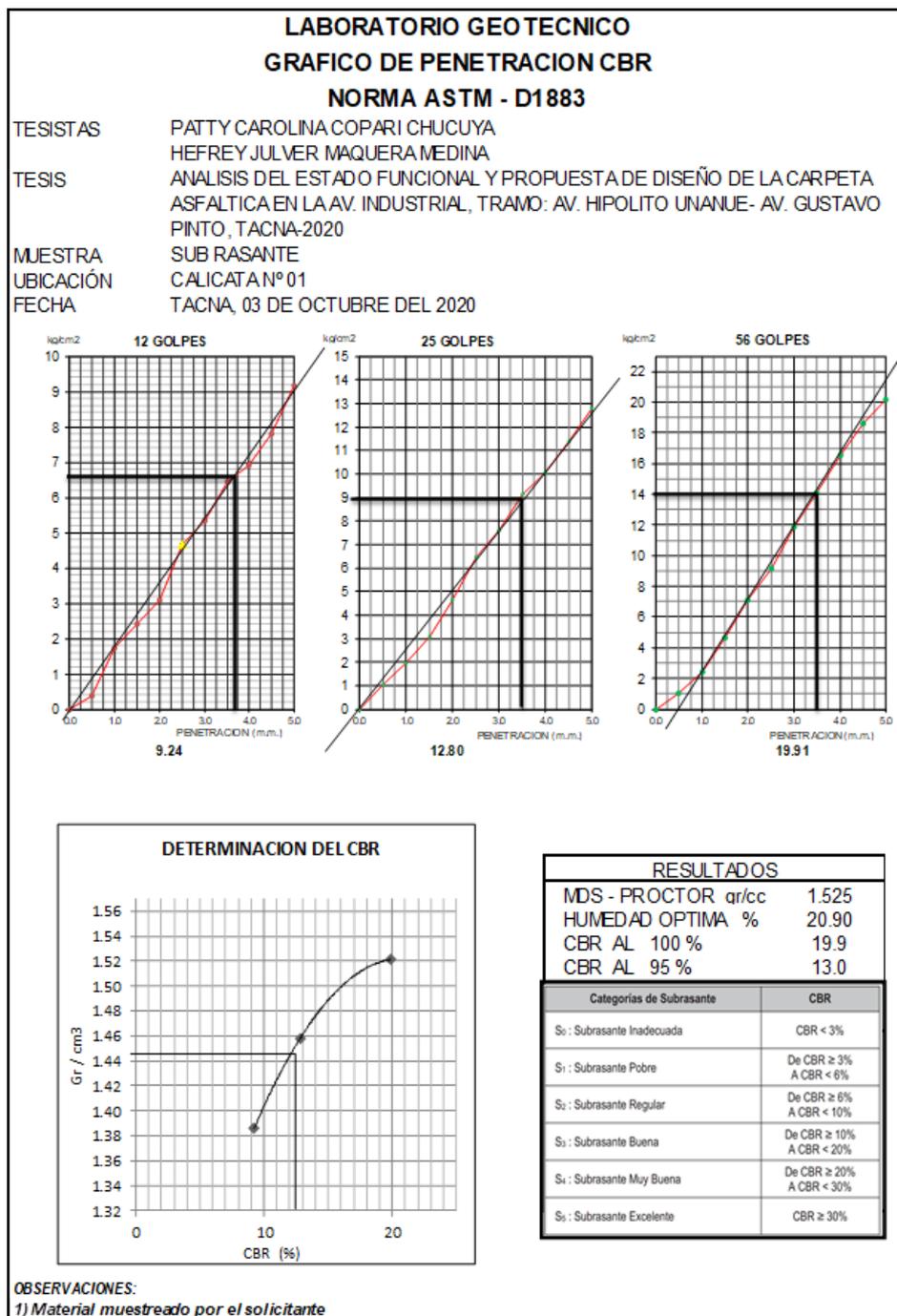
Mediante las tablas resumen, podemos verificar el valor promedio de los resultados del Índice de Condición obtenidos en la calzada derecha, tiene un PCI igual a 20.59, condición MUY MALO, y el valor promedio de los muestreos adicionales un PCI igual a 12.75, condición MUY MALO. Mientras que en la calzada izquierda se presenta el mismo fenómeno, un PCI igual a 18.77, condición MUY MALO y el valor promedio de los muestreos adicionales un PCI igual a 11.67, condición MUY MALO.

4.3 Resultados del Cálculo de Espesores de la Carpeta Asfáltica

4.3.1 Cálculo Del CBR De Diseño

Figura 46

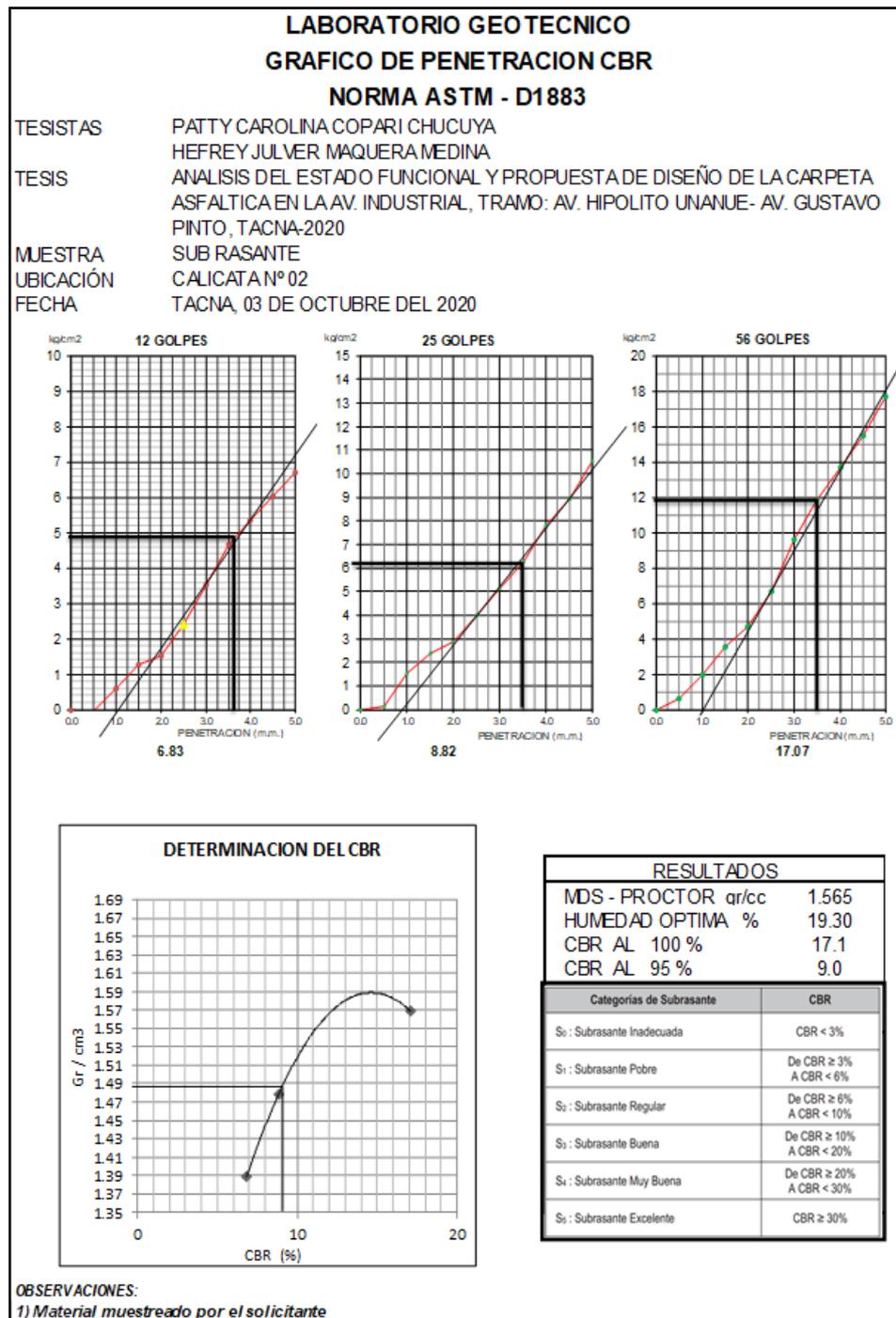
Análisis CBR en laboratorio, calicata 1



Nota: Elaboración propia

Figura 47

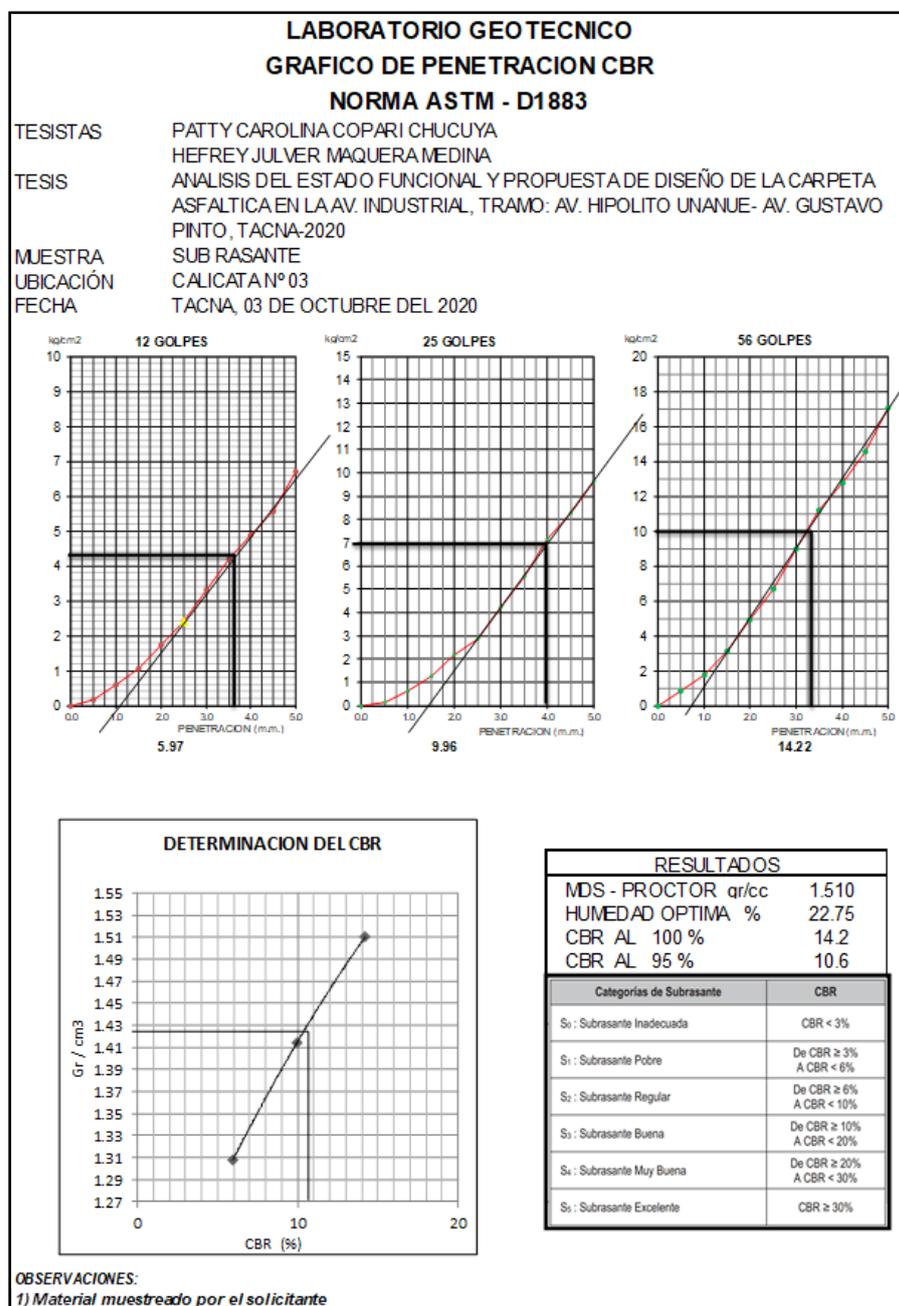
Análisis CBR en laboratorio, calicata 2



Nota: Elaboración propia

Figura 48

Análisis CBR en laboratorio, calicata 3



Nota: Elaboración propia

CALICATA N° 01: CBR AL 95% = 13%

CALICATA N° 02: CBR AL 95% = 09%

CALICATA N° 03: CBR AL 95% = 10.6%

Para efectos de diseño se considera el CBR más crítico, por lo tanto, utilizaremos en los cálculos como **CBR de diseño = 9%**

Nota: En el Anexo 04 se encuentran el informe de laboratorio, con los cálculos de CBR para las 3 calicatas correspondiente a la Av. Industrial.

4.3.2 Cálculo del Índice Medio Diario

Se determina la clasificación vehicular, índice medio diario, cuyo aforo vehicular se realizó durante 7 días de la semana en ambas direcciones, es necesario indicar que por la cuarentena COVID 19 no se pudo aforar el día domingo, y la hora de aforo fue restringido a partir de las 6.00 horas hasta las 22 horas, solamente.

Figura 49

Cálculo de IMD para un conteo promediado

TIPO DE VEHICULO	TRAFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DIA							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _s	%
	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SEMANA				
MOTOS	59	0	50	58	57	58	57	337	337	1.000	48	0.80%
AUTO	1,742.00	0.00	1,736	1,738.00	1,737.50	1,739.00	1,739.50	10,432	10,432	1.000	1,490	24.90%
STATION WAGON	1,657.50	0.00	1,652.50	1,656.00	1,660.50	1,650.00	1,656.00	9,933	9,933	1.000	1,419	23.70%
PICK UP	199.00	0.00	199.00	199.00	198.50	201.00	199.00	1,196	1,196	1.000	171	2.85%
PANEL	132.50	0.00	132.50	132.50	132.50	132.50	132.50	795	795	1.000	114	1.90%
RU RALCombi	1,328.50	0.00	1,327.50	1,328.50	1,327.00	1,327.50	1,332.00	7,971	7,971	1.000	1,139	19.02%
MICRO	1,779.50	0.00	1,776.50	1,750.50	1,770.00	1,781.50	1,778.50	10,637	10,637	1.000	1,520	25.38%
BUS 2E	30.50	0.00	30.00	30.50	30.50	30.50	30.50	183	183	1.000	26	0.44%
BUS 3E	21.00	0.00	20.50	20.00	21.00	21.00	21.00	125	125	1.000	18	0.30%
CAMION 2E	31.00	0.00	30.50	31.00	31.00	31.00	31.00	186	186	1.000	27	0.44%
CAMION 3E	5.00	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	30	30	1.000	4	0.07%
CAMION 4E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1.000	0	0.00%
SEMI TRAYLER 2S1/2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1.000	0	0.00%
SEMI TRAYLER 2S3	13.00	0.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	78	78	1.000	11	0.19%
SEMI TRAYLER 3S1/3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1.000	0	0.00%
SEMI TRAYLER >= 3S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1.000	0	0.00%
TOTAL	6,998	0	6,972	6,962	6,983	6,990	6,995	41,899			5,986	100.00%
IMD	999.71429	0	996	994.5	997.5714286	998.571429	999.21429	998.5714			5,986	

Nota: Elaboración propia

Nota: En el Anexo 05 se encuentran las hojas de aforo vehicular, correspondiente a la calzada derecha e izquierda de la Av. Industrial.

4.3.3 Cálculo de Espesores del Pavimento, Método Instituto del Asfalto Norteamericano

4.3.3.1 Cálculo del Número de Tránsito Diario Promedio

Transformamos a cargas equivalentes de 8.20 tn (18 000 lb) por eje sencillo, según factores proporcionados por el mismo método del instituto del asfalto.

$$N = IMD \times \left(\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \right)$$

Dónde:

A/100: % de vehículos pesados en dirección del tránsito.

B/100: % de vehículos pesados en el carril de diseño.

- Para el cálculo de A:

$$A = \frac{\sum \text{Vehículos pesados}}{IMD} \times 100$$

$$A = \frac{279}{5986} \times 100$$

$$A = 4,66$$

- Para hallar B:

Tabla 11

Porcentaje total de vehículos pesados en el carril de diseño

# total de carriles	% de vehículos pesados del carril de diseño
1	100
2	50
4	45 (35 y 48)
6 a más	40 (25 y 48)

Nota: (Velásquez, 1973)

$$B = 45$$

Entonces:
$$N = IMD \times \left(\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \right)$$

$$N = 5986 \times \left(\frac{4,66}{100} \times \frac{45}{100} \right)$$

$$N = 125.53$$

4.3.3.2 Cálculo del Número de Tránsito Inicial (NTI)

Es un factor adimensional que define el índice de tránsito en base a la carga límite legal, el peso bruto promedio de vehículos pesados (PPVP) y el Numero de transito diario promedio anual (N).

Figura 50

Cálculo de sumatoria de cantidad de vehículo por peso bruto

TIPO DE VEHICULO	IMD	PESO BRUTO	Pvp
MOTOS	48		
AUTO	1490		
STATION WAGON	1419		
PICK UP	171		
PANEL	114		
RURALCombi	1139		
MICRO	1520		
BUS 2E	26	18	468
BUS 3E	18	23	414
CAMION 2E	27	18	486
CAMION 3E	4	25	100
CAMION 4E	0	30	0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	0	29	0
SEMI TRAYLER 2S3=T2S3	11	40	440
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	0	47	0
SEMI TRAYLER >= 3S3	0	49	0
		Ppvp	1908.00

Nota: Elaboración propia

$$PPVP = \frac{\sum (\text{Vehiculos pesados} \times \text{Carga total})}{\sum VP}$$

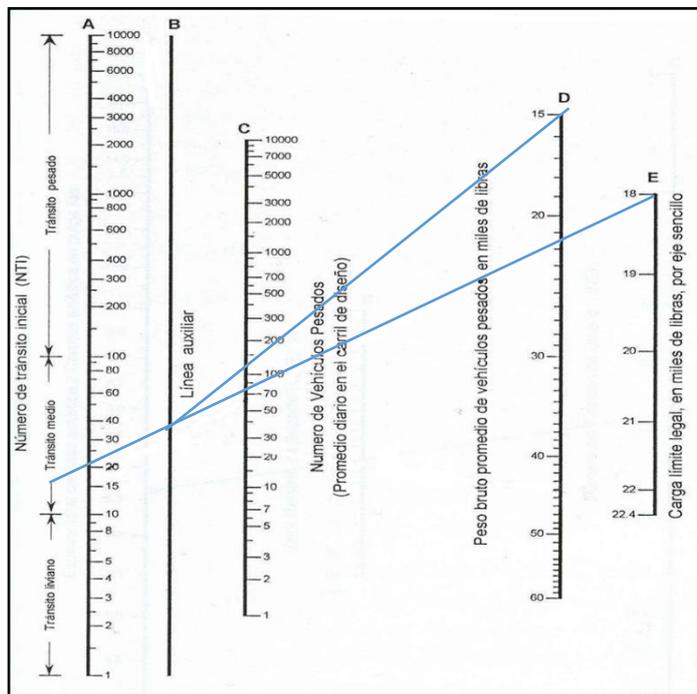
$$PPVP = \frac{1908 \text{ tn}}{279} \times \frac{2204,65 \text{ lb}}{1 \text{ tn}}$$

$$PPVP = 15,076.96 \text{ lb}$$

Este se calcula mediante el nomograma de análisis de tránsito, ingresando el peso (vertical D) y cruzando con N (vertical C) se llega a la línea auxiliar (vertical B) cuya intersección con la carga (vertical E) permite hallar el punto NTI.

Figura 51

Nomograma para calcular NTI



Nota: (Crespo, 2004)

$$NTI = 20$$

Mediante el nomograma se determina que el número de tránsito inicial es 20.

4.3.3.3 Cálculo del Número de Tránsito de Diseño (NTD)

Es el factor adimensional que sirve para determinar el espesor del pavimento.

Para un periodo de diseño de 20 años y una tasa de crecimiento anual 7.06 % (se considera el valor del PBI regional), hallaremos el factor de ajuste de tránsito inicial, utilizando la siguiente table:

Tabla 12*Determinación factor de ajuste*

Periodo de diseño (años)	% de crecimiento anual				
	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.60	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22

Nota: (Velásquez, 1973)

Mediante interpolación determinamos que el factor de ajuste para nuestro pavimento es 2,07.

$$NTD = NTI \times \text{Factor de ajuste}$$

$$NTD = 20 \times 2.07$$

$$NTD = 41.4$$

4.3.3.4 Cálculo del Espesor Total del Pavimento

Con los datos descritos anteriormente y utilizando el nomograma del instituto del asfalto, determinamos el espesor del pavimento.

$$NTD = 41.4$$

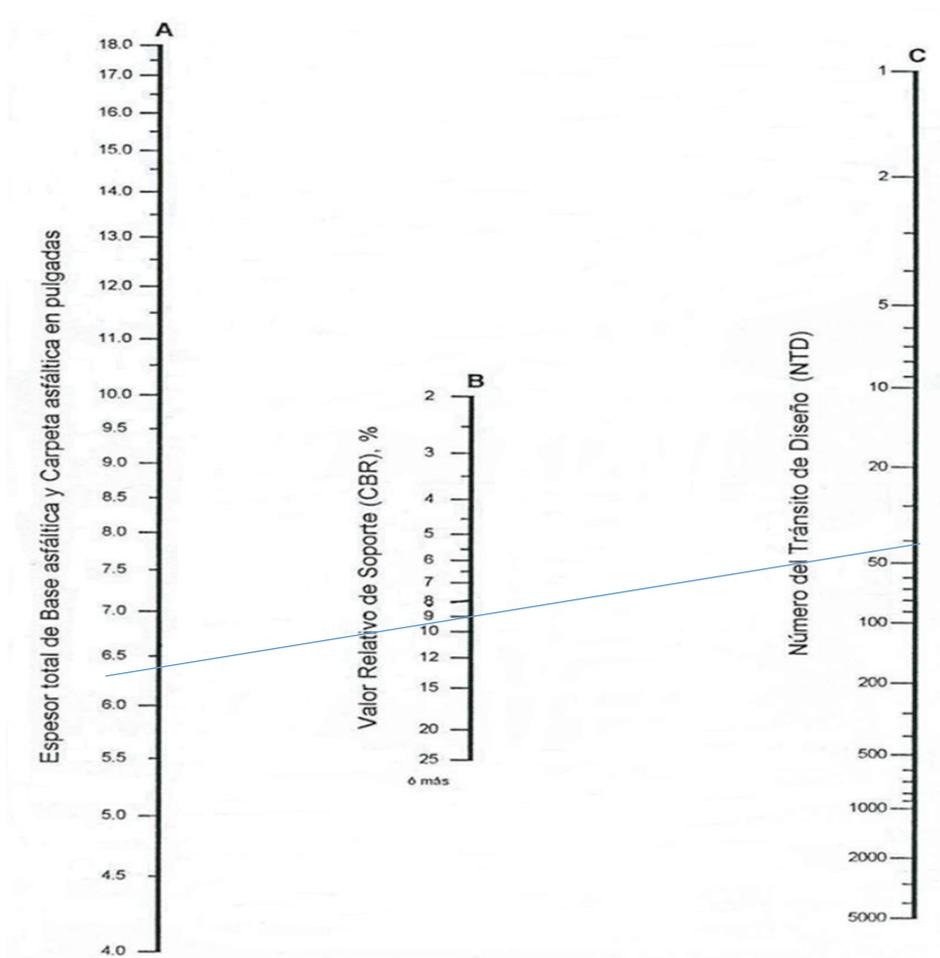
$$CBR = 9\%$$

Con el NTD (vertical C) se traza recta hasta encontrar el valor del CBR (%) y se prolonga hasta la vertical A para encontrar el espesor

total de la base asfáltica y carpeta asfáltica en pulgadas.

Figura 52

Nomograma para calcular espesor total del pavimento



Nota: (Crespo, 2004)

El espesor total para nuestro pavimento según el nomograma es 6,4", para determinar el espesor de la base granular determinamos primero el espesor de la capa de rodadura según la siguiente tabla.

Tabla 13*Espesores mínimos de carpeta asfáltica*

Valor de tránsito para diseño	Espesor mínimo de carpeta asfáltica sobre base de concreto asfáltico
Menor de 10 (tránsito reducido)	1 " (2,50 cm.)
Entre 10 y 100 (tránsito mediano)	1 ½" (3,80 cm.)
Mayor de 100 (tránsito intenso)	2 " (5,0 cm.)

Nota: (Velásquez, 1973)

- Como el valor de NTD está entre 10 y 100, se genera un tránsito mediano, lo cual no es correcto por el efecto de la pandemia del COVID 19, no se aforo los vehículos pesados, corresponde un espesor mínimo de la carpeta asfáltica de 1 1/2", considerando las recomendaciones del MTC, donde recomienda carpetas asfálticas de 5 o 6 cm.
- Por lo que se trabajará con una carpeta asfáltica de 2" y un espesor total de 6,4", el valor de mínimo de nuestra base granular será 4,4".

Para determinar el espesor de base granular el instituto del asfalto sugiere al respecto las relaciones de capas.

Tabla 14*Relación de capas de la estructura del pavimento*

Capas convencionales	Relación
Entre base granular y base de concreto asfáltico	2.00 : 1.00
Entre sub base granular y base de concreto asfáltico	2.70 : 1.00
Entre sub base y base granular	1.35 : 1.00

Nota: (Velásquez, 1973)

Figura 53

Espesor del pavimento en pulgadas y centímetros

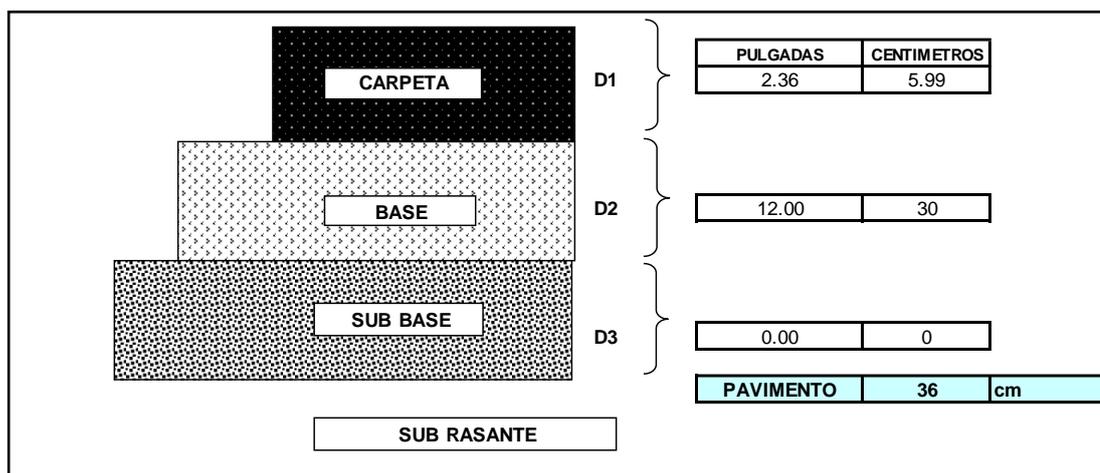
		RELACION	ESPESOR	
			PULGADAS	CENTIMETROS
CARPETA ASFÁLTICA	2.0	1	2.36	6.00
BASE GRANULAR	4.4	2	12.00	30.00

Nota: Elaboración propia

Se considerará un pavimento de espesor 36 cm como diseño final, para el tramo de la Av. Industrial, Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto.

Figura 54

Diseño final del pavimento, Av. Industrial



Nota: Elaboración propia

CAPITULO V DISCUSIÓN

5.1 Análisis de la Rugosidad, Resultados Obtenidos con El Merlin

Los resultados de la rugosidad internacional IRI, evaluados en la calzada derecha y la calzada izquierda de la avenida Industrial, resultan calzada derecha IRI = 7.43 m/km y para la calzada izquierda IRI = 7.50 m/km, por lo que de acuerdo al IRI ponderado = 7.46 m/km, ayuda a calificar el estado del pavimento flexible en función, el cual por los valores aceptados calificamos el estado del pavimento como MALO, y el mismo valor del IRI, también nos ayuda a calificar la transitabilidad de la avenida estudiada.

Figura 55

Resumen de resultados de la rugosidad por calzada

CUADRO RESUMEN DE LA RUGOSIDAD					
CARRIL DERECHO			CARRIL IZQUIERDO		
PROGRESIVA	RUGOSIDAD (m/km)	ESTADO DEL PAVIMENTO	PROGRESIVA	RUGOSIDAD (m/km)	ESTADO DEL PAVIMENTO
0+000 al 0+400	7.14	Malo	0+000 al 0+400	5.11	Malo
0+400 al 0+800	6.43	Malo	0+400 al 0+800	9.78	Malo
0+800 al 1+200	7.35	Malo	0+800 al 1+200	9.07	Malo
1+200 al 1+600	8.81	Malo	1+200 al 1+600	6.02	Malo
7.43			7.50		
IRI PROMEDIO:		7.46 m/km		IRI 7.46 m/km	
ESTADO DEL PAVIMENTO:		MALO		Conversión a PSI en función del IRI 1.29	
				Clasificación del PSI TRANSITABILIDAD MALA	

Nota: Elaboración propia

Tabla 15

Calificación del estado del pavimento

País	Bueno	Regular	Malo
EE.UU	< 2.4	2.4 – 4.7	> 4.7
Chile	0– 3.0	3.0 – 3.6	> 4.0
Honduras	< 3.5	3.5 – 6.0	> 6.0

Uruguay	< 3.9	4.0 – 6.0	> 4.6
Peru	< 2.5	2.5 – 4.5	> 4.5

Nota: (Alvarenga, 2002)

La transitabilidad de la vía, es decir la adjetivación de la calidad de servicio que brinda en un momento determinado el pavimento, se evalúa en función de los valores del PSI calculados, de acuerdo a los siguientes rangos:

Tabla 16

Calificación de la transitabilidad.

PSR	Transitabilidad
0-1	Muy mala
1-2	Mala
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

Nota: (Sachún,2016)

Luego del análisis de todos los resultados y el IRI ponderado de la rugosidad, se obtiene la calificación de la TRANSITABILIDAD que brinda la avenida Industrial en el momento de la investigación, para ello se toma el valor determinado del PSI en base al IRI ponderado con la ecuación de William Paterson, de cuyo resultado se obtiene el valor de **PSI = 1.29**, por lo que califica como una TRANSITABILIDAD MALA.

5.2 Análisis de los Resultados del Índice de Condición – PCI

Tabla 17

Resultados del método PCI – Av. Industrial.

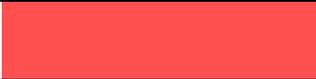
Resultado De Pci Ponderado Tramo 01	16.67	Muy Malo
Resultado De Pci Ponderado Tramo 02	15.22	Muy Malo
Resultado De Pci Ponderado Av. Industrial (Calzada Derecha Y Calzada Izquierda)	15.95	Muy Malo

Nota: Elaboración propia

En el tramo 01 y en el tramo 02 podemos visualizar los resultados del PCI ponderados por cada tramo, resultados PCI t-1 = 16.67 y PCI t-2 = 15.22, estos valores ayudaron a calificar el estado del pavimento, después de haber analizado todas las fallas presentes de acuerdo a la evaluación, donde se presentan con mayor presencia fallas, como: Depresión, Grietas longitudinales y transversales, parcheo, huecos y desprendimiento de agregados, las cuales presentan una severidad de medio a alto, por lo que podemos obtener el resultado del PCI ponderado de toda la avenida, calzada derecha y calzada izquierda, donde la calificación del estado del pavimento resulta MUY MALO.

Tabla 18

Rango de clasificación PCI

rango	Clasificación	color sugerido
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy Bueno	
70 - 55	bueno	
55 - 40	regular	
40 – 25	malo	

25-10	muy malo	
10-0	fallado	

Nota: (ASTM D6433, 2016)

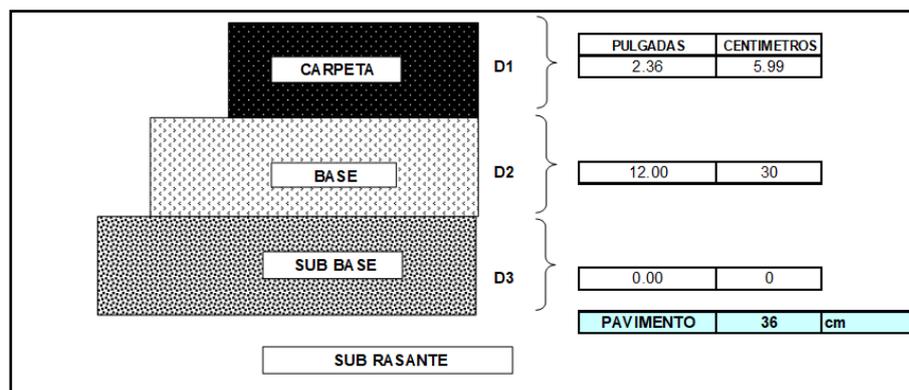
Los resultados del IRI obtenidos del ensayo con el rugosímetro de MERLIN, coinciden con los valores obtenidos con la metodología del PCI, con valores que califican el estado del pavimento, en el caso de IRI, calificado de MALO, transitabilidad MALO y el índice de condición PCI califica MUY MALO, por lo cual es necesario diseñar una propuesta de espesores.

5.3 Análisis de los Resultados de la Propuesta de Diseño de Espesores

Para el diseño de espesores se utilizó el Método del Instituto del Asfalto Norteamericano para la avenida Industrial, Tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, cuyo diseño se visualiza en la figura:

Figura 56

Propuesta final de espesores Av. Industrial



Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados del índice de condición, califican el estado del pavimento MUY MALO, después del análisis de las fallas presentes y su severidad y el cálculo de la rugosidad que ayuda a conocer la transitabilidad cuyo resultado fue, MALA, por lo que fue necesario diseñar una propuesta para reforzar la estructura superficial del pavimento. Se puede optar por un recapeado

asfáltico, o un fresado para un reciclado del pavimento, porque son formas de rehabilitación aplicando mezclas asfálticas sobre la estructura de un pavimento en servicio, cuya finalidad es de corregir los defectos funcionales y estructurales. La propuesta final de espesores para la rehabilitación de la avenida Industrial es considerar la carpeta asfáltica de 6 cm. con una base granular de 30 cm.

CONCLUSIONES

- En la investigación realizada se analizó el estado funcional de la carpeta asfáltica de la vía existente en la avenida Industrial utilizando las metodologías del PCI y MERLIN, para determinar una propuesta de espesores utilizando el método del Instituto del Asfalto Norteamericano.
- Aplicando la metodología PCI, se determina como resultados de las 16 unidades de muestreo en la calzada derecha y 20 unidades de muestreo en la calzada izquierda, para el tramo 1 valores de PCI = 16.67, para el tramo 2 PCI = 15.22, por el que para el PCI ponderado de todo el tramo en estudio se obtiene un PCI = 15.95, con una clasificación del pavimento MUY MALO.
- En relación a la evaluación de la rugosidad utilizando el rugosímetro de MERLIN para analizar el estado funcional de la carpeta asfáltica en la avenida Industrial, obtiene resultados en la calzada derecha IRI = 7.43 m/km y en la calzada izquierda IRI = 7.50 m/km, para finalmente considerar un IRI ponderado en toda la avenida estudiada igual a 7.46 m/km, por lo que utilizando el valor del IRI ponderado de la vía nos permite calcular la transitabilidad, según la tabla de sachun el estudio refleja una TRANSITABILIDAD MALA, por lo que es necesario mantener las condiciones de confort y seguridad.
- La determinación de los resultados, de las metodologías del PCI y el rugosímetro de MERLIN, consideran una calificación del estado del pavimento MALO a MUY MALO, calificación que nos permite desarrollar un diseño de espesores del pavimento para la avenida Industrial, utilizando el Método del Instituto del Asfalto Norteamericano para el cual se define una estructura de 36.00 cm, es decir 6.00 cm para la carpeta asfáltica y 30.00 cm para la base granular.

RECOMENDACIONES

- Analizado el estado funcional del pavimento flexible utilizando las metodologías del PCI y MERLIN, y considerando los resultados obtenidos, se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna, programar una rehabilitación de la avenida Industrial considerando un recapeo del tramo estudiado Av. Hipólito Unanue – Av. Pinto, el cual se encuentra en un estado MALO.
- Considerando los resultados de la evaluación con la metodología PCI, nos permite recomendar a la Municipalidad Provincial de Tacna, Gerencia de Ingeniería y Obras, que se considere incorporar dentro de su plan de inversiones, puesto que la metodología es sencilla, practica y permite una evaluación real del estado situacional de la misma, para garantizar el confort y seguridad de los involucrados.
- Considerando los resultados de la evaluación de la rugosidad con el MERLIN, reafirmamos la recomendación a las entidades Públicas encargadas de ejecutar proyectos de infraestructura vial para programar trabajos de mantenimiento rutinarios y mantenimiento periódico (rehabilitación y reconstrucción), por lo que el equipo es eficaz en sus resultados.
- Para la rehabilitación de la vía estudiada se recomienda utilizar el diseño de espesores para el pavimento flexible de la avenida Industrial, obtenidos en la presente investigación. Considerar 6 cm de carpeta asfáltica y 30 cm de base granular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almenara, C. (2015). *Aplicación de telefonos inteligentes para determinar la rugosidad de pavimentos urbanos en Lima*. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Alvarenga, E. (2002). *Indices de medición de la regularidad de un pavimento*. Republica del El Salvador: Ministerio de Obras Publicas, transporte, vivienda y desarrollo urbano.
- ASTM D6433. (2016). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. *ASTM International*, Recuperado de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D6433-16.htm>.
- Briceño, L; Narcizo,W. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO 93 y la del Instituto del Asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de Chuan parte baja, distrito de Julcán, provincia de Julcán, La Libertad*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Crespo, C. (2004). *Vías de Comunicación.Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*. Mexico: Limusa.
- Del Aguila, P. (1999). *Manual del Usuario Merliner, Merlin Equipo para Rugosidad*. Merliner.
- Hoffman, M.: Del Águila, P. (1885). *Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexiones*. s/e.
- Hurtado, W. (2016). *Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, Cantón Quito, provincia de Pichincha*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.
- Junai, M. (2015). *Pavement performance measures using Android based Smartphone application*. India: Universidad de Osmania.
- Lozano, D. (2015). *Diseño óptimola estructura del pavimento flexible en la H.U.P Villa Victoria del istrito de Nuevo Chimbote, mediante el método del Instituto del*

Asfalto y AASHTO. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa - Chimbote.

Medina, R.; Farro, D. (2018). *Evaluación superficial y de rugosidad del pavimento en la Av. Circunvalación Oeste, tramo. Óvalo Transportes - Óvalo Cuzco, distrito de Tacna, provincia de Tacna, Tacna-2017*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.

Montoya, J. (2013). *Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en el Perú*. Piura-Perú: Universidad de Piura.

Pari, P. (2010). *Estudio de la rugosidad en pavimentos asfálticos de la ciudad de Puno*. Puno-Perú: Universidad Nacional del Altiplano.

Pomasonco de la Cadena, R. (2010). *Evaluación de la transitabilidad utilizando el rugosímetro de MERLIN monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km. 110+000 al Km. 112+000*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Sachún, J. (2016). *Estudio del Índice de Rugosidad Internacional de la Panamericana Norte-Zona Trujillo, para su mantenimiento*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.

Sayers, Michel; Karamihas, Steven. (1998). *The Little book of profiling. Basic information about measuring and interpreting road profiles*. Washington, USA.

Shahin, M. (2005). *Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots*. USA: Springer Science + Business Media. LLC 2° Edición.

Sologorre, J. (2005). *Evaluación de la rugosidad de Pavimentos con uso del BUMP Integrator*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales: INGEPAV.

Velasquez, M. (1973). *The Asphalt Institute: Manual del Instituto del Asfalto*. España: Ediciones URMO.

Vergara, A. (2015). *Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay - Ingenio del KM 0+000 al KM 1+000, 2014*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Hoja de Campo por Unidad de Muestreo Av. Industrial Calzada Derecha de Bajada

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 0 +128	T 5				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 0 + 160	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.40		230.40	100.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 256	T 9				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 0 + 288	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.4		230.400	100.000	
				0.000	0.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.						
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV.INDUSTRIAL	km 0 + 384	T13				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 0 + 416	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
10	L	3.10		3.1	1.345	
19	H	227.30		227.3	98.655	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.						
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV.INDUSTRIAL	km 0 + 512	T17				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 0 + 544	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.4		230.4	100.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 640	T21				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m ²):				
	km 0 + 672	230.4				
INSPECCIONADA POR:		FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.		3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.4		230.400	100.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 768	T25				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m ²):				
	km 0 + 800	230.4				
INSPECCIONADA POR:		FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.		3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.4		230.400	100.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.: CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 896	T29				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 0 + 928	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.40		230.4	100.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 024	T33				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 1 + 056	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.40		230.4	100.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 152	T37			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 1 + 184	230.4			
INSPECCIONADA POR:	FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
13	L	6		6	2.604
11	L	19.2		19.2	8.333
19	H	205.2		205.2	89.063

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 280	T41			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 1 + 312	230.4			
INSPECCIONADA POR:	FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
6	L	2.56		2.560	1.111
11	L	29.4		29.400	12.760
19	H	198.44		198.440	0.450

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 408	T45			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m ²):			
	km 1 + 440	230.4			
INSPECCIONADA POR:	FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
10	M	24		24.000	10.417	
11	H	3.64		3.640	1.580	
19	H	202.76		202.760	88.003	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 536	T49			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m ²):			
	km 1 + 568	230.4			
INSPECCIONADA POR:	FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
19	H	230.4		230.400	100.000	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 184	T38 ADICIONAL				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 1 + 216	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
6	M	2.56		2.56	1.111	
11	L	29.40		29.4	12.760	
13	H	6.00		6	2.604	
10	M	22.00		22	9.549	
19	H	170.44		170.44	73.976	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 248	T40 ADICIONAL				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 1 + 280	230.4				
INSPECCIONADA POR:			FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
6	L	2.56		2.560	1.111	
11	L	29.4		29.400	12.760	
13	M	4		4.000	0.009	
19	H	194.44		194.440	84.392	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	
AV.LITROAL	km 2 + 304	T44 ADICIONAL	
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):	
	km 2 + 336	224	
INSPECCIONADA POR:	FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long. y transversal		

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
10	M	19.5		19.500	8.705	
11	M	4.32		4.320	1.929	
13	L	15		15.000	6.696	
19	H	191.58		191.580	85.527	

Hoja Por Unidad De Muestreo Av. Industrial Calzada Izquierda De Subida

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:			
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV.INDUSTRIAL	km 0 + 128	T5				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 0 + 160	230.4				
INSPECCIONADA POR:	FECHA:					
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020					
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
10	L	7		7	3.038	
13	M	2		2	0.868	
19	H	221.4		221.4	96.094	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 256	T 9			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 0 + 288	230.4			
INSPECCIONADA POR:			FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
10	L	15		15.00	6.510
19	H	215.40		215.40	93.490

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 384	T 13			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 0 + 416	230.4			
INSPECCIONADA POR:			FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
11	L	2.4		2.4	1.042
19	H	228		228	98.958

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA				
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:		
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 512	T 17		
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):		
	km 0 + 544	230.4		
INSPECCIONADA POR:	FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño	
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo	
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados	
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea	
5	Corrugación	15	Ahuellamiento	
6	Depresión	16	Desplazamiento	
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)	
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento	
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.	
10	Grietas long. y transversal			
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total
11	L	49		49.000
11	M	4		4.000
13	H	1		1.000
19	H	176.4		176.400
				Densidad (%)
				21.267
				1.736
				0.434
				76.563

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.: CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA				
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:		
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 640	T21		
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):		
	km 0 + 672	230.4		
INSPECCIONADA POR:	FECHA:			
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020			
No.	Daño	No.	Daño	
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo	
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados	
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea	
5	Corrugación	15	Ahuellamiento	
6	Depresión	16	Desplazamiento	
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)	
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento	
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.	
10	Grietas long. y transversal			
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total
11	L	51.20		51.2
19	H	179.20		179.2
				Densidad (%)
				22.222
				77.778
				Valor deducido

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.							
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:		
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:					
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 768	T25					
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):					
	km 0 + 800	230.4					
INSPECCIONADA POR:			FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo				
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.				
10	Grietas long. y transversal						
Daño	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad (%)	Valor deducido
10	L	10			10	4.340	
19	H	220.4			220.4	95.660	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I.							
CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:		
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:					
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 896	T29					
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):					
	km 0 + 928	230.4					
INSPECCIONADA POR:			FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo				
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.				
10	Grietas long. y transversal						
Daño	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	L	35.44			35.44	15.382	
13	L	3			3	1.302	
19	H	191.196			191.196	82.984	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 024	T33				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 1 + 056	230.4				
INSPECCIONADA POR:		FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.		3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	L	51.2		51.200	22.222	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:	
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:				
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 152	T37				
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):				
	km 1 + 184	230.4				
INSPECCIONADA POR:		FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.		3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo			
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos			
4	Abultamientos y hundimien	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long. y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	L	38.08		38.080	16.528	
13	M	1		1.000	0.434	
19	H	191.32		191.320	83.038	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 280	T41	
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):	
	km 1 + 312	230.4	
INSPECCIONADA POR:	FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long. y transversal		

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
1	H	22.5		22.500	9.766	
11	L	35.2		35.200	15.278	
11	M	9.87		9.870	4.284	
13	H	4		4.000	1.736	
19	L	158.3		158.300	68.707	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 408	T45	
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):	
	km 1 + 440	230.4	
INSPECCIONADA POR:	FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long. y transversal		

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	L	35.2		35.200	15.278	
13	L	18		18.000	7.813	
19	H	177.2		177.200	76.910	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA																																															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:																																												
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:																																													
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 536	T49																																													
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m ²):																																													
	km 1 + 568	230.4																																													
INSPECCIONADA POR:	FECHA:																																														
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Daño</th> <th>No.</th> <th>Daño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>11</td><td>Parqueo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>12</td><td>Pulimiento de agregados</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en bloque</td><td>13</td><td>Huecos</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y hundimientos</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de borde</td><td>17</td><td>Grieta parabólica (slippage)</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel carril / berma</td><td>19</td><td>Desprendimiento de agregados.</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas long. y transversal</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				No.	Daño	No.	Daño	1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo	2	Exudación	12	Pulimiento de agregados	3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea	5	Corrugación	15	Ahuellamiento	6	Depresión	16	Desplazamiento	7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)	8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento	9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.	10	Grietas long. y transversal		
No.	Daño	No.	Daño																																												
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo																																												
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados																																												
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos																																												
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea																																												
5	Corrugación	15	Ahuellamiento																																												
6	Depresión	16	Desplazamiento																																												
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)																																												
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento																																												
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.																																												
10	Grietas long. y transversal																																														

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
6	H	2.89		2.890	1.254	
10	L	7		7.000	3.038	
11	L	35.2		35.200	15.278	
19	H	185.31		185.310	80.430	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA																																															
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:																																												
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:																																													
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 96	T4 ADICIONAL																																													
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m ²):																																													
	km 0 + 128	230.4																																													
INSPECCIONADA POR:	FECHA:																																														
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Daño</th> <th>No.</th> <th>Daño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>11</td><td>Parqueo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>12</td><td>Pulimiento de agregados</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en bloque</td><td>13</td><td>Huecos</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y hundimientos</td><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de borde</td><td>17</td><td>Grieta parabólica (slippage)</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel carril / berma</td><td>19</td><td>Desprendimiento de agregados.</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas long. y transversal</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				No.	Daño	No.	Daño	1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo	2	Exudación	12	Pulimiento de agregados	3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea	5	Corrugación	15	Ahuellamiento	6	Depresión	16	Desplazamiento	7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)	8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento	9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.	10	Grietas long. y transversal		
No.	Daño	No.	Daño																																												
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo																																												
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados																																												
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos																																												
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea																																												
5	Corrugación	15	Ahuellamiento																																												
6	Depresión	16	Desplazamiento																																												
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)																																												
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento																																												
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.																																												
10	Grietas long. y transversal																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Daño</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidades parciales</th> <th>Total</th> <th>Densidad (%)</th> <th>Valor deducido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>L</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>5.208</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>H</td> <td>218.4</td> <td>218.4</td> <td>94.792</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido	11	L	12	12	5.208		19	H	218.4	218.4	94.792																											
Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido																																										
11	L	12	12	5.208																																											
19	H	218.4	218.4	94.792																																											

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 416	T 15 ADICIONAL			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 0 + 448	230.4			
INSPECCIONADA POR:			FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
6	L	2.56		2.56	1.111
11	L	3.2		3.2	1.389
19	H	224.56		224.56	97.465

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 576	T19 ADICIONAL			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 0 + 608	230.4			
INSPECCIONADA POR:			FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.			3/10/2020		
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
6	L	2.56		2.56	1.111
6	M	2.56		2.56	1.111
11	L	47.104		47.104	20.444
11	M	2		2	0.868
19	H	176.176		176.176	76.465

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 736	T24 ADICIONAL			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 0 + 768	230.4			
INSPECCIONADA POR:	FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
10	L	24		24	10.417
13	L	10		10.00	4.340
13	M	4		4.00	1.736
13	H	1		1.00	0.434
19	H	191.40		191.4	83.073

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:			
AV. INDUSTRIAL	km 0 + 864	T28 ADICIONAL			
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):			
	km 0 + 896	230.4			
INSPECCIONADA POR:	FECHA:				
COPARI CH. - MAQUERA M.	3/10/2020				
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long. y transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)
6	M	5		5	2.170
10	L	13.5		13.5	5.859
11	M	8.4		8.4	3.646
13	L	24		24	10.417
13	M	6		6	2.604
19	H	173.5		173.5	75.304

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 120	T36 ADICIONAL	
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):	
	km 1 + 152	230.4	
INSPECCIONADA POR:	FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.		3/10/2020	
No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long. y transversal		

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
6	L	10.24		10.240	4.444	
11	M	41.8		41.800	18.142	
13	M	1		1.000	0.434	
19	H	177.36		177.360	76.979	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO P.C.I. CARRETERAS DE SUPERFICIE ASFÁLTICA			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA:
ZONA:	PROGRESIVA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:	
AV. INDUSTRIAL	km 1 + 344	T43 ADICIONAL	
CÓDIGO VÍA:	PROGRESIVA FINAL:	ÁREA DE MUESTREO (m2):	
	km 1 + 376	230.4	
INSPECCIONADA POR:	FECHA:		
COPARI CH. - MAQUERA M.		3/10/2020	
No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados.
10	Grietas long. y transversal		

Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido
6	L	2.56		2.560	1.111	
10	L	2.8		2.800	1.215	
11	L	29.44		29.440	12.778	
13	H	11		11.000	4.774	
19	H	184.6		184.600	80.122	



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 9		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+256.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+288.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	230.40							230.40	100.00	78.80
Total VD :											78.80	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95
 Valor deducido más alto HDV : 78.80

N°	VALORES DUDUCIDOS									VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.80									78.80	1	78.80
Máx. VDC											78.80	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	*ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020*
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 13		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+384.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+416.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	L	3.10							3.10	1.35	0.00
19	DA	H	227.30							227.30	98.65	78.60
Total VD :											78.60	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.97
 Valor deducido más alto HDV : 78.60

N°	VALORES DUDUCIDOS									VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.60									78.60	1	78.60
Máx. VDC :											78.60	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.40
 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 17		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+512.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+544.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	230.40							230.40	100.00	78.80
											Total VD :	78.80

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95
 Valor deducido más alto HDV : 78.80

N°	VALORES DUDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.80										78.80	1	78.80
											Máx. VDC	78.80	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 21		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+640.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+672.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
19	DA	H	230.40									230.40	100.00	78.80
												Total VD :	78.80	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95
 Valor deducido más alto HDV : 78.80

N°	VALORES DUDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.80										78.80	1	78.80
												Máx. VDC	78.80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 25		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+768.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+800.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
19	DA	H	230.40									230.40	100.00	78.80
Total VD :												78.80		

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95
 Valor deducido más alto HDV : 78.80

N°	VALORES DUDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.80										78.80	1	78.80
Máx. VDC												78.80	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 33		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+024.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+056.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	230.40							230.40	100.00	78.80
Total VD :											78.80	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95
 Valor deducido más alto HDV : 78.80

N°	VALORES DUDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.80										78.80	1	78.80
Máx. VDC													78.80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 41		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+280.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+312.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Comugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	L	2.56							2.56	1.11	4.24
11	PA	L	29.40							29.40	12.76	18.70
19	DA	H	198.44							198.44	86.13	76.60
Total VD :											99.55	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.15

Valor deducido más alto HDV : 76.60

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	76.60	18.70	4.24					99.60	3	62.76
2	76.60	18.70	2.00					97.30	2	68.96
3	76.60	2.00	2.00					80.60	1	80.60
Máx. VDC										80.60

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
19.40

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 49		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+536.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+568.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	230.40								230.40	100.00	78.80
											Total VD :	78.80	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.95
 Valor deducido más alto HDV : 78.80

N°	VALORES DUDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.80										78.80	1	78.80
											Máx. VDC	78.80	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
21.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 01	SECCIÓN :	1
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 40		
CALZADA:	DERECHA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+248.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+280.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
MUESTREO ADICIONAL	
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	L	2.56							2.56	1.11	4.24
11	PA	L	29.4							29.40	12.76	18.70
13	BA	M	4							4.00	1.74	42.31
19	DA	H	194.44							194.44	84.39	76.29
Total VD :											141.55	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.18

Valor deducido más alto HDV : 76.29

N°	VALORES DUDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	76.29	42.31	18.70	0.76		138.10	3	83.05
2	76.29	42.31	2.00	0.76		121.40	2	82.13
3	76.29	2.00	2.00	0.76		81.10	1	81.10
Máx. VDC								83.05

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

16.95

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 9		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+256.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+288.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	L	15							15.00	6.51	5.01
19	DA	H	215.4							215.40	93.49	77.82
Total VD :												82.84

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.04
 Valor deducido más alto HDV : 77.82

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	77.82	5.01						82.80	2	59.68
2	77.82	2.00						79.80	1	79.80
Máx. VDC										79.80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
20.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 13		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+384.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+416.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	L	2.4							2.40	1.04	2.39
19	DA	H	228							228.00	98.96	78.64
Total VD :											81.03	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.96
 Valor deducido más alto HDV : 78.64

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.64	2.39						81.00	2	58.60
2	78.64	2.00						80.60	1	80.60
Máx. VDC										80.60

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
19.40

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	*ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020*
------------------	--

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 21		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+640.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+672.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	L	51.2								51.20	22.22	24.61
19	DA	H	179.2								179.20	77.78	75.08
												Total VD :	99.69

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.29

Valor deducido más alto HDV : 75.08

N°	VALORES DUDUCIDOS								VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	75.08	24.61							99.70	2	70.60	
2	75.08	2.00							77.10	1	77.10	
											Máx. VDC	77.10

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
22.90

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 25		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+768.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+800.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	L	10							10.00	4.34	3.14
19	DA	H	220.4							220.40	95.66	78.15
Total VD :											81.29	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.01
 Valor deducido más alto HDV : 78.15

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.15	3.14						81.30	2	58.78
2	78.15	2.00						80.10	1	80.10
Máx. VDC										80.10

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
 19.90

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 29		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+896.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+928.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	L	35.44							35.44	15.38	20.51
13	BA	L	3							3.00	1.30	23.00
19	DA	H	191.196							191.20	82.98	76.04
Total VD :											119.55	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **3.20**
 Valor deducido más alto HDV : **76.04**

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	76.04	23.00	20.51					119.60	3	73.49
2	76.04	23.00	2.00					101.00	2	71.32
3	76.04	2.00	2.00					80.00	1	80.00
Máx. VDC										80.00

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
20.00

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 37		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+152.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+184.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m2
FECHA :	3/10/2020
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
11	PA	L	38.08									38.08	16.53	21.30
13	BA	M	1									1.00	0.43	19.15
19	DA	H	191.32									191.32	83.04	76.05
												Total VD :		116.50

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.20

Valor deducido más alto HDV : 76.05

N°	VALORES DUDUCIDOS								VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	76.05	21.30	19.15						116.50	3	71.88	
2	76.05	21.30	2.00						99.40	2	70.39	
3	76.05	2.00	2.00						80.00	1	80.00	
											Máx. VDC	80.00

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
20.00

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"
------------------	--

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 15		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+416.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+448.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
MUESTREO ADICIONAL	
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m2

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta Parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m2

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Medio (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	L	2.56							2.56	1.11	4.24
11	PA	L	3.2							3.20	1.39	3.12
19	DA	H	224.56							224.56	97.47	78.42
Total VD :											85.78	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 2.98

Valor deducido más alto HDV : 78.42

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	78.42	4.24	3.05					85.70	3	54.33
2	78.42	4.24	2.00					84.70	2	60.82
3	78.42	2.00	2.00					82.40	1	82.40
Máx. VDC										82.40

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)
17.60

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:

"ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020"

TRAMO :	N° 02	SECCIÓN :	2
UNIDAD DE MUESTREO :	U - 36		
CALZADA:	IZQUIERDA		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+120.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+152.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	3/10/2020
MUESTREO ADICIONAL	
EVALUADOR :	COPARI CH. - MAQUERA M.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	L	10.24							10.24	4.44	8.68
11	PA	M	41.8							41.80	18.14	40.05
13	BA	M	1							1.00	0.43	19.15
19	DA	H	177.36							177.36	76.98	74.93
Total VD :											142.81	

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.30

Valor deducido más alto HDV : 74.93

N°	VALORES DUDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	74.93	40.05	19.15	2.60				136.70	4	76.48
2	74.93	40.05	19.15	2.00				136.10	3	82.05
3	74.93	40.05	2.00	2.00				119.00	2	80.95
4	74.93	2.00	2.00	2.00				80.90	1	80.90
Máx. VDC										82.05

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

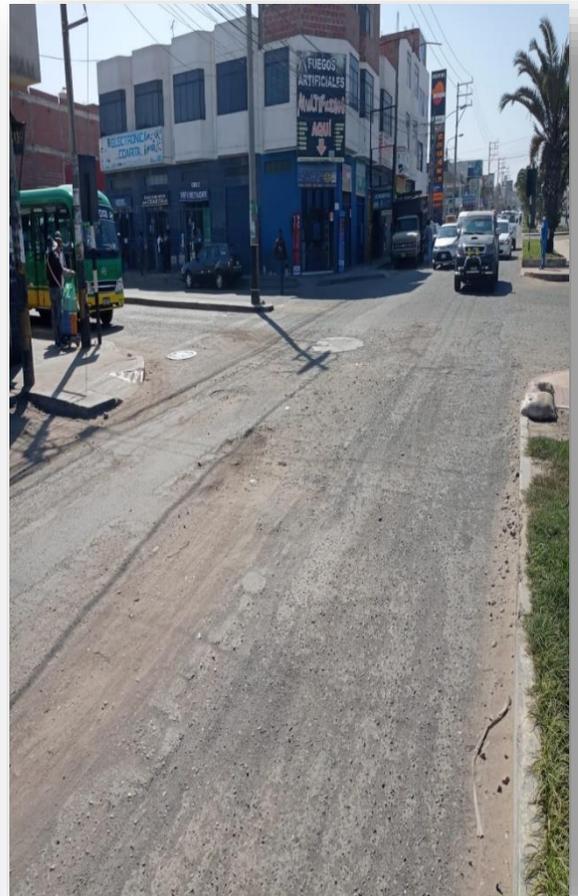
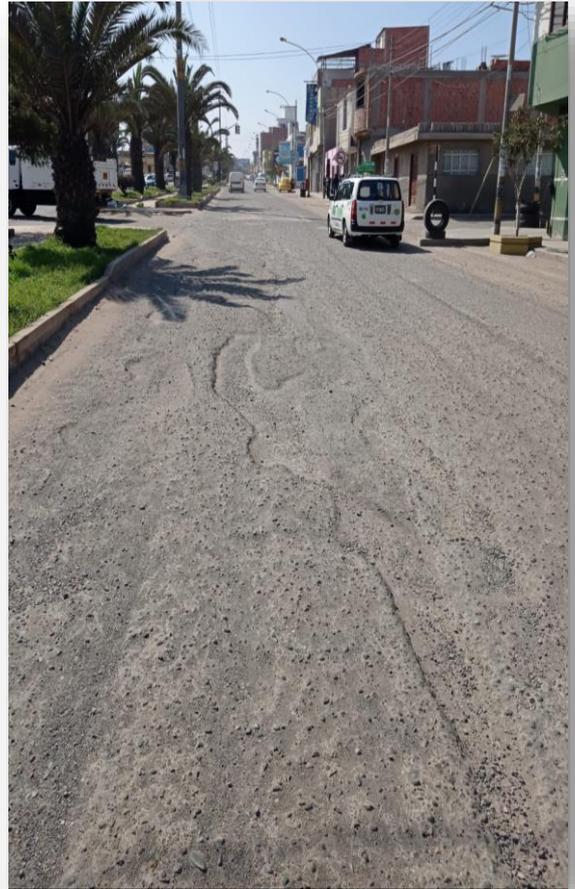
17.95

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO

Anexo 3: Panel Fotográfico. Zona de investigación





Anexo 3: Panel Fotográfico. Uso Del Rugosímetro De Merlin







Tramo 1.



Tramo 5.



Tramo 9.



Tramo 13.



Tramo 19.



Tramo 17.



Tramo 21.



Tramo 25.



Tramo 29.



Tramo 33



Tramo 37



Tramo 41



Tramo 45



Tramo 49



Calzada Izquierda.

Tramo 1.



Tramo 9



Tramo 5.

Tramo 13



Tramo 17



Tramo 21



Tramo 25



Tramo 29



Tramo 33



Tramo 37



Tramo 41



Tramo 45



Tramo 49



Anexo 4: Cálculo De CBR En Laboratorio.



**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION**

TESIS:

**ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE
DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA AV.
INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV.
GUSTAVO PINTO, TACNA-2020**

TESISTAS:

**PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA**



INDICE

	Pág.
1. GENERALIDADES	3
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	4
3. ALCANCE Y DESARROLLO DEL ESTUDIO	6
4. ESTADO ACTUAL DE LA VIA	6
5. MARCO LEGAL	6
6. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO	6
7. ANTECEDENTES TOPOGRAFICOS	7
8. CLIMA	7
9. VIAS DE ACCESO	8
10. METODOLOGIA	10
11. TRABAJOS EFECTUADOS	10
11.1 GEOLOGÍA - EXPLORACIÓN	10
11.2 GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
11.3 SÍSMICA	12
11.4 TRABAJO DE CAMPO – MUESTREO DE SUELOS	13
11.5 TRABAJO DE LABORATORIO – GEOTECNIA	14
11.6 TRABAJO DE GABINETE – CÁLCULOS	14
11.7 PERFIL ESTRATIGRAFICO	14
11.8 PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREATICA	14
12. CONCLUSIONES	15
13. RECOMENDACIONES	17
ANEXO N° 01 - CERTIFICADOS DE ENSAYOS REALIZADOS	



1. GENERALIDADES

El presente informe corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Pavimentación, el cual se realizó para la TESIS: “ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO PINTO, TACNA-2020”, y fue realizado por los tesistas: PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA - HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA, con la finalidad de verificar las propiedades físicas y químicas del suelo y tiene por objeto entregar los antecedentes del suelo y las recomendaciones para el diseño de pavimento.

Un informe geotécnico es el resultado de los trabajos de inspección y caracterización del subsuelo afectado por una obra de ingeniería o arquitectura, motivados por la necesidad de conocer el comportamiento del terreno ante la influencia de la misma, y que además de comprender los aspectos descriptivos formales del terreno, acostumbra a incluir ciertas recomendaciones para el proyecto de la obra, en aquellas facetas en la que la misma “interacciona” con el terreno.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

2.1 OBJETIVO GENERAL

El presente estudio de suelos tiene como objetivo principal proporcionar la información técnica necesaria sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo para el estudio de la Tesis: “ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO PINTO, TACNA-2020” El estudio fue realizado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades físicas y químicas, proporcionando los parámetros necesarios para el diseño y construcción del Proyecto.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico superficial de la zona, que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Parámetros de diseño y/o construcción de estructuras y cuyo valor depende directamente del suelo.
- Conclusiones y Recomendaciones.



2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

El presente estudio tiene por objetivos específicos la realización de los siguientes ensayos de caracterización de las propiedades físicas y químicas del suelo en la zona de ejecución del proyecto, los ensayos requeridos son los siguientes:

Análisis Granulométrico por Tamizado - MTC E107

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

Humedad Natural - MTC E108.

Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten. La determinación de la humedad natural (ensayo MTC EM 108) permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC EM 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el Proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado

Límites de Atterberg - MTC E110 - MTC E111.

Los Límites de Atterberg establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC EM 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC EM 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC EM 112).

Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO - ASTM D2487; ASTM D3282.

Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el



conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos. La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro 4.9. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico. A continuación, se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS):

Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

Proctor Estándar - MTC E116.

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 5,5 lbf (24,4 N) que cae de una altura de 12 pulgadas (305 mm), produciendo un Energía de compactación de 12 400 lb-pie/pie³ (600 kN-m/m³). Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4” pulg (19.0 mm).

California Bearing Ratio CBR - MTC E132.

(Ensayo MTC EM 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm



3. ALCANCE Y DESARROLLO DEL ESTUDIO

Las conclusiones y recomendaciones contenidas en el presente estudio se basan en los datos obtenidos en la ejecución de las calicatas y de las pruebas de campo y de laboratorio realizados.

Los resultados de este estudio podrán ser utilizados única y exclusivamente para el diseño de las obras de arte y en el diseño del pavimento del proyecto descrito anteriormente, no podrán en otros terrenos o para otras edificaciones.

4. ESTADO ACTUAL DE LA VIA

Atendiendo a la solicitud del Locatario, el equipo de Mecánica de Suelos se constituyó a la zona de estudio, verificando que era una vía muy transitada de baja pendiente, en cuyo alrededor existen edificaciones y procedió a ubicar las zonas en donde se realizaran las prospecciones (calicatas) a fin de poder obtener los parámetros físicos de los suelos materia de estudio.

Las Observaciones realizadas a la vía nos indican que se trata de una vía en mal estado de conservación, la estructura del pavimento ha colapsado observándose depresiones y elevaciones en la cota de la rasante, esto principalmente debido a la infiltración de agua en las capas del pavimento, por ser una zona de inundación en temporada de lluvias. Además, en caso de colapsar el sistema de alcantarillado se produce inundación debido a que se encuentra en el nivel más bajo la zona comprendida entre la Avenida Patricio Meléndez y la Avenida. Tarata.

Se pueden observar destrucción de la capa de asfalto en forma de baches y también la denominada piel de cocodrilo debido a que la carpeta asfáltica ha perdido los finos que protegen la capa de rodadura. Se sugiere realizar una evaluación estructural con equipos deflectométricos.

5. MARCO LEGAL

La evaluación del suelo está en concordancia con la Norma E-0.10 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

6. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO

Tacna es una Región del Perú situada en el extremo sur, ribereño del océano Pacífico por el suroeste y limitante con los departamentos de Puno por el norte y Moquegua por el noroeste, como con el territorio boliviano por el este y el territorio chileno por el sureste. Su capital es la ciudad de Tacna. La zona de estudio se encuentra ubicada en la Provincia Tacna, Distrito Tacna.



FIG. N° 01 – MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO – GOGLE EARTH

7. ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS.

El área de influencia del estudio se encuentra ubicada entre los 566 - 599 m.s.n.m. sobre una topografía de terrenos de baja pendiente.



FIG N° 02.- TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO – GOOGLE EARTH

8. CLIMA

En general, en el departamento de Tacna, el clima es variado según pisos de altitud, y pueden distinguirse cuatro áreas:

Subtropical-árido de la costa, con temperaturas moderadas, muy húmedo y con ausencia total de lluvias regulares.

Yunga, con temperaturas ligeramente altas, poca humedad del aire, transparente, cielo despejado y color azulino en invierno.

Quechua y Suni templado-frío; con fuerte insolación y cielo despejado durante el invierno y abundante nubosidad y lluvias regulares durante el verano.

Puna y Cordillera, se caracteriza por ser frío y extremadamente frío, respectivamente, por la mínima o nula presencia del vapor de agua en el aire, por lo que las temperaturas son muy bajas.

La zona de estudio está influenciada por la cercanía a la costa o mar peruano

Precipitación Pluvial

La temporada de lloviznas se extiende desde junio hasta agosto. La precipitación media anual varía desde 10 mm [zona costera] hasta 240 mm [zona alta], pudiendo haber precipitaciones excepcionales por la presencia del Fenómeno de El Niño.

Temperatura

Su clima es agradable y templado: en verano oscila entre 25 y 28° y en invierno varía entre 6 y 13°C.

Humedad Relativa

La Estación Calana, registra valores promedio anual de 76%, [80% entre Mayo a Octubre) y 73% [Noviembre a Abril]

9. VIAS DE ACCESO:

El área de estudio se encuentra ubicada en el Distrito de Tacna, en la Av. Industrial, Intersecciones con la Avenida Hipólito Unanue y Avenida Pinto.

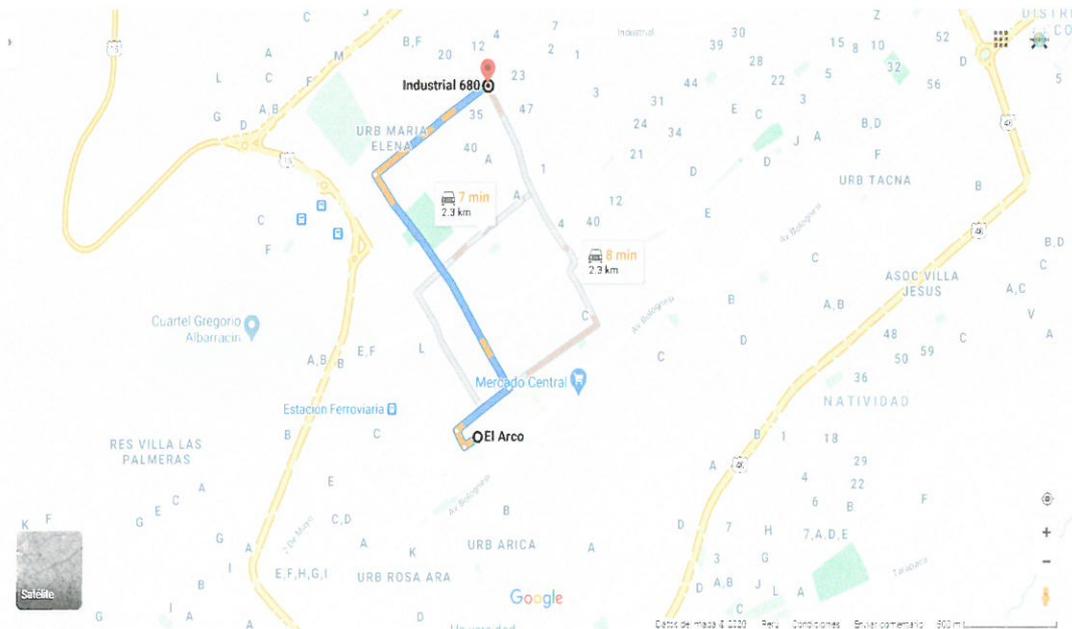
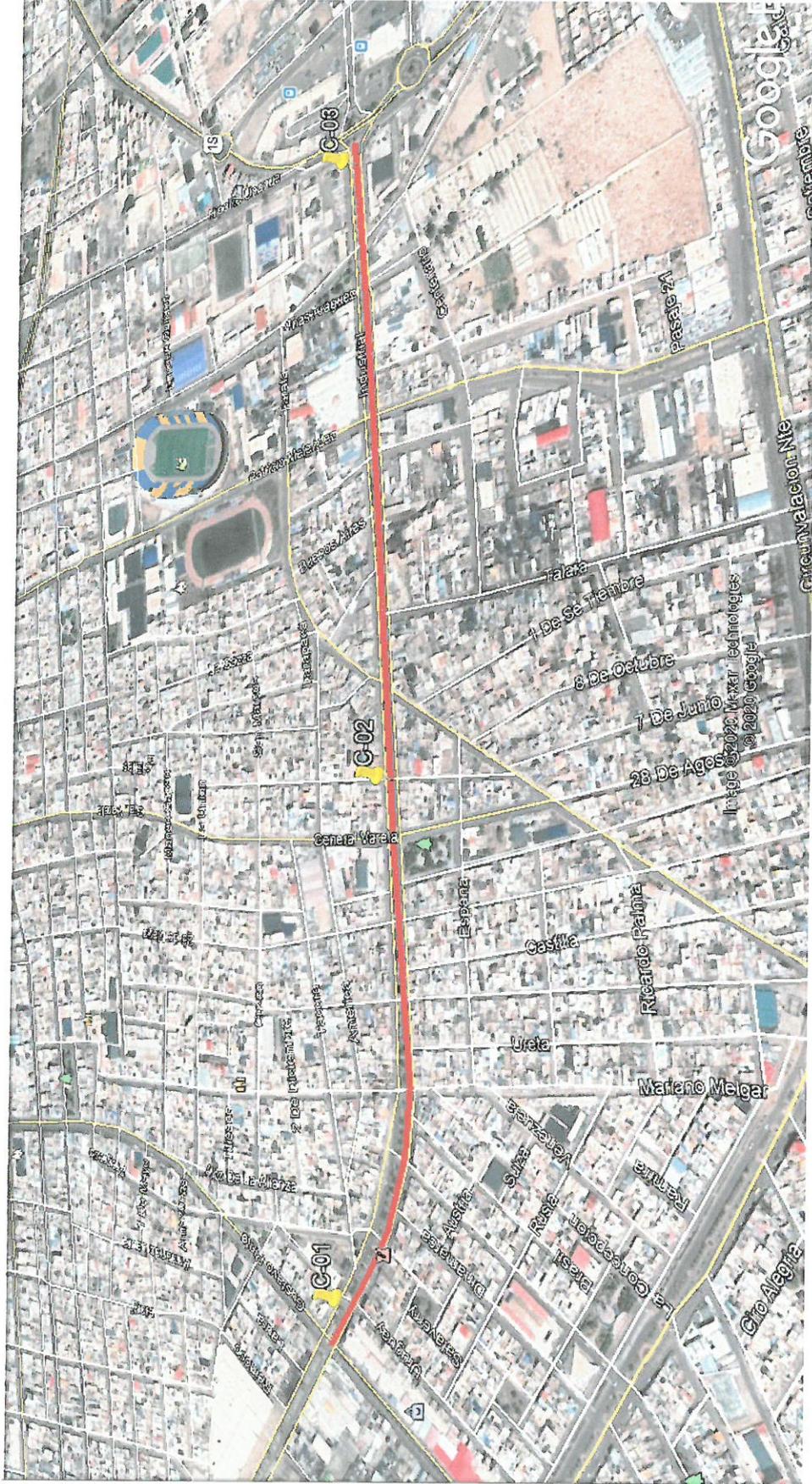


FIG N° 03.- VIAS DE ACCESO A ZONA DE ESTUDIO – GOOGLE MAPS

FIG 04.- UBICACIÓN DEL PROYECTO – GOOGLE EARTH



10. METODOLOGIA

10.1 Planificación:

En ella se recopilarán los datos existentes acerca del área de estudio que, generalmente, coinciden con los correspondientes a los factores formadores del suelo.

10.2 Prospección del terreno:

En esta fase se comprueba la exactitud de los datos recopilados y se establecen los puntos en los que fijar la atención, y elegir los más representativos del área. En ellos se procede al levantamiento de perfiles, sondeo o examen superficial y se procede a su descripción y muestreo para el análisis en el laboratorio.

10.3 Ensayo en laboratorio:

En este aspecto conviene destacar la conveniencia de solo realizar aquellas determinaciones que resulten relevantes para el objetivo propuesto.

10.4 Avance de hipótesis:

Con toda la información recopilada se realiza un primer avance sobre la solución del problema planteado. Estas primeras hipótesis, es frecuente que requieran comprobaciones sobre el terreno o realización de análisis de nuevos parámetros.

10.5 Emisión de informe definitivo.

En él se deben recoger todos los aspectos observados.

11. TRABAJOS EFECTUADOS

11.1 Trabajo de Campo Geología – Exploración

Geología Local:

La zona de estudio se encuentra ubicada al Norte de la ciudad de Tacna, en el Distrito de Alto de la Alianza. Según la Carta Geológica del Cuadrángulo de Pachia 37v a escala 1: 50,000, corresponde a Depósitos Aluviales del Cuaternario Reciente Qh-al.

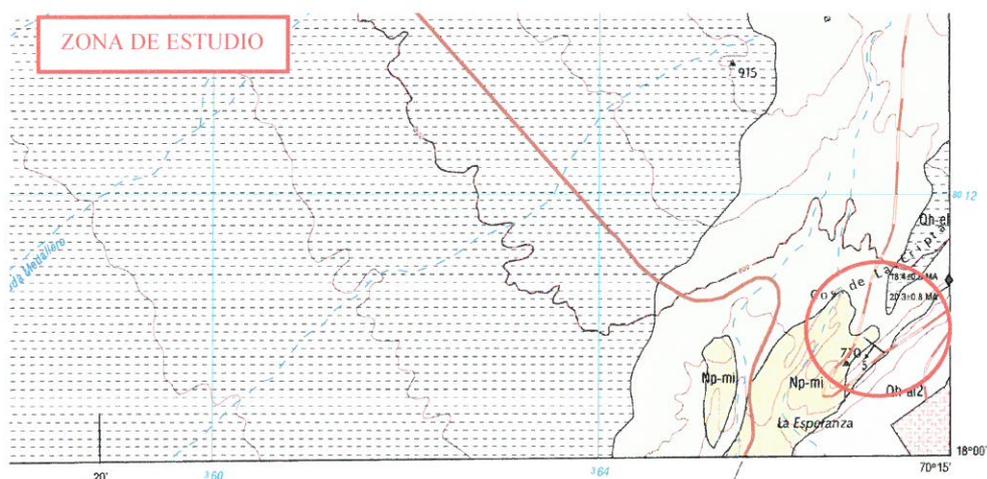


FIG. Nº 05.- MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO – INGEMMET

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	Geocronometría Ma
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósito fluvial Qh-II Gravas y arenas	
			Depósito de cenizas Qh-2a Arenas y limos de cenizas volcánicas	
			Depósito eluvial Qh-ef Bloques, arenas limos y material negolítico	
			Depósito aluvial Qh-a12 Bloques, gravas, arenas y limos polimícticos	
	Depósito aluvial Qh-a1 Gravas, arenas y limos de tobos retrabajados			
	NEÓGENO	PLIOCENA	Formación Millo Pl-mi Conglomerados andesíticos, negros de bloques, gravas y arenas	1.5
		MIOCENA	Formación Huayllitas Mh-hu Ignimbritas riolíticas beige rosáceas	
PALEÓGENO	OLIGOCENA	Formación Moquegua { Miembro superior PN-mo_s Conglomerados polimícticos, areniscas de grano grueso Miembro inferior PR-mo_i Areniscas y lodolitas roizas en capas delgadas y niveles conglomerados	23	
		EOCENA	Formación Sutillo P-so Conglomerados de clastos volcánicos e intrusivos en matriz arenosa arcillosa	85
MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Grupo Toquepala { Formación Quellaveco { Unidad Samanape Ksp-sa Andesitas porfíricas y dacitas porfíricas	

FIG N° 06.-LITOLOGIA-INGEMMET

Depósitos Aluviales (+100 m.)

Estos depósitos están constituidos por conglomerados, arenas y arcillas inconsolidados que se intercalan irregularmente, cubriendo aproximadamente el 100% del área de estudio. Los conglomerados consisten principalmente de cantos de forma redondeada hasta sub angular de diferentes tipos de rocas volcánicas, sus dimensiones varían entre 1 y 3 cm de sección, predominando en término medio las arenas y limos.

Estos depósitos constituyen el cono de deyección del Río Caplina y sus tributarios, el grosor de los depósitos aluviales varía desde pocos metros hasta más de 100 pues en los pozos perforados en Tacna y La Yarada para la extracción de agua subterránea, se han atravesado más de 100 m. de estos materiales.

La Zona de estudio se encuentra sobre estos depósitos aluviales,

11.2 Geomorfología del área de estudio

El Departamento de Tacna se encuentra dividido en un área costera desértica, de lomas y otra montañosa que comprende parte de la meseta andina y ladera occidental, de las cuales el área presenta una gran variedad de formas topográficas, comprendiendo la parte más alta al lado nororiental de la región, con altitudes entre 5,000 m.s.n.m. La zona de estudio se encuentra enmarcada en un contexto geomorfológico que corresponde a las pampas costaneras, las cuales ocupan una extensa depresión entre la Cordillera de la Costa y el frente occidental de los Andes,

resultado de la acumulación de sedimentos clásticos del Grupo Moquegua, rocas volcánicas de la Formación Huayllillas y depósitos cuaternarios recientes. Se presenta como un territorio suavemente ondulado inclinado hacia el Sur-Oeste, con una pendiente aproximada de 2% a 4% aproximadamente. Están cubiertas por conos de deyección fluvial y depósitos eólicos.

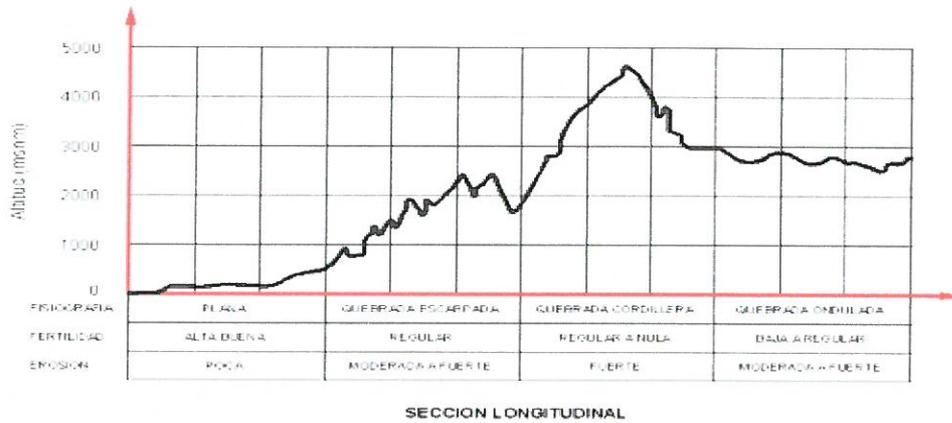


FIGURA 9.- SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA REGIÓN TACNA ELABORACIÓN: EQUIPO TÉCNICO INDECI 2006

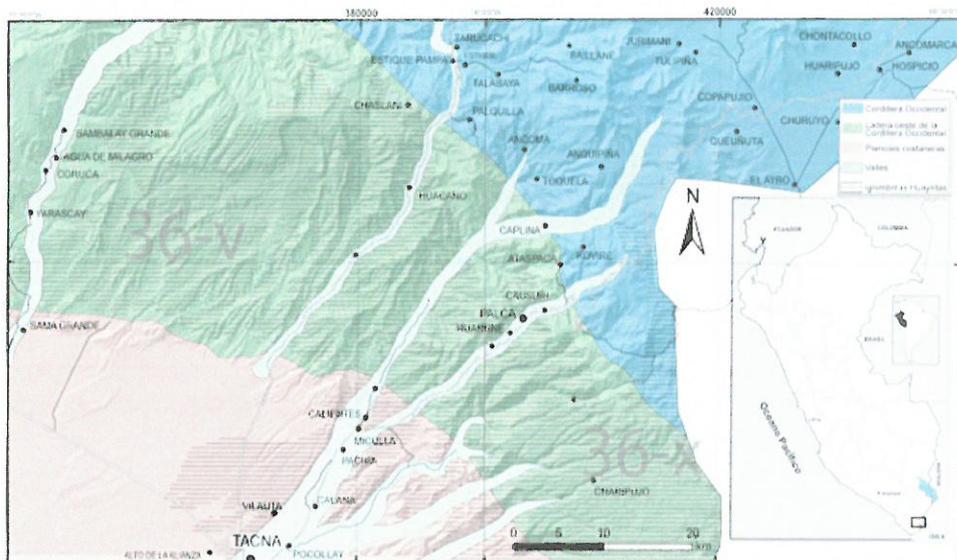


FIGURA 10 - UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL DEPARTAMENTO DE TACNA.

11.3 Sísmica

El territorio peruano se ubica en una región de actividad sísmica alta (Cinturón de Fuego), donde el área y los niveles de sismicidad pueden ser atribuidos directamente a la estructura y procesos geotécnicos de la corteza terrestre del país; más aún si tenemos en cuenta que la Cordillera de los Andes es una cadena de montañas jóvenes y en constante actividad volcánica.

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú (Reglamento Nacional de Construcciones, e Instituto Geofísico del Perú), el área de estudio se ubica dentro de la Zona 4, donde se esperan aceleraciones de 0.45 g, por lo tanto sus características corresponden a una zona de alta actividad sísmica.

Específicamente en la zona de estudio debido al tipo de suelos encontrados (Clasificación de suelos SUCS: SC-SM) obtenida en los ensayos de laboratorio.

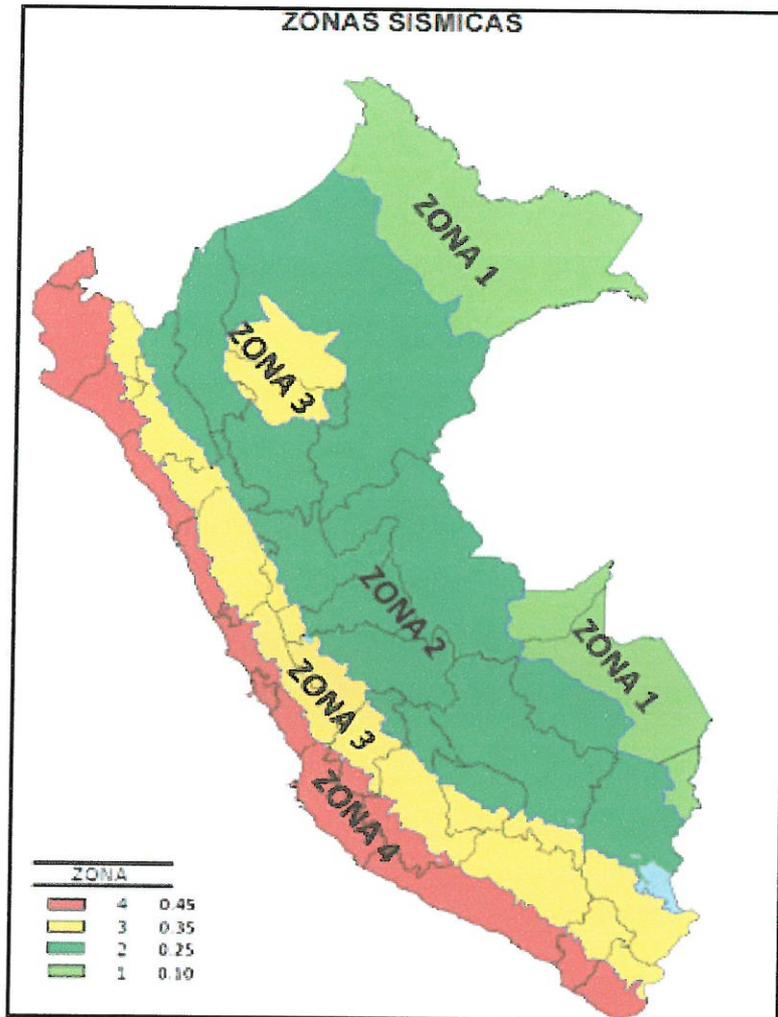


FIG 11.- ZONIFICACION SISMICA PERU

11.4 Trabajo de Campo – Muestreo de Suelos

El reconocimiento del subsuelo en la zona destinada a la construcción de infraestructura, se realizó mediante la ejecución de los siguientes trabajos de campo:

Calicatas

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico en la zona de estudio se realizó la excavación de 03 pozos de reconocimiento (calicatas).



La Ubicación de dichas calicatas fue determinada por el solicitante basándonos en la NTP específicamente en la Norma E-010 Pavimentos Urbanos. La profundidad investigada fue de 1.50 m.

Muestreo Disturbado alterado

Debido a la naturaleza de la zona de estudio llanura eólica, aluvial constituido por un depósito aluvial (Q-al) se extrajeron tres (03) muestras disturbadas de la zona de estudio, los materiales fueron trasladados al LABORATORIO DE INGEOTECC E.I.R.L. para la realización de los ensayos de determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo de acuerdo a la NTP EG-2013.

Registro de Sondaje y Excavaciones

Paralelamente al avance de los sondajes y excavaciones de las calicatas, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D2488, determinándose las principales características de los suelos encontrados tales como: espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad, etc.

Los resultados se anexan al final en Formatos de Elaboración de la Columna Estratigráfica.

11.5 Trabajo de Laboratorio - Geotecnia

Consistió en la realización de los ensayos que determinaran la Capacidad de Soporte y las propiedades físicas y químicas del suelo, estos fueron los siguientes (por calicata):

CALICATAS DE 1.50 m.

Análisis Granulométrico por Tamizado - MTC E107.

Humedad Natural - MTC E108.

Límites de Atterberg - MTC E110 - MTC E111.

Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO - ASTM D2487; ASTM D3282.

Proctor Estándar - MTC E116.

California Bearing Ratio CBR - MTC E132.

11.6 Trabajo de Gabinete - Cálculos

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los ensayos de Laboratorio se efectuó la clasificación de suelos, se determinaron sus propiedades físicas y químicas, así como los respectivos cálculos de los parámetros de los suelos.

11.7 Perfil Estratigráfico de la Sub rasante

Está conformada por depósitos aluviales conformados por arenas, limos y tufos y cenizas volcánicas, con mínima presencia de clastos de rocas fracturadas, de baja capacidad de soporte.

11.8 Profundidad de la napa freática

A la profundidad estudiada (3 metros) no se encontró evidencia de nivel freático.



12. CONCLUSIONES.

- 12.1 De acuerdo a lo observado e interpretado de las calicatas realizadas en la zona de estudio se puede determinar lo siguiente:
- El sub suelo en la zona de estudio, está conformado por arenas y limos en matriz de cenizas y tufos volcánicos, presenta mínima cantidad de clastos de rocas fracturadas y redondeadas, la clasificación SUCS de suelos determina un suelo tipo SM
- 12.2 En las Calicatas excavadas no hay evidencia de nivel freático.
- 12.3 El área en estudio es una planicie aluvial, por tanto, los depósitos son aluviales y eólicos.
- 12.4 El espaciamiento entre calicatas (esta normado en el **Manual de Carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – Cuarta Edición, Julio del 2015**) permitió elaborar el perfil estratigráfico de suelos de la vía, el cual representa en forma gráfica adecuada la distribución de los suelos en toda su longitud. Dicho perfil está sustentado en el análisis de la totalidad de ensayos de caracterización de laboratorio (análisis granulométrico, límites de consistencia y clasificación), así como los datos consignados en los registros de perforación y vistas fotográficas, el perfil estratigráfico se adjunta en el anexo.
- 12.5 El perfil estratigráfico permitió identificar inicialmente por observación directa la no presencia de suelos inadecuados (CH, CL, etc.).
- 12.6 Los suelos ensayados corresponden a suelos finos (SM).
- 12.7 Las Conclusiones y Recomendaciones establecidas en el presente informe técnico son solo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores para otros fines.
- 12.8 El resumen del resultado de los ensayos realizados se muestra en los cuadros siguientes:

CUADRO RESUMEN PROPIEDADES FISICAS CALICATAS 01-03

N° DE CALICATA	UBICACIÓN COORDENADAS ZONA 18L	TIPO DE MUESTRA	PROF. m.	SUELO	ROCA FRACTURADA	ROCA MACIZA	NIVEL FREÁTICO m.	HUMEDAD %	PASANTE MALLA N° 200 %	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	INDICE PLASTICO %	SUCS	AASHTO	DENSIDAD SECA MAXIMA gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA %	CBR 100%	CBR 95%
C-01	368133.00 m E 8009872.00 m S	ALTERADA	1.50	X			NO HAY EVIDENCIA	7.37	21.28	N.P.	N.P.	N.P.	SM	A1-b(0)	1.525	20.90	19.9	13.0
C-02	367541.00 m E 8009398.00 m S	ALTERADA	1.50	X			NO HAY EVIDENCIA	7.47	19.78	N.P.	N.P.	N.P.	SM	A1-b(0)	1.565	19.30	17.1	9.0
C-03	366871.00 m E 8008940.00 m S	ALTERADA	1.50	X			NO HAY EVIDENCIA	10.4	18.64	N.P.	N.P.	N.P.	SM	A1-b(0)	1.510	22.75	14.2	10.6



13. RECOMENDACIONES

- 13.1 En los sectores donde no existe mejoramiento de subrasante (CBR mayores a 6.5%), los trabajos a realizar serán:
- Para la conformación de los terraplenes a nivel de la subrasante proyectada, el material de relleno será con material proveniente del corte de las explanaciones o con material de préstamo con similares o mejores condiciones (CBR, Índice de Plasticidad) al material in situ.
 - En zonas de corte para estar en el nivel de la subrasante se debe perfilar y compactar el terreno de fundación; las densidades mínimas admisibles, serán del 95% de la MDS del Próctor modificado indicado en las especificaciones técnicas del proyecto y complementariamente las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2016).
- 13.2 Si se presentaran zonas con material orgánico o con presencia de arcillas cuyo CBR sea menor a 3%, deberán ejecutarse trabajos de sub drenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevara la cota de subrasante.

CATEGORIAS DE SUBRASANTE		CBR
S ₀	SUB RASANTE INADECUADA	CBR < 3%
S ₁	SUBRASANTE INSUFICIENTE	DE CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂	SUBRASANTE REGULAR	DE CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃	SUBRASANTE BUENA	DE CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄	SUBRASANTE MUY BUENA	DE CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅	SUB RASANTE EXCELENTE	CBR ≥ 30%

- 13.3 El suelo de fundación tiene un CBR superior a 10% por tanto puede ser empleado en la conformación de Sub rasante de la capa del pavimento.
- 13.4 Los suelos encontrados en las calicatas 01-03 son suelos finos, la caracterización geotécnica clasificación SUCS SM – AASHTO A1-b(0) .
- 13.6 La excavación será realizada manualmente y/o con maquinaria (Tipo I y II)



CALICATA N° 01

**LABORATORIO GEOTECNICO
COLUMNA ESTRATIGRAFICA**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO PINTO, TACNA-2020
MUESTRA SUB RASANTE
UBICACIÓN CALICATA N° 01
FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

CALICATA N° 01			DESCRIPCION
SIMBOLO DE CLASIFICACION		PROF.EN METROS	
LETRA	GRAFICO		
		0.07	CARPETA ASFALTICA
		0.10 0.15 0.20 0.25	BASE GRANULAR
SM		0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	Suelo fino conformado por depositos de Arenas en matriz limosa con presencia de tufos y cenizas volcanicas, de moderado contenido de humedad.

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante

ingetecc.consultores@gmail.com


.....
Gilbert Aldo Juárez Arana
Ech. Ing. Geológica Geotécnica
Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
LIMITES DE ATTERBERG
MTC E111 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

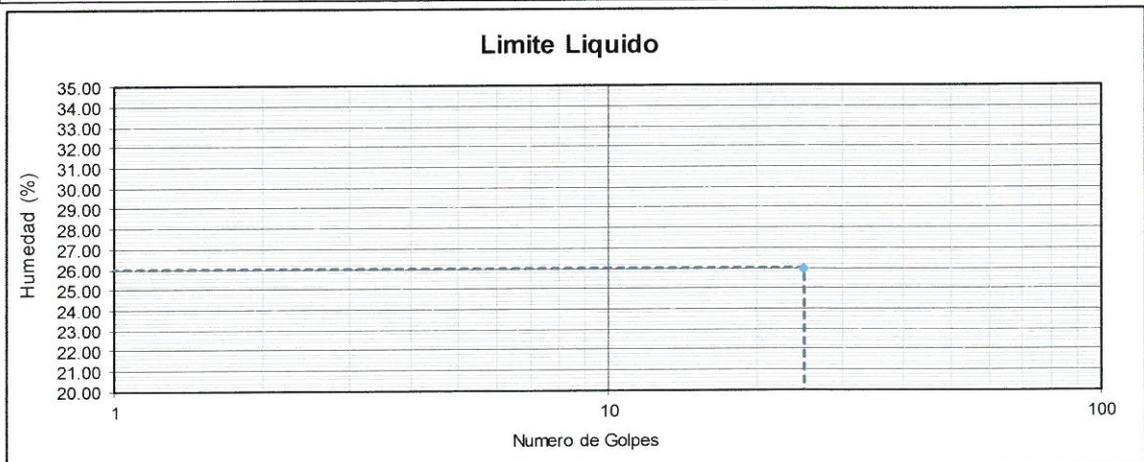
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 01

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

Determinación del Limite Plástico					
ENSAYO Nº	01	02	03	04	05
Recipiente Nº	M-1	M-2			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo					
Peso Recipiente+Suelo Seco					
Peso de agua					
Peso Recipiente					
Peso de Suelo Seco					
% de Humedad					
Limite Plástico (%)	N.P.				
Determinación del Limite Liquido					
Recipiente Nº	T-01	T-02	T-03		
Numero de Golpes					
Peso Recipiente+Suelo Húmedo					
Peso Recipiente+Suelo Seco					
Peso de agua					
Peso Recipiente					
Peso de Suelo Seco					
% de Humedad					
Limite Liquido (%)	N.P.				
Índice de Plasticidad (%)	N.P.				



OBSERVACIONES:

1) *Material muestreado por el solicitante*

ingotecc.consultores@gmail.com

Página 19



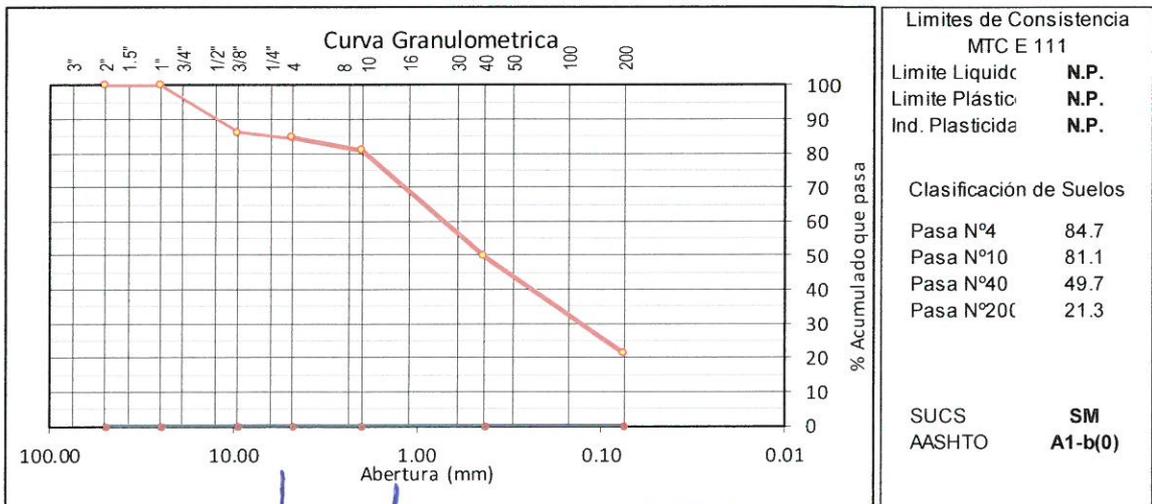
Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E204 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
 TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020
 MUESTRA SUB RASANTE
 UBICACIÓN CALICATA N° 01
 FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

(a) Peso Muestra Humeda	886.64	gr				
(b) Peso Muestra Seca	886.64	gr			Peso de la fracción fina	
Humedad (a-b)/b x 100 (%)	7.37	%				
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	96.00	10.83	10.83	89.17	
3/8"	9.500	25.00	2.82	13.65	86.35	
1/4"	6.250	11.00	1.24	14.89	85.11	
N°4	4.750	4.00	0.45	15.34	84.66	
N°8	2.360	17.00	1.92	17.26	82.74	
N°10	2.000	15.00	1.69	18.95	81.05	
N°16	1.190	16.00	1.80	20.75	79.25	
N° 20	0.840	105.00	11.84	32.59	67.41	
N°30	0.600	101.00	11.39	43.99	56.01	
N°40	0.425	56.00	6.32	50.30	49.70	
N°50	0.300	54.00	6.09	56.39	43.61	
N°80	0.180	25.00	2.82	59.21	40.79	
N°100	0.150	71.00	8.01	67.22	32.78	
N°200	0.075	102.00	11.50	78.72	21.28	
Fondo		188.64	21.28	100.00	0.00	



OBSERVACIONES:
 1) Material muestreado por el solicitante
 ingeotecc.consultores@gmail.com

Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



LABORATORIO GEOTECNICO
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA MTC E108 - 2016

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA N° 01

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

N° DE ENSAYOS	HUMEDAD NATURAL	
	02	02
N° TARA	A-1	A-1
PESO DE LA TARA gr.	122.00	121.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA gr.	401.00	410.00
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA gr.	382.00	390.00
PESO DEL AGUA gr.	19.00	20.00
PESO DE LA MUESTRA SECA gr.	260.00	269.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.31	7.43
PROMEDIO	7.37	

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante



**LABORATORIO GEOTECNICO
RELACIONES HUMEDAD DENSIDAD (PRÓCTOR ESTANDARD)
MTC E115 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

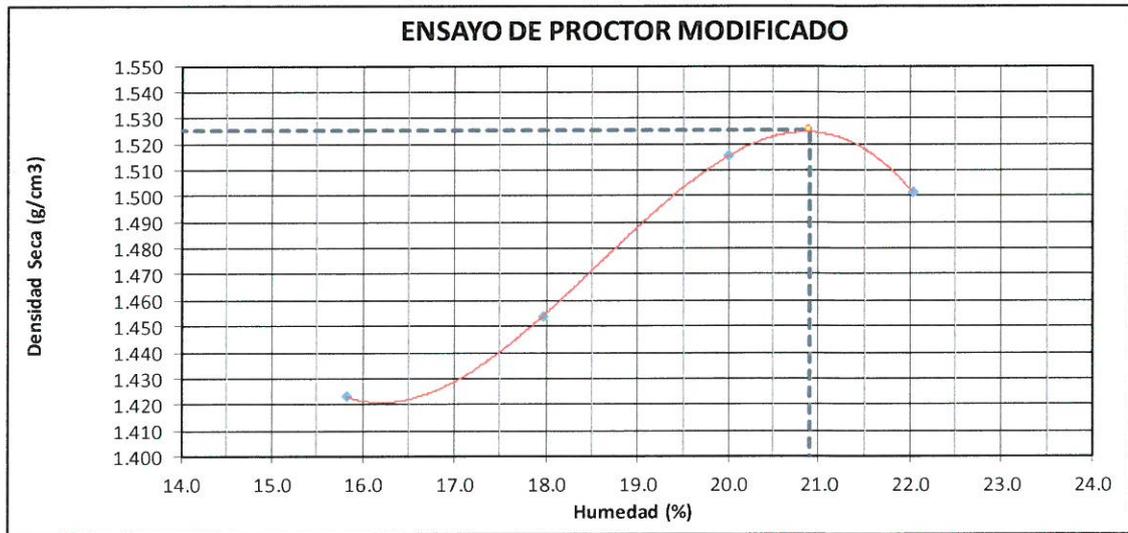
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPET.
ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAV
PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 01

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

Compactación	Peso Molde 3975.0 g		Volumen Molde 941.0 cc		Metodo	"A"
Prueba Nº	01	02	03	04	05	
Numero de capas	3	3	3	3		
Numero de golpes	25	25	25	25		
Peso suelo + molde (g.)	5526.0	5589.0	5686.0	5699.0		
Peso suelo compactado (g.)	1551.0	1614.0	1711.0	1724.0		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.648	1.715	1.818	1.832		
Humedad (%)						
Tara + suelo húmedo (g.)	302.00	312.00	362.00	333.00		
Tara + suelo seco (g.)	280.00	282.00	321.00	294.00		
Peso de agua (g.)	22.00	30.00	41.00	39.00		
Peso de la Tara (g)	141.00	115.00	116.00	117.00		
Peso de suelo seco (g.)	139.00	167.00	205.00	177.00		
Humedad (%)	15.8	18.0	20.0	22.0		
Densidad Seca (g/cm ³)	1.423	1.454	1.515	1.501		



Máxima Densidad Seca (g/cm³) **1.525** Optimo Contenido Humedad(%) **20.90**

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante



LABORATORIO GEOTECNICO
ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE
NORMA ASTM - D1883

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 01

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

N° DE MOLDE		M-1 10 GOLPES	M-2 25 GOLPES	M-3 56 GOLPES
Peso molde + suelo humedo	gr.	7604	7911	7775
Peso del Molde	gr.	4050	4240	3925
Peso del Suelo humedo	gr.	3554	3671	3850
Volumen del Molde	cm3	2118.89	2082.1	2095.8
Densidad humeda	gr/cm3	1.68	1.76	1.84
% de humedad	%	20.98	20.95	20.76
Densidad seca	gr/cm3	1.386	1.458	1.521
Condicion de Humedad				
Tara Nro.		T-1	T-2	T-3
Tara + suelo humedo	gr.	126.6	132.6	134.9
Tara + suelo seco	gr.	107.3	112.3	114.2
Peso del agua	gr.	19.3	20.3	20.7
Peso de tara	gr.	15.3	15.4	14.5
Peso del suelo seco	gr.	92.0	96.9	99.7
% de humedad	%	20.98	20.95	20.76

EXPANSION

NUMERO DE GOLPES			12		25		56	
FECHA	HORA	TIEMPO	LECT.	EXPAN.	LECT.	EXPAN.	LECT.	EXPAN.
		HRS.	DIAL	%	DIAL	%	DIAL	%
		0	0					
		24	25					
		48	35					
		72	35					
		96	36			S/E		S/E

PENETRACION

PENT.	N° DE GOLPES 12			N° DE GOLPES 25			N° DE GOLPES 56		
	LECT.	CORRECCION		LECT.	CORRECCION		LECT.	CORRECCION	
mm.	DIAL	Kg.	Kg/cm2	DIAL	Kg.	Kg/cm2	DIAL	Kg.	Kg/cm2
0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.50	3.0	7	0	6.0	20	1	6.0	20	1
1.00	9.0	34	2	10.0	38	2	12.0	47	2
1.50	12.0	47	2	15.0	60	3	22.0	90	5
2.00	15.0	60	3	22.0	90	5	33.0	138	7
2.50	22.0	90	5	30.0	125	6	42.0	177	9
3.00	25.0	103	5	35.0	147	8	54.0	229	12
3.50	30.0	125	6	42.0	177	9	64.0	273	14
4.00	32.0	134	7	46.0	195	10	75.0	321	17
4.50	36.0	151	8	52.0	221	11	84.0	360	19
5.00	42.0	177	9	58.0	247	13	91.0	390	20

OBSERVACIONES:
 Material muestreado por el solicitante

.....
Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



LABORATORIO GEOTECNICO
GRAFICO DE PENETRACION CBR
NORMA ASTM - D1883

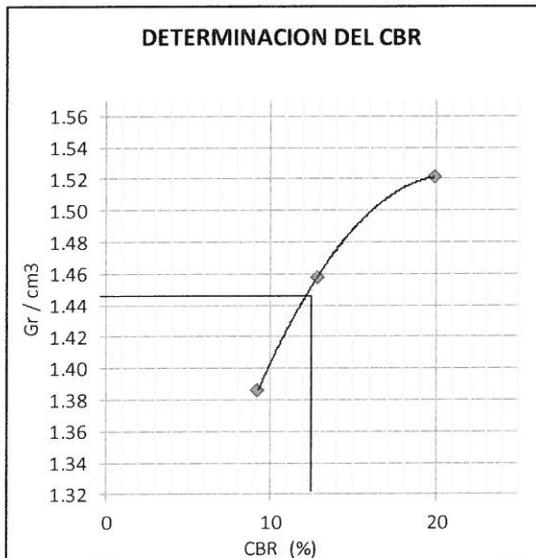
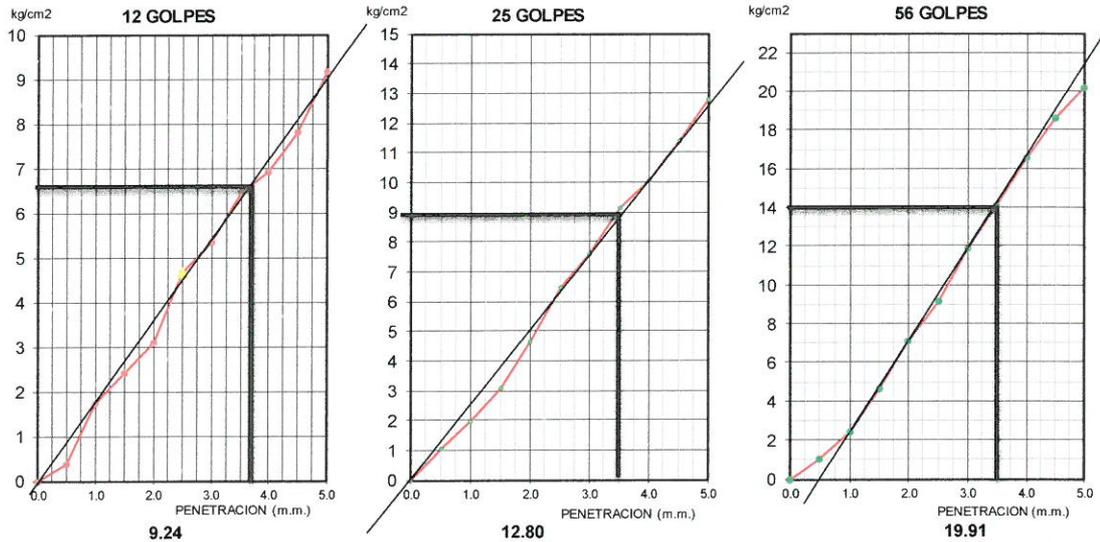
TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA N° 01

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020



RESULTADOS	
MDS - PROCTOR gr/cc	1.525
HUMEDAD OPTIMA %	20.90
CBR AL 100 %	19.9
CBR AL 95 %	13.0

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante

ingetecc.consultores@gmail.com

Gilbert Aldo Juárez Araya
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista

CALICATA N° 02
LABORATORIO GEOTECNICO
COLUMNA ESTRATIGRAFICA

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
PINTO, TACNA-2020
MUESTRA SUB RASANTE
UBICACIÓN CALICATA N° 02
FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

CALICATA N° 02			DESCRIPCION
SIMBOLO DE CLASIFICACION		PROF.EN METROS	
LETRA	GRAFICO		
		0.07	CARPETA ASFALTICA
		0.10 0.15 0.20 0.25	BASE GRANULAR
SM		0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	Suelo fino conformado por depositos de Arenas en matriz limosa con presencia de tufos y cenizas volcanicas, de moderado contenido de humedad.

OBSERVACIONES:

1) *Material muestreado por el solicitante*



**LABORATORIO GEOTECNICO
LIMITES DE ATTERBERG
MTC E111 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

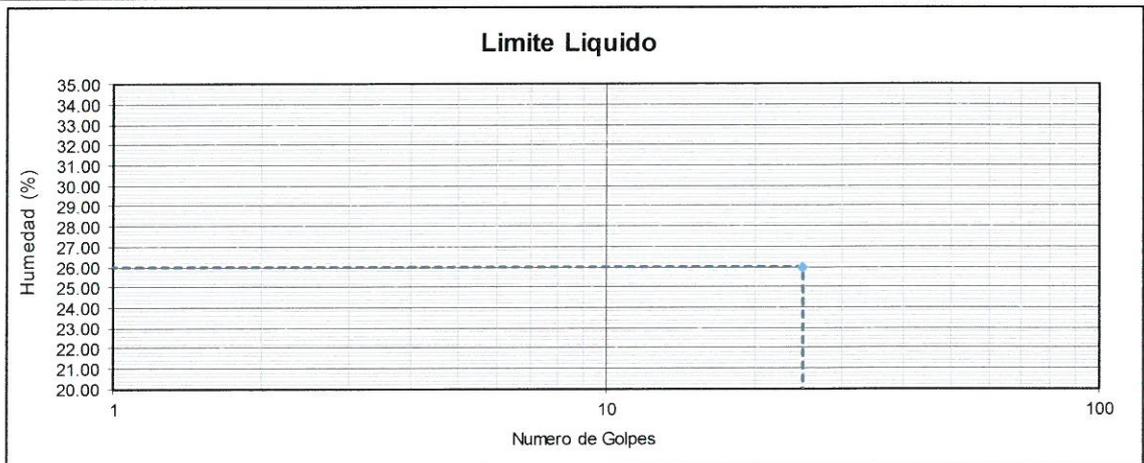
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 02

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

Determinación del Limite Plástico					
ENSAYO Nº	01	02	03	04	05
Recipiente Nº	M-1	M-2			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo					
Peso Recipiente+Suelo Seco					
Peso de agua					
Peso Recipiente					
Peso de Suelo Seco					
% de Humedad					
Limite Plástico (%)	N.P.				
Determinación del Limite Liquido					
Recipiente Nº	T-01	T-02	T-03		
Numero de Golpes					
Peso Recipiente+Suelo Húmedo					
Peso Recipiente+Suelo Seco					
Peso de agua					
Peso Recipiente					
Peso de Suelo Seco					
% de Humedad					
Limite Liquido (%)	N.P.				
Índice de Plasticidad (%)	N.P.				

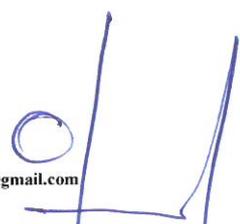


OBSERVACIONES:

1) *Material muestreado por el solicitante*

ingetecc.consultores@gmail.com

Página 26



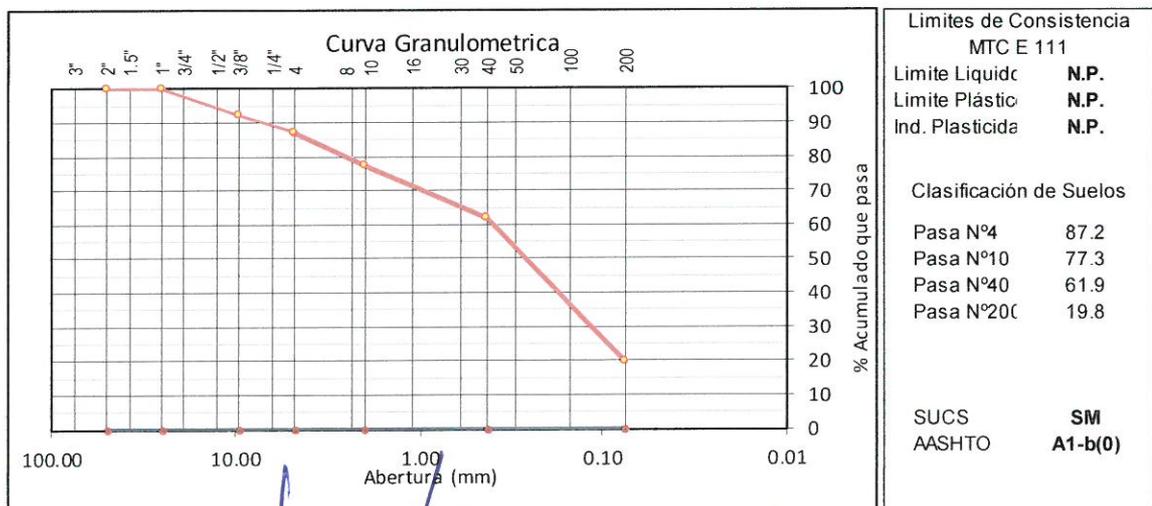
Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E204 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
 TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020
 MUESTRA SUB RASANTE
 UBICACIÓN CALICATA N° 02
 FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

(a) Peso Muestra Humeda	gr					
(b) Peso Muestra Seca	917.49 gr					
Humedad (a-b)/b x 100 (%)	7.47 %					
				Peso de la fracción fina		gr
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	56.00	6.10	6.10	93.90	
3/8"	9.500	15.00	1.63	7.74	92.26	
1/4"	6.250	36.00	3.92	11.66	88.34	
N°4	4.750	10.00	1.09	12.75	87.25	
N°8	2.360	56.00	6.10	18.86	81.14	
N°10	2.000	35.00	3.81	22.67	77.33	
N°16	1.190	29.00	3.16	25.83	74.17	
N° 20	0.840	38.00	4.14	29.97	70.03	
N°30	0.600	40.00	4.36	34.33	65.67	
N°40	0.425	35.00	3.81	38.15	61.85	
N°50	0.300	65.00	7.08	45.23	54.77	
N°80	0.180	41.00	4.47	49.70	50.30	
N°100	0.150	115.00	12.53	62.24	37.76	
N°200	0.075	165.00	17.98	80.22	19.78	
Fondo		181.49	19.78	100.00	0.00	



OBSERVACIONES:
 1) Material muestreado por el solicitante
 ingeotecc.consultores@gmail.com

Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



LABORATORIO GEOTECNICO
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA MTC E108 - 2016

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA N° 02

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

	HUMEDAD NATURAL	
	02	02
N° DE ENSAYOS	02	02
N° TARA	A-1	A-1
PESO DE LA TARA gr.	115.00	116.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA gr.	425.00	366.00
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA gr.	403.00	349.00
PESO DEL AGUA gr.	22.00	17.00
PESO DE LA MUESTRA SECA gr.	288.00	233.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.64	7.30
PROMEDIO	7.47	

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante



**LABORATORIO GEOTECNICO
RELACIONES HUMEDAD DENSIDAD (PRÓCTOR ESTANDARD)
MTC E115 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

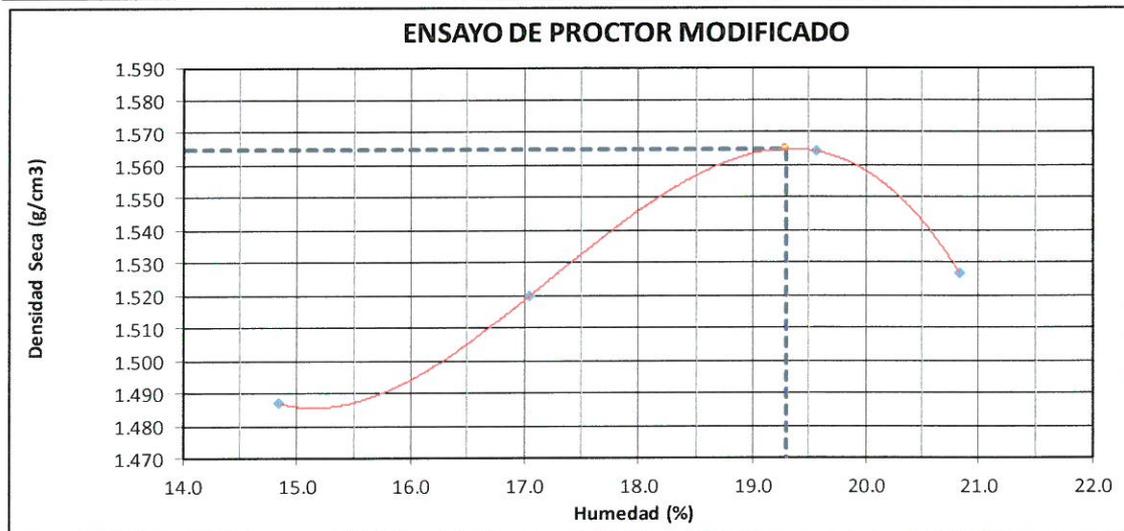
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPET.
ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAV
PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 02

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

Compactación	Peso Molde 3975.0 g		Volumen Molde 941.0 cc		Metodo	"A"
Prueba Nº	01	02	03	04	05	
Numero de capas		3	3	3		
Numero de golpes		25	25	25		
Peso suelo + molde (g.)	5582.0	5649.0	5735.0	5711.0		
Peso suelo compactado (g.)	1607.0	1674.0	1760.0	1736.0		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.708	1.779	1.870	1.845		
Humedad (%)						
Tara + suelo húmedo (g.)	142.00	150.00	145.00	124.80		
Tara + suelo seco (g.)	125.00	130.00	123.00	105.00		
Peso de agua (g.)	17.00	20.00	22.00	19.80		
Peso de la Tara (g)	10.50	12.70	10.60	10.00		
Peso de suelo seco (g.)	114.50	117.30	112.40	95.00		
Humedad (%)	14.8	17.1	19.6	20.8		
Densidad Seca (g/cm ³)	1.487	1.520	1.564	1.527		



Máxima Densidad Seca (g/cm³) **1.565** Optimo Contenido Humedad(%) **19.30**

OBSERVACIONES:

1) *Material muestreado por el solicitante*



LABORATORIO GEOTECNICO
ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE
NORMA ASTM - D1883

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 02

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

N° DE MOLDE		M-1 10 GOLPES	M-2 25 GOLPES	M-3 56 GOLPES
Peso molde + suelo humedo	gr.	7559	7912	7855
Peso del Molde	gr.	4050	4240	3925
Peso del Suelo humedo	gr.	3509	3672	3930
Volumen del Molde	cm3	2118.89	2082.1	2095.8
Densidad humeda	gr/cm3	1.66	1.76	1.88
% de humedad	%	19.29	19.34	19.51
Densidad seca	gr/cm3	1.388	1.478	1.569
Condicion de Humedad				
Tara Nro.		T-1	T-2	T-3
Tara + suelo humedo	gr.	132.5	129.3	132.6
Tara + suelo seco	gr.	115.2	112.3	115.0
Peso del agua	gr.	17.3	17.0	17.6
Peso de tara	gr.	25.5	24.4	24.8
Peso del suelo seco	gr.	89.7	87.9	90.2
% de humedad	%	19.29	19.34	19.51

EXPANSION

NUMERO DE GOLPES			12		25		56	
FECHA	HORA	TIEMPO	LECT.	EXPAN.	LECT.	EXPAN.	LECT.	EXPAN.
		HRS.	DIAL	%	DIAL	%	DIAL	%
		0	0					
		24	25					
		48	35					
		72	35					
		96	36			S/E		S/E

PENETRACION

PENT.	N° DE GOLPES 12			N° DE GOLPES 25			N° DE GOLPES 56		
	LECT.	CORRECCION		LECT.	CORRECCION		LECT.	CORRECCION	
mm.	DIAL	Kg.	Kg/cm2	DIAL	Kg.	Kg/cm2	DIAL	Kg.	Kg/cm2
0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.50	1.0	-1	0	2.0	3	0	4.0	12	1
1.00	4.0	12	1	8.0	29	2	10.0	38	2
1.50	7.0	25	1	12.0	47	2	17.0	68	4
2.00	8.0	29	2	14.0	55	3	22.0	90	5
2.50	12.0	47	2	19.0	77	4	31.0	129	7
3.00	17.0	68	4	24.0	99	5	44.0	186	10
3.50	22.0	90	5	29.0	121	6	54.0	229	12
4.00	25.0	103	5	36.0	151	8	62.0	264	14
4.50	28.0	110	6	41.0	173	9	70.0	299	15
5.00	31.0	120	7	48.0	203	11	80.0	343	18

OBSERVACIONES:

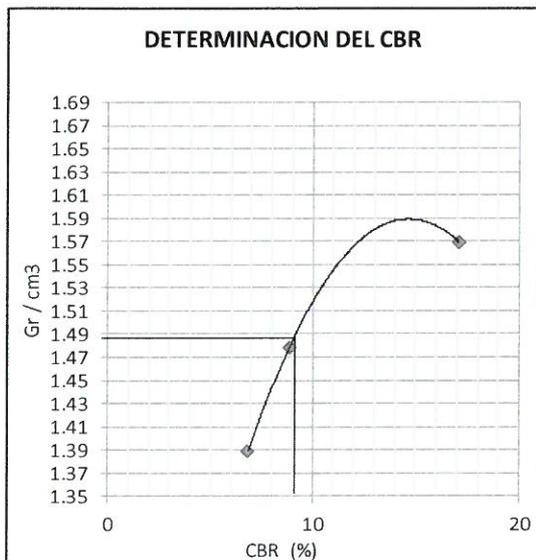
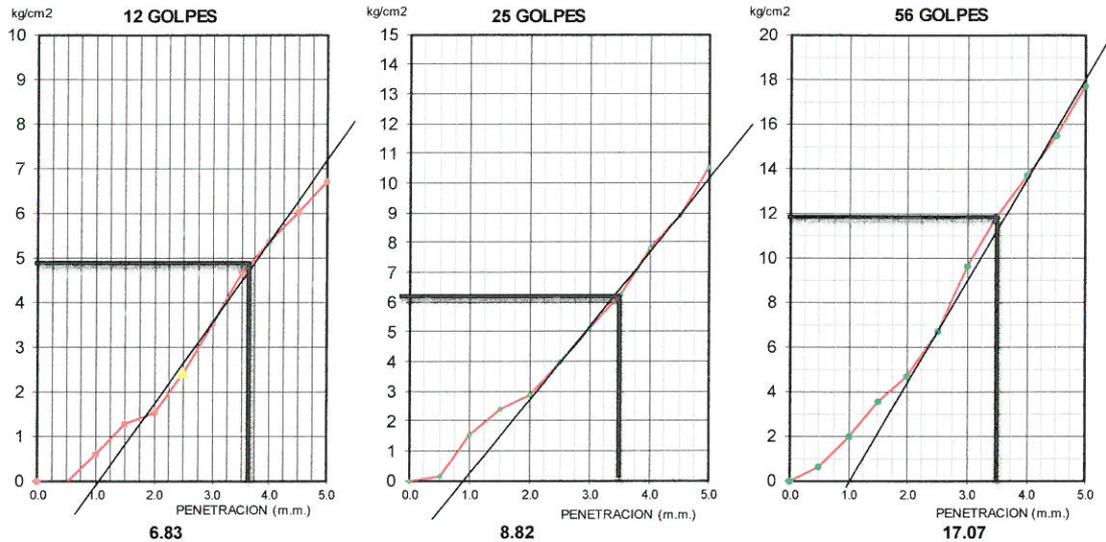
Material muestreado por el solicitante

Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
GRAFICO DE PENETRACION CBR
NORMA ASTM - D1883**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
 TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020
 MUESTRA SUB RASANTE
 UBICACIÓN CALICATA Nº 02
 FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020



RESULTADOS	
MDS - PROCTOR gr/cc	1.565
HUMEDAD OPTIMA %	19.30
CBR AL 100 %	17.1
CBR AL 95 %	9.0

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante

ingetecc.consultores@gmail.com

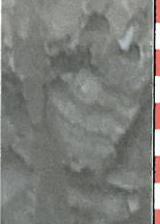
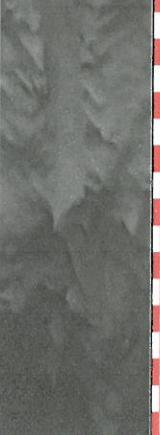

 Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



CALICATA N° 03

**LABORATORIO GEOTECNICO
COLUMNA ESTRATIGRAFICA**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO PINTO, TACNA-2020
MUESTRA SUB RASANTE
UBICACIÓN CALICATA N° 03
FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

CALICATA N° 03			DESCRIPCION
SIMBOLO DE CLASIFICACION		PROF.EN METROS	
LETRA	GRAFICO		
		0.07	CARPETA ASFALTICA
		0.10 0.15 0.20 0.25	BASE GRANULAR
SM		0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	Suelo fino conformado por depositos de Arenas en matriz limosa con presencia de tufos y cenizas volcanicas, de moderado contenido de humedad.

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante

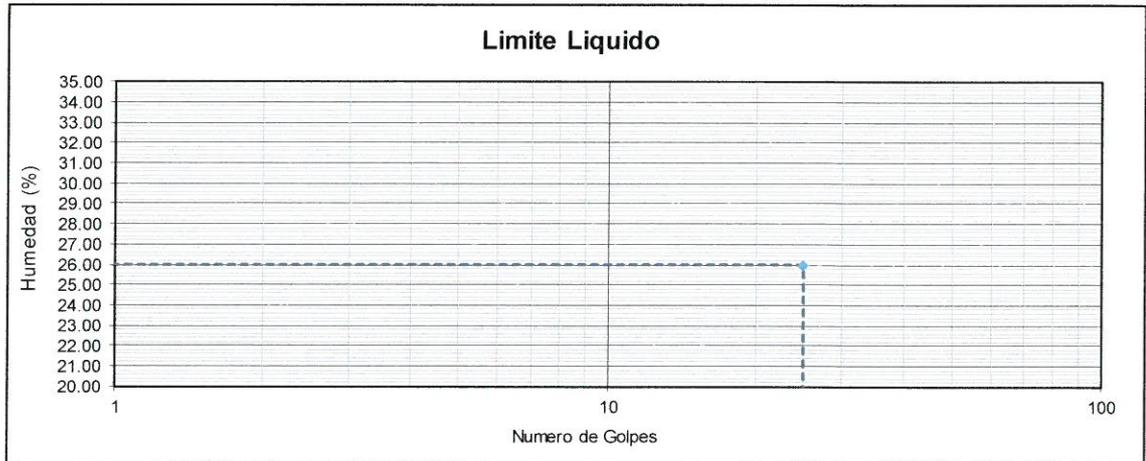

Gilbert Aldo Juárez Arana
Bach. Ing. Geológica Geotécnica
Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
LIMITES DE ATTERBERG
MTC E111 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
 TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020
 MUESTRA SUB RASANTE
 UBICACIÓN CALICATA Nº 03
 FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

Determinación del Limite Plástico					
ENSAYO N°	01	02	03	04	05
Recipiente N°	M-1	M-2			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo					
Peso Recipiente+Suelo Seco					
Peso de agua					
Peso Recipiente					
Peso de Suelo Seco					
% de Humedad					
Limite Plástico (%)	N.P.				
Determinación del Limite Liquido					
Recipiente N°	T-01	T-02	T-03		
Numero de Golpes					
Peso Recipiente+Suelo Húmedo					
Peso Recipiente+Suelo Seco					
Peso de agua					
Peso Recipiente					
Peso de Suelo Seco					
% de Humedad					
Limite Liquido (%)	N.P.				
Índice de Plasticidad (%)	N.P.				



OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante

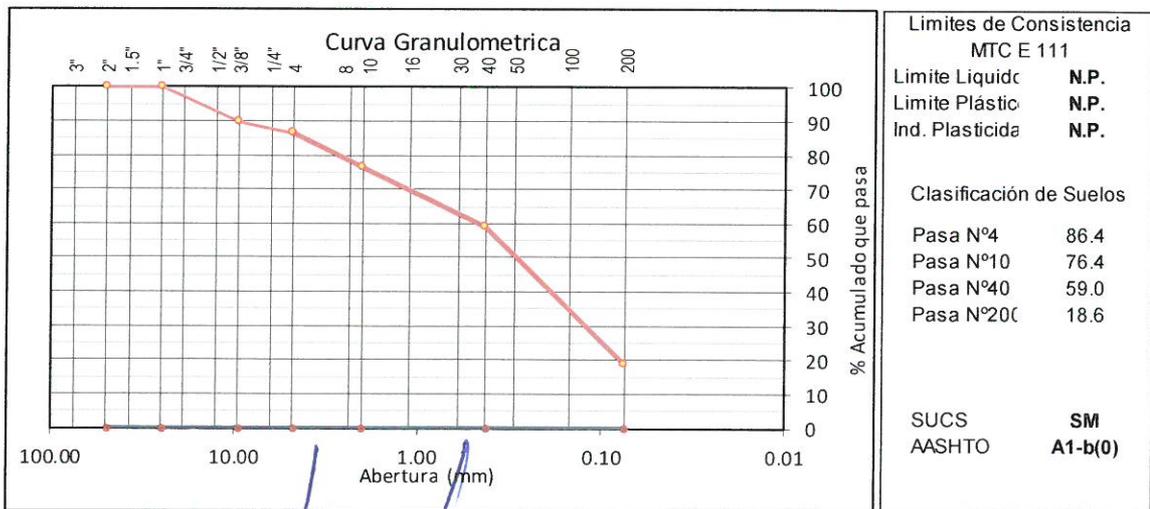
Gilbert Alfo Juárez Zúñiga
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E204 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA
 TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020
 MUESTRA SUB RASANTE
 UBICACIÓN CALICATA N° 03
 FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

(a) Peso Muestra Humeda	907.04	gr				
(b) Peso Muestra Seca	907.04	gr	Peso de la fracción fina		gr	
Humedad (a-b)/b x 100 (%)	10.14	%				
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	66.00	7.28	7.28	92.72	
3/8"	9.500	25.00	2.76	10.03	89.97	
1/4"	6.250	20.00	2.20	12.24	87.76	
N°4	4.750	12.00	1.32	13.56	86.44	
N°8	2.360	59.00	6.50	20.07	79.93	
N°10	2.000	32.00	3.53	23.59	76.41	
N°16	1.190	36.00	3.97	27.56	72.44	
N° 20	0.840	41.00	4.52	32.08	67.92	
N°30	0.600	42.00	4.63	36.71	63.29	
N°40	0.425	39.00	4.30	41.01	58.99	
N°50	0.300	55.00	6.06	47.08	52.92	
N°80	0.180	39.00	4.30	51.38	48.62	
N°100	0.150	106.00	11.69	63.06	36.94	
N°200	0.075	166.00	18.30	81.36	18.64	
Fondo		169.04	18.64	100.00	0.00	



OBSERVACIONES:
 1) Material muestreado por el solicitante
 ingeotecc.consultores@gmail.com

Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



LABORATORIO GEOTECNICO
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA MTC E108 - 2016

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 03

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

N° DE ENSAYOS	HUMEDAD NATURAL	
	02	02
N° TARA	A-1	A-1
PESO DE LA TARA gr.	124.00	120.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA gr.	396.00	402.00
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA gr.	371.00	376.00
PESO DEL AGUA gr.	25.00	26.00
PESO DE LA MUESTRA SECA gr.	247.00	256.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.12	10.16
PROMEDIO	10.14	

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante

ingotecc.consultores@gmail.com


Gilbert Aldo Juárez Arce
Bach. Ing. Geológica Geotécnica
Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
RELACIONES HUMEDAD DENSIDAD (PRÓCTOR ESTANDAR)
MTC E115 - 2016**

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

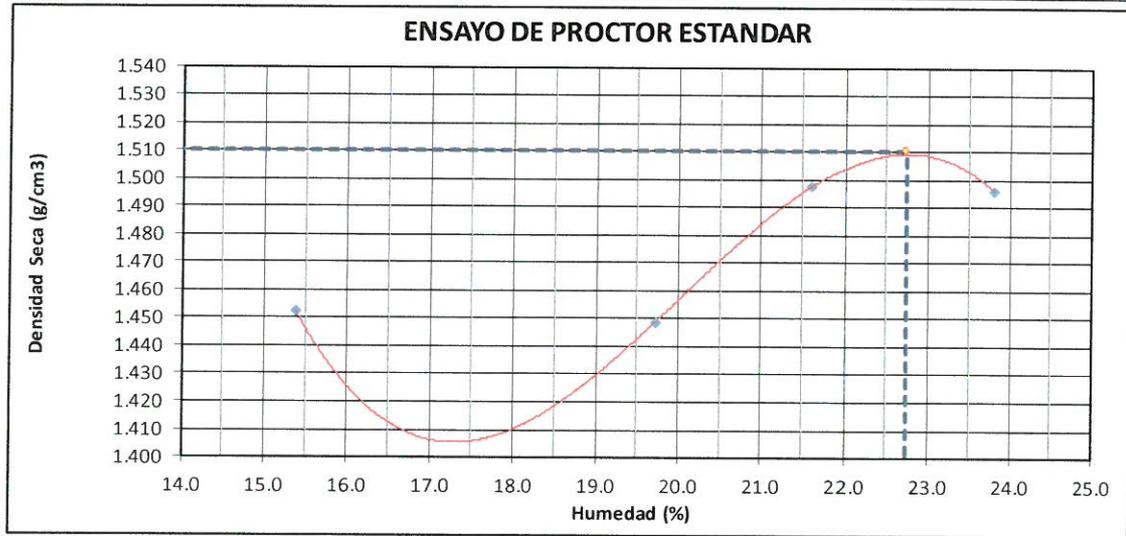
TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPET.
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAV
 PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 03

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

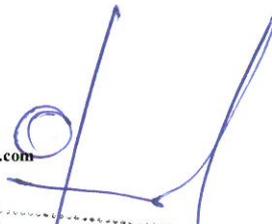
Compactación	Peso Molde 3975.0 g		Volumen Molde 941.0 cc		Metodo	"A"
Prueba Nº	01	02	03	04	05	
Numero de capas		3	3	3		
Numero de golpes		25	25	25		
Peso suelo + molde (g.)	5552.0	5607.0	5689.0	5718.0		
Peso suelo compactado (g.)	1577.0	1632.0	1714.0	1743.0		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.676	1.734	1.821	1.852		
Humedad (%)						
Tara + suelo húmedo (g.)	267.00	274.00	302.00	341.00		
Tara + suelo seco (g.)	247.00	246.00	270.00	301.00		
Peso de agua (g.)	20.00	28.00	32.00	40.00		
Peso de la Tara (g)	117.00	104.00	122.00	133.00		
Peso de suelo seco (g.)	130.00	142.00	148.00	168.00		
Humedad (%)	15.4	19.7	21.6	23.8		
Densidad Seca (g/cm ³)	1.452	1.449	1.498	1.496		



Máxima Densidad Seca (g/cm³) **1.510** Optimo Contenido Humedad(%) **22.75**

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante


Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



LABORATORIO GEOTECNICO
ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE
NORMA ASTM - D1883

TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 03

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020

N° DE MOLDE		M-1 10 GOLPES	M-2 25 GOLPES	M-3 56 GOLPES
Peso molde + suelo humedo	gr.	7444	7845	7802
Peso del Molde	gr.	4050	4240	3925
Peso del Suelo humedo	gr.	3394	3605	3877
Volumen del Molde	cm3	2118.89	2082.1	2095.8
Densidad humeda	gr/cm3	1.60	1.73	1.85
% de humedad	%	22.44	22.43	22.46
Densidad seca	gr/cm3	1.308	1.414	1.511
Condicion de Humedad				
Tara Nro.		T-1	T-2	T-3
Tara + suelo humedo	gr.	148.3	150.2	122.7
Tara + suelo seco	gr.	124.0	127.1	104.8
Peso del agua	gr.	24.3	23.1	17.9
Peso de tara	gr.	15.7	24.1	25.1
Peso del suelo seco	gr.	108.3	103.0	79.7
% de humedad	%	22.44	22.43	22.46

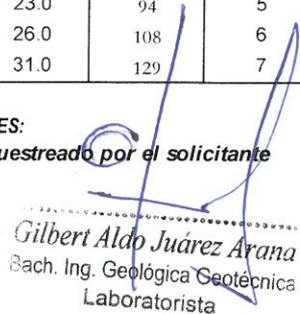
EXPANSION

NUMERO DE GOLPES			12		25		56	
FECHA	HORA	TIEMPO	LECT.	EXPAN.	LECT.	EXPAN.	LECT.	EXPAN.
		HRS.	DIAL	%	DIAL	%	DIAL	%
		0	0					
		24	25					
		48	35					
		72	35					
		96	36			S/E		S/E

PENETRACION

PENT.	N° DE GOLPES 12			N° DE GOLPES 25			N° DE GOLPES 56		
	LECT.	CORRECCION		LECT.	CORRECCION		LECT.	CORRECCION	
mm.	DIAL	Kg.	Kg/cm2	DIAL	Kg.	Kg/cm2	DIAL	Kg.	Kg/cm2
0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
0.50	2.0	3	0	2.0	3	0	5.0	16	1
1.00	4.0	12	1	4.0	12	1	9.0	34	2
1.50	6.0	20	1	7.0	25	1	15.0	60	3
2.00	9.0	34	2	11.0	42	2	23.0	94	5
2.50	12.0	47	2	14.0	55	3	31.0	129	7
3.00	16.0	64	3	20.0	81	4	41.0	173	9
3.50	20.0	81	4	26.0	108	6	51.0	216	11
4.00	23.0	94	5	33.0	138	7	58.0	247	13
4.50	26.0	108	6	38.0	160	8	66.0	282	15
5.00	31.0	129	7	44.0	186	10	77.0	330	17

OBSERVACIONES:
 Material muestreado por el solicitante


 Gilbert Aldo Juárez Arana
 Bach. Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista



**LABORATORIO GEOTECNICO
GRAFICO DE PENETRACION CBR
NORMA ASTM - D1883**

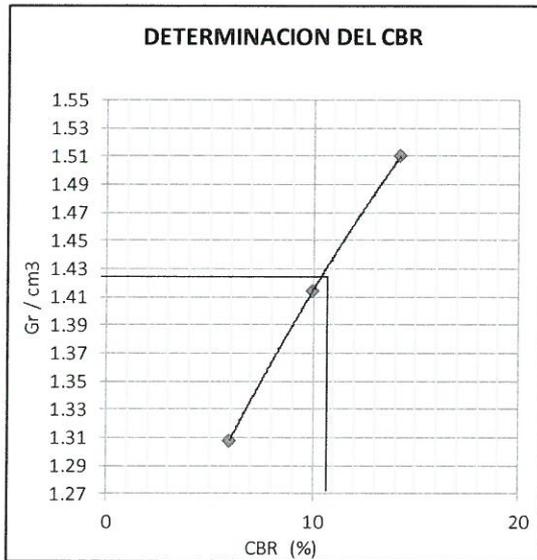
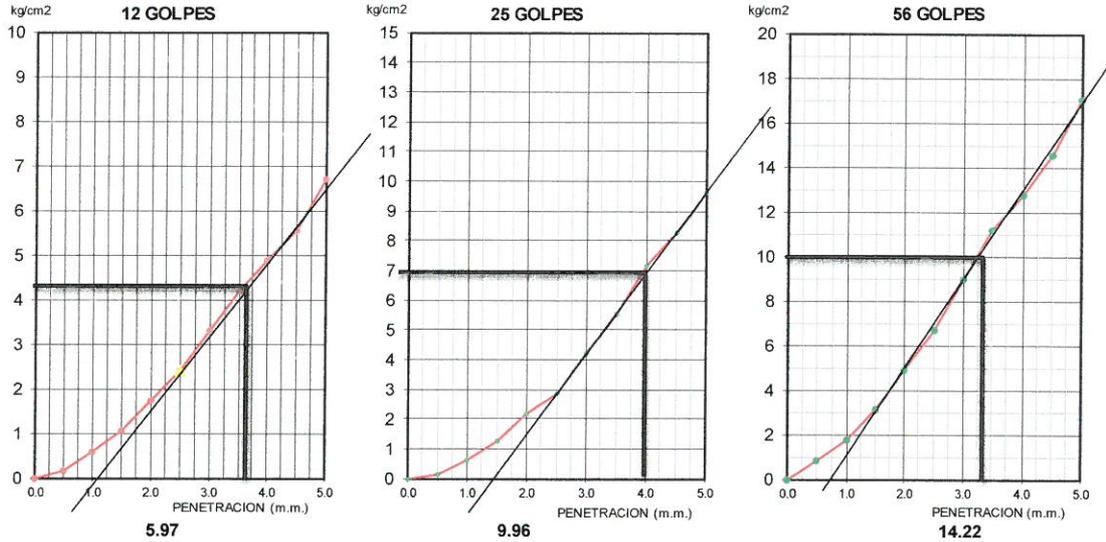
TESISTAS PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

TESIS ANALISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA
 ASFALTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE- AV. GUSTAVO
 PINTO, TACNA-2020

MUESTRA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALICATA Nº 03

FECHA TACNA, 03 DE OCTUBRE DEL 2020



RESULTADOS	
MDS - PROCTOR gr/cc	1.510
HUMEDAD OPTIMA %	22.75
CBR AL 100 %	14.2
CBR AL 95 %	10.6

Categorias de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

OBSERVACIONES:

1) Material muestreado por el solicitante

ingtecc.consultores@gmail.com

Alvaro Juárez Arana
 Ing. Geológica Geotécnica
 Laboratorista

Anexo 5: Formatos de Aforo Vehicular en la Av. Industrial en tiempo de Covid 19.

FORMULARIO Nº 1																							
ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR (SABADO)																							
TRAMO DE LA CARRETERA										ESTACION <u>AVENIDA PINTO</u>													
SENTIDO <u>N-SE</u>										DIA <u>SABADO</u>													
UBICACIÓN <u>AVENIDA INDUSTRIAL</u>										FECHA <u>19-Set</u>													
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	%
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 				
0-1																				0.00	0.00%		
1-2																				0.00	0.00%		
2-3																				0.00	0.00%		
3-4																				0.00	0.00%		
4-5																				0.00	0.00%		
5-6	3	13	23	10	1	45	98	3	1	3										200.00	2.81%		
6-7		12	34	16	2	48	89	2	1	2										206.00	2.89%		
7-8	1	54	91	22	5	86	108	1	3	1				1						373.00	5.24%		
8-9	7	119	131	12	13	100	129	3	2	1				2						519.00	7.29%		
9-10		69	67	9	5	67	112	2	2	2										335.00	4.70%		
10-11		76	56	11	4	73	98		1											319.00	4.48%		
11-12		122	67	10	8	78	84	2		1										372.00	5.22%		
12-13	7	164	164	13	13	105	131	2	1	3										603.00	8.47%		
13-14	13	135	129	16	16	90	127		1	1				2						530.00	7.44%		
14-15		123	89	11	9	77	89	1	1	1										401.00	5.63%		
15-16		112	112	8	6	67	94	3		2				1						405.00	5.69%		
16-17	6	89	94	13	4	83	67	1		2										359.00	5.04%		
17-18		79	97	12	8	79	114													389.00	5.46%		
18-19	12	166	165	14	14	102	123	1	2	2				2						603.00	8.47%		
19-20	15	172	123	11	11	96	139	2	1	1										571.00	8.02%		
20-21	6	145	98	9	9	65	96	1	2	2				1						434.00	6.09%		
21-22		95	96	6	6	43	56	2	1	1				2						308.00	4.32%		
22-23		46	57	5	3	34	47	1	2											195.00	2.74%		
23-24																					0.00	0.00%	
TOTALES	70.00	1,791.0	1,693.00	208.00	137.00	1,338.00	1,801.00	27.00	21.00	25.0	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,122.00	100.00%	
%	0.98%	25.15%	23.77%	2.92%	1.92%	18.79%	25.29%	0.38%	0.29%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

7,122.00

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA
JEFE DE BRIGADA : _____
ING.RESPONS: _____
SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR (SABADO)

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	SE-N
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	AV. HIPOLITO UNANUE
DIA	SABADO
FECHA	19-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
				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			
0-1																						0.00	0.00%
1-2																						0.00	0.00%
2-3																						0.00	0.00%
3-4																						0.00	0.00%
4-5																						0.00	0.00%
5-6	2	15	19	8	2	36	87	3	1	3											176.00	2.56%	
6-7		12	32	15	1	48	79	3	1	2				1							194.00	2.82%	
7-8	1	45	89	23	6	78	104	1	3	4				1							355.00	5.16%	
8-9	5	118	142	10	9	100	130	3	2	3	1			2							525.00	7.64%	
9-10		68	69	8	5	67	100	2	2	2	2										325.00	4.73%	
10-11		74	58	13	4	73	97		1					1							321.00	4.67%	
11-12		132	65	8	8	78	84	3		1											379.00	5.51%	
12-13	4	145	156	14	12	105	131	2	1	3	1			1							575.00	8.36%	
13-14	9	126	132	7	14	90	127		1	3				2							511.00	7.43%	
14-15		113	86	10	9	77	89	2	1	3	2										392.00	5.70%	
15-16		97	103	7	6	67	94	4		2				1							381.00	5.54%	
16-17	4	89	96	12	4	83	67	1		2											358.00	5.21%	
17-18		75	67	10	8	79	114							1							354.00	5.15%	
18-19	8	156	148	14	12	102	123	1	2	2				2							570.00	8.29%	
19-20	9	173	128	9	10	96	139	2	1	3	1										571.00	8.31%	
20-21	5	135	94	11	9	65	96	2	2	2	1			1							423.00	6.15%	
21-22		86	92	7	6	43	54	3	1	2	2			2							298.00	4.34%	
22-23		34	46	4	3	32	43	2	2												166.00	2.41%	
23-24																						0.00	0.00%
TOTALES	47	1,693	1,622	190	128	1,319	1,758	34	21	37	10	0	0	15	0	6,874	100.00%						
%	0.68%	24.63%	23.60%	2.76%	1.86%	19.19%	25.57%	0.49%	0.31%	0.54%	0.15%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	100.00%							

6,874.00

ENCUESTADOR : ____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1																							
ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR (DOMINGO)																							
TRAMO DE LA CARRETERA															ESTACION								
SENTIDO		N-SE													DIA		DOMINGO						
UBICACIÓN		AVENIDA INDUSTRIAL													FECHA		20-Set						
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	%		
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 				
0-1																				0.00	#DIV/0!		
1-2																				0.00	#DIV/0!		
2-3																				0.00	#DIV/0!		
3-4																				0.00	#DIV/0!		
4-5																				0.00	#DIV/0!		
5-6																				0.00	#DIV/0!		
6-7																				0.00	#DIV/0!		
7-8																				0.00	#DIV/0!		
8-9																				0.00	#DIV/0!		
9-10																				0.00	#DIV/0!		
10-11																				0.00	#DIV/0!		
11-12																				0.00	#DIV/0!		
12-13																				0.00	#DIV/0!		
13-14																				0.00	#DIV/0!		
14-15																				0.00	#DIV/0!		
15-16																				0.00	#DIV/0!		
16-17																				0.00	#DIV/0!		
17-18																				0.00	#DIV/0!		
18-19																				0.00	#DIV/0!		
19-20																				0.00	#DIV/0!		
20-21																				0.00	#DIV/0!		
21-22																				0.00	#DIV/0!		
22-23																				0.00	#DIV/0!		
23-24																				0.00	#DIV/0!		
TOTALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	
%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA	JEFE DE BRIGADA : _____	ING.RESPONS: _____	SUPERV.MTCC : _____
------------------------------------	-------------------------	--------------------	---------------------

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(DOMINGO)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	SE-N
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	AV. HIPOLITO UNANUE
DIA	DOMINGO
FECHA	20-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
																							
0-1																					0.00	#DIV/0!	
1-2																						0.00	#DIV/0!
2-3																						0.00	#DIV/0!
3-4																						0.00	#DIV/0!
4-5																						0.00	#DIV/0!
5-6																						0.00	#DIV/0!
6-7																						0.00	#DIV/0!
7-8																						0.00	#DIV/0!
8-9																						0.00	#DIV/0!
9-10																						0.00	#DIV/0!
10-11																						0.00	#DIV/0!
11-12																						0.00	#DIV/0!
12-13																						0.00	#DIV/0!
13-14																						0.00	#DIV/0!
14-15																						0.00	#DIV/0!
15-16																						0.00	#DIV/0!
16-17																						0.00	#DIV/0!
17-18																						0.00	#DIV/0!
18-19																						0.00	#DIV/0!
19-20																						0.00	#DIV/0!
20-21																						0.00	#DIV/0!
21-22																						0.00	#DIV/0!
22-23																						0.00	#DIV/0!
23-24																						0.00	#DIV/0!
TOTALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(LUNES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	N-SE
UBICACIÓN	AVENIDA TARATA

ESTACION	
DIA	LUNES
FECHA	22-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	%
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2				
0-1																						0.00	0.00%
1-2																						0.00	0.00%
2-3																						0.00	0.00%
3-4																						0.00	0.00%
4-5																						0.00	0.00%
5-6	1	13	23	10	1	45	98	3	1	3												198.00	2.79%
6-7		12	34	16	2	48	89	2	1	2												206.00	2.90%
7-8	1	54	91	22	5	86	108	1	3	1				1								373.00	5.25%
8-9	7	119	131	12	13	100	129	3	2	1				2								519.00	7.30%
9-10		69	67	9	5	67	112	2	2	2												335.00	4.71%
10-11		76	56	11	4	73	98		1													319.00	4.49%
11-12		122	67	10	8	78	84	2		1												372.00	5.23%
12-13	7	164	164	13	13	105	131	2	1	3												603.00	8.48%
13-14	9	135	129	16	16	90	127		1	1				2								526.00	7.40%
14-15		123	89	11	9	77	89	1	1	1												401.00	5.64%
15-16		112	112	8	6	67	94	3		2				1								405.00	5.70%
16-17	6	89	94	13	4	83	67	1		2												359.00	5.05%
17-18		79	97	12	8	79	114															389.00	5.47%
18-19	9	166	165	14	14	102	123	1	2	2				2								600.00	8.44%
19-20	11	172	123	11	11	96	139	2	1	1												567.00	7.98%
20-21	6	145	98	9	9	65	96	1	2	2				1								434.00	6.11%
21-22		95	96	6	6	43	56	2	1	1				2								308.00	4.33%
22-23		43	58	5	3	37	45	1	2													194.00	2.73%
23-24																						0.00	0.00%
TOTALES	57	1,788	1,694	208	137	1,341	1,799	27	21	25	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	7,108	100.00%
%	0.80%	25.15%	23.83%	2.93%	1.93%	18.87%	25.31%	0.38%	0.30%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(LUNES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	SE-N
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	AV. HIPOLITO UNANUE
DIA	LUNES
FECHA	21-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%							
																														
0-1																						0.00	0.00%							
1-2																							0.00	0.00%						
2-3																							0.00	0.00%						
3-4																							0.00	0.00%						
4-5																							0.00	0.00%						
5-6		12	18	8	2	34	85	2	1	2													164.00	2.40%						
6-7	1	10	32	15	1	48	79	3	1	2					1									193.00	2.82%					
7-8	1	45	89	23	6	78	104	1	3	4					1										355.00	5.19%				
8-9	3	118	142	10	9	100	130	3	2	3	1				2											523.00	7.65%			
9-10		68	69	8	5	67	100	2	2	2	2																325.00	4.75%		
10-11		74	58	13	4	73	97		1						1													321.00	4.70%	
11-12		132	65	8	8	78	84	3		1																		379.00	5.54%	
12-13	4	145	156	14	12	105	131	2	1	3	1				1													575.00	8.41%	
13-14	9	126	132	7	14	90	127		1	3					2													511.00	7.48%	
14-15		113	86	10	9	77	89	2	1	3	2																	392.00	5.73%	
15-16		97	103	7	6	67	94	4		2					1													381.00	5.57%	
16-17	4	89	96	12	4	83	67	1		2																		358.00	5.24%	
17-18		75	67	10	8	79	114								1													354.00	5.18%	
18-19	6	156	148	14	12	102	123	1	2	2					2													568.00	8.31%	
19-20	9	173	128	9	10	96	139	2	1	3	1																	571.00	8.35%	
20-21	5	135	94	11	9	65	96	2	2	2	1				1													423.00	6.19%	
21-22		86	92	7	6	43	54	3	1	2	2				2													298.00	4.36%	
22-23		29	36	4	3	29	41	2	1																			145.00	2.12%	
23-24																													0.00	0.00%
TOTALES	42	1,683	1,611	190	128	1,314	1,754	33	20	36	10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,836	100.00%	
%	0.61%	24.62%	23.57%	2.78%	1.87%	19.22%	25.66%	0.48%	0.29%	0.53%	0.15%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(MARTES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	N-SE
UBICACIÓN	AVENIDA INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	MARTES
FECHA	22-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	%		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2				
0-1																					0.00	0.00%	
1-2																						0.00	0.00%
2-3																						0.00	0.00%
3-4																						0.00	0.00%
4-5																						0.00	0.00%
5-6	1	11	21	9	1	43	39	3	1	3												132.00	1.87%
6-7		12	34	16	2	48	89	2	1	2												206.00	2.92%
7-8	1	54	91	22	5	86	108	1	3	1				1								373.00	5.29%
8-9	7	119	131	12	13	100	129	3	2	1				2								519.00	7.36%
9-10		69	67	9	5	67	112	2	2	2												335.00	4.75%
10-11		76	56	11	4	73	98		1													319.00	4.53%
11-12		122	67	10	8	78	84	2		1												372.00	5.28%
12-13	7	164	164	13	13	105	131	2	1	3												603.00	8.55%
13-14	13	135	129	16	16	90	127		1	1				2								530.00	7.52%
14-15		123	89	11	9	77	89	1	1	1												401.00	5.69%
15-16		112	112	8	6	67	94	3		2				1								405.00	5.75%
16-17	6	89	94	13	4	83	67	1		2												359.00	5.09%
17-18		79	97	12	8	79	114															389.00	5.52%
18-19	12	166	165	14	14	102	123	1	2	2				2								603.00	8.55%
19-20	15	172	123	11	11	96	139	2	1	1												571.00	8.10%
20-21	6	145	98	9	9	65	96	1	2	2				1								434.00	6.16%
21-22		95	96	6	6	43	56	2	1	1				2								308.00	4.37%
22-23		42	58	5	3	35	45	1	1													190.00	2.70%
23-24																						0.00	0.00%
TOTALES	68	1,785	1,692	207	137	1,337	1,740	27	20	25	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	7,049	100.00%	
%	0.96%	25.32%	24.00%	2.94%	1.94%	18.97%	24.68%	0.38%	0.28%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(MARTES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	SE-N
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	MARTES
FECHA	22-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
				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				
0-1																						0.00	0.00%	
1-2																						0.00	0.00%	
2-3																						0.00	0.00%	
3-4																						0.00	0.00%	
4-5																						0.00	0.00%	
5-6	2	15	19	8	2	36	87	3	1	3												176.00	2.56%	
6-7		12	32	15	1	48	79	3	1	2				1								194.00	2.82%	
7-8	1	45	89	23	6	78	104	1	3	4				1								355.00	5.16%	
8-9	5	118	142	10	9	100	130	3	2	3	1			2								525.00	7.64%	
9-10		68	69	8	5	67	100	2	2	2	2											325.00	4.73%	
10-11		74	58	13	4	73	97		1					1								321.00	4.67%	
11-12		132	65	8	8	78	84	3		1												379.00	5.51%	
12-13	4	145	156	14	12	105	131	2	1	3	1			1								575.00	8.36%	
13-14	9	126	132	7	14	90	127		1	3				2								511.00	7.43%	
14-15		113	86	10	9	77	89	2	1	3	2											392.00	5.70%	
15-16		97	103	7	6	67	94	4		2				1								381.00	5.54%	
16-17	4	89	96	12	4	83	67	1		2												358.00	5.21%	
17-18		75	67	10	8	79	114							1								354.00	5.15%	
18-19	8	156	148	14	12	102	123	1	2	2				2								570.00	8.29%	
19-20	9	173	128	9	10	96	139	2	1	3	1											571.00	8.31%	
20-21	5	135	94	11	9	65	96	2	2	2	1			1								423.00	6.15%	
21-22		86	92	7	6	43	54	3	1	2	2			2								298.00	4.34%	
22-23		32	44	5	3	33	46	2	1													166.00	2.41%	
23-24																						0.00	0.00%	
TOTALES	47	1,691	1,620	191	128	1,320	1,761	34	20	37	10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	6,874	100.00%	
%	0.68%	24.60%	23.57%	2.78%	1.86%	19.20%	25.62%	0.49%	0.29%	0.54%	0.15%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

ENCUESTADOR : ____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(MIERCOLES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	N-SE
UBICACIÓN	AVENIDA INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	MERCOLES
FECHA	23-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	%			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2					
0-1																					0.00	0.00%		
1-2																						0.00	0.00%	
2-3																						0.00	0.00%	
3-4																						0.00	0.00%	
4-5																						0.00	0.00%	
5-6	1	11	26	9	1	43	89	3	1	3												187.00	2.64%	
6-7	1	12	34	16	2	48	89	2	1	2												207.00	2.92%	
7-8	1	54	91	22	5	86	108	1	3	1				1								373.00	5.26%	
8-9	7	119	131	12	13	100	129	3	2	1				2								519.00	7.32%	
9-10		69	67	9	5	67	112	2	2	2												335.00	4.72%	
10-11		76	56	11	4	73	98		1													319.00	4.50%	
11-12		122	67	10	8	78	84	2		1												372.00	5.24%	
12-13	7	164	164	13	13	105	131	2	1	3												603.00	8.50%	
13-14	10	135	129	16	16	90	127		1	1				2								527.00	7.43%	
14-15		123	89	11	9	77	89	1	1	1												401.00	5.65%	
15-16		112	112	8	6	67	94	3		2				1								405.00	5.71%	
16-17	6	89	94	13	4	83	67	1		2												359.00	5.06%	
17-18		79	97	12	8	79	114															389.00	5.48%	
18-19	12	166	165	14	14	102	123	1	2	2				2								603.00	8.50%	
19-20	15	172	123	11	11	96	139	2	1	1												571.00	8.05%	
20-21	6	145	98	9	9	65	96	1	2	2				1								434.00	6.12%	
21-22		95	96	6	6	43	56	2	1	1				2								308.00	4.34%	
22-23		39	58	5	3	33	42	1	2													183.00	2.58%	
23-24																							0.00	0.00%
TOTALES	66	1,782	1,697	207	137	1,335	1,787	27	21	25	0	0	0	11	0	7,095	100.00%							
%	0.93%	25.12%	23.92%	2.92%	1.93%	18.82%	25.19%	0.38%	0.30%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(MIERCOLES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	SE-N
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	MIERCOLES
FECHA	23-Set

HORA	MOTOS	CAMIONETAS						BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%		
		AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
0-1																					0.00	0.00%		
1-2																					0.00	0.00%		
2-3																					0.00	0.00%		
3-4																					0.00	0.00%		
4-5																					0.00	0.00%		
5-6	2	15	21	8	2	36	82	3	1	3										173.00	2.52%			
6-7		12	32	15	1	48	79	3	1	2				1						194.00	2.82%			
7-8	1	45	89	23	6	78	104	1	3	4				1						355.00	5.17%			
8-9	5	118	142	10	9	100	130	3	2	3	1			2						525.00	7.64%			
9-10		68	69	8	5	67	100	2	2	2	2									325.00	4.73%			
10-11		74	58	13	4	73	97		1					1						321.00	4.67%			
11-12		132	65	8	8	78	84	3		1										379.00	5.52%			
12-13	4	145	156	14	12	105	131	2	1	3	1			1						575.00	8.37%			
13-14	9	126	132	7	14	90	127		1	3				2						511.00	7.44%			
14-15		113	86	10	9	77	89	2	1	3	2									392.00	5.71%			
15-16		97	103	7	6	67	94	4		2				1						381.00	5.55%			
16-17	4	89	96	12	4	83	67	1		2										358.00	5.21%			
17-18		75	67	10	8	79	114							1						354.00	5.15%			
18-19	8	156	148	14	12	102	123	1	2	2				2						570.00	8.30%			
19-20	9	173	128	9	10	96	139	2	1	3	1									571.00	8.31%			
20-21	5	135	94	11	9	65	96	2	2	2	1			1						423.00	6.16%			
21-22		86	92	7	6	43	54	3	1	2	2			2						298.00	4.34%			
22-23		34	46	4	3	32	43	2	2											166.00	2.42%			
23-24																					0.00	0.00%		
TOTALES	47	1,693	1,624	190	128	1,319	1,753	34	21	37	10	0	0	15	0	6,871	100.00%							
%	0.68%	24.64%	23.64%	2.77%	1.86%	19.20%	25.51%	0.49%	0.31%	0.54%	0.15%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(JUEVES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	N-SE
UBICACIÓN	AVENIDA INDUSTRIAL

ESTACION	AV. PINTO
DIA	JUEVES
FECHA	24-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	%
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2				
0-1																						0.00	0.00%
1-2																						0.00	0.00%
2-3																						0.00	0.00%
3-4																						0.00	0.00%
4-5																						0.00	0.00%
5-6	2	11	22	15	1	38	94	3	1	3											190.00	2.67%	
6-7		12	34	16	2	48	89	2	1	2											206.00	2.90%	
7-8	1	54	91	22	5	86	108	1	3	1				1							373.00	5.25%	
8-9	7	119	131	12	13	100	129	3	2	1				2							519.00	7.30%	
9-10		69	67	9	5	67	112	2	2	2											335.00	4.71%	
10-11		76	56	11	4	73	98		1												319.00	4.49%	
11-12		122	67	10	8	78	84	2		1											372.00	5.23%	
12-13	7	164	164	13	13	105	131	2	1	3											603.00	8.48%	
13-14	13	135	129	16	16	90	127		1	1				2							530.00	7.45%	
14-15		123	89	11	9	77	89	1	1	1											401.00	5.64%	
15-16		112	112	8	6	67	94	3		2				1							405.00	5.70%	
16-17	6	89	94	13	4	83	67	1		2											359.00	5.05%	
17-18		79	97	12	8	79	114														389.00	5.47%	
18-19	12	166	165	14	14	102	123	1	2	2				2							603.00	8.48%	
19-20	15	172	123	11	11	96	139	2	1	1											571.00	8.03%	
20-21	6	145	98	9	9	65	96	1	2	2				1							434.00	6.10%	
21-22		95	96	6	6	43	56	2	1	1				2							308.00	4.33%	
22-23		37	60	4	3	36	50	1	2												193.00	2.71%	
23-24																						0.00	0.00%
TOTALES	69	1,780	1,695	212	137	1,333	1,800	27	21	25	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	7,110	100.00%	
%	0.97%	25.04%	23.84%	2.98%	1.93%	18.75%	25.32%	0.38%	0.30%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(JUEVES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	SE-N
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	AV. HIPOLITO UNANUE
DIA	JUEVES
FECHA	24-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
																								
0-1																					0.00	0.00%		
1-2																					0.00	0.00%		
2-3																					0.00	0.00%		
3-4																					0.00	0.00%		
4-5																					0.00	0.00%		
5-6	2	15	19	8	2	36	87	3	1	3											176.00	2.56%		
6-7		12	32	15	1	48	79	3	1	2				1							194.00	2.82%		
7-8	1	45	89	23	6	78	104	1	3	4				1							355.00	5.17%		
8-9	5	118	142	10	9	100	130	3	2	3	1			2							525.00	7.64%		
9-10		68	69	8	5	67	100	2	2	2	2										325.00	4.73%		
10-11		74	58	13	4	73	97		1					1							321.00	4.67%		
11-12		132	65	8	8	78	84	3		1											379.00	5.52%		
12-13	4	145	156	14	12	105	131	2	1	3	1			1							575.00	8.37%		
13-14	9	126	132	7	14	90	127		1	3				2							511.00	7.44%		
14-15		113	86	10	9	77	89	2	1	3	2										392.00	5.71%		
15-16		97	103	7	6	67	94	4		2				1							381.00	5.55%		
16-17	4	89	96	12	4	83	67	1		2											358.00	5.21%		
17-18		75	67	10	8	79	114							1							354.00	5.15%		
18-19	8	156	148	14	12	102	123	1	2	2				2							570.00	8.30%		
19-20	9	173	128	9	10	96	139	2	1	3	1										571.00	8.31%		
20-21	5	135	94	11	9	65	96	2	2	2	1			1							423.00	6.16%		
21-22		86	92	7	6	43	54	3	1	2	2			2							298.00	4.34%		
22-23		39	29	4	3	35	48	2	2												162.00	2.36%		
23-24																					0.00	0.00%		
TOTALES	47	1,698	1,605	190	128	1,322	1,763	34	21	37	10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	6,870	100.00%	
%	0.68%	24.72%	23.36%	2.77%	1.86%	19.24%	25.66%	0.49%	0.31%	0.54%	0.15%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(VIERNES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	N-SE
UBICACIÓN	AVENIDA INDUSTRIAL

ESTACION	AV. PINTO
DIA	VIERNES
FECHA	25-Set

HORA	MOTOS	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	%
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 				
0-1																					0.00	0.00%	
1-2																						0.00	0.00%
2-3																						0.00	0.00%
3-4																						0.00	0.00%
4-5																						0.00	0.00%
5-6	1	11	25	10	1	48	93	3	1	3											196.00	2.76%	
6-7		12	34	16	2	48	89	2	1	2											206.00	2.90%	
7-8	1	54	91	22	5	86	108	1	3	1				1							373.00	5.25%	
8-9	4	119	131	12	13	100	129	3	2	1				2							516.00	7.26%	
9-10		69	67	9	5	67	112	2	2	2											335.00	4.71%	
10-11	1	76	56	11	4	73	98		1												320.00	4.50%	
11-12		122	67	10	8	78	84	2		1											372.00	5.23%	
12-13	7	164	164	13	13	105	131	2	1	3											603.00	8.48%	
13-14	13	135	129	16	16	90	127		1	1				2							530.00	7.45%	
14-15		123	89	11	9	77	89	1	1	1											401.00	5.64%	
15-16		112	112	8	6	67	94	3		2				1							405.00	5.70%	
16-17	6	89	94	13	4	83	67	1		2											359.00	5.05%	
17-18		79	97	12	8	79	114														389.00	5.47%	
18-19	12	166	165	14	14	102	123	1	2	2				2							603.00	8.48%	
19-20	15	172	123	11	11	96	139	2	1	1											571.00	8.03%	
20-21	6	145	98	9	9	65	96	1	2	2				1							434.00	6.10%	
21-22		95	96	6	6	43	56	2	1	1				2							308.00	4.33%	
22-23		44	54	5	3	33	48	1	2												190.00	2.67%	
23-24																						0.00	0.00%
TOTALES	66	1,787	1,692	208	137	1,340	1,797	27	21	25	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	7,111	100.00%	
%	0.93%	25.13%	23.79%	2.93%	1.93%	18.84%	25.27%	0.38%	0.30%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

2.42

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(VIERNES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	SE-N
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	AV. HIPOLITO UNANUE
DIA	VIERNES
FECHA	25-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
																								
0-1																					0.00	0.00%		
1-2																					0.00	0.00%		
2-3																					0.00	0.00%		
3-4																					0.00	0.00%		
4-5																					0.00	0.00%		
5-6	2	16	18	8	2	38	84	3	1	3										175.00	2.54%			
6-7		12	32	15	1	48	79	3	1	2				1						194.00	2.82%			
7-8	1	45	89	23	6	78	104	1	3	4				1						355.00	5.16%			
8-9	5	118	142	10	9	100	130	3	2	3	1			2						525.00	7.63%			
9-10		68	69	8	5	67	100	2	2	2	2									325.00	4.73%			
10-11		74	58	13	4	73	97		1					1						321.00	4.67%			
11-12		132	65	8	8	78	84	3		1										379.00	5.51%			
12-13	4	145	156	14	12	105	131	2	1	3	1			1						575.00	8.36%			
13-14	9	126	132	7	14	90	127		1	3				2						511.00	7.43%			
14-15		113	86	10	9	77	89	2	1	3	2									392.00	5.70%			
15-16		97	103	7	6	67	94	4		2				1						381.00	5.54%			
16-17	4	89	96	12	4	83	67	1		2										358.00	5.21%			
17-18		75	67	10	8	79	114							1						354.00	5.15%			
18-19	8	156	148	14	12	102	123	1	2	2				2						570.00	8.29%			
19-20	9	173	128	9	10	96	139	2	1	3	1									571.00	8.30%			
20-21	5	135	94	11	9	65	96	2	2	2	1			1						423.00	6.15%			
21-22		86	92	7	6	43	54	3	1	2	2			2						298.00	4.33%			
22-23		32	45	4	3	35	48	2	2											171.00	2.49%			
23-24																					0.00	0.00%		
TOTALES	47	1,692	1,620	190	128	1,324	1,760	34	21	37	10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	6,878	100.00%	
%	0.68%	24.60%	23.55%	2.76%	1.86%	19.25%	25.59%	0.49%	0.31%	0.54%	0.15%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(SABADO)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	AMBOS
UBICACION	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	SABADO
FECHA	19-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6		14	21	9	2	41	93	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
6-7		12	33	16	2	48	84	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	200
7-8	3	50	90	23	6	82	106	1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	364
8-9		119	137	11	11	100	130	3	2	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	522
9-10	2	69	68	9	5	67	106	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	330
10-11		75	57	12	4	73	98	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	320
11-12		127	66	9	8	78	84	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376
12-13	1	155	160	14	13	105	131	2	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	589
13-14		131	131	12	15	90	127	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	521
14-15		118	88	11	9	77	89	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	397
15-16	1	105	108	8	6	67	94	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	393
16-17	1	89	95	13	4	83	67	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359
17-18		77	82	11	8	79	114	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	372
18-19		161	157	14	13	102	123	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	587
19-20		173	126	10	11	96	139	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	571
20-21		140	96	10	9	65	96	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	429
21-22		91	94	7	6	43	55	3	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	303
22-23		40	52	5	3	33	45	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	59	1,742	1,658	199	133	1,329	1,780	31	21	31	5	0	0	13	0	0	0	0	0	0	6,998

6,998

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR (DOMINGO)

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	DOMINGO
FECHA	20-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 		
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(LUNES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	LUNES
FECHA	21-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL	
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 		
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5-6		13	21	9	2	40	92	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181	
6-7	2	11	33	16	2	48	84	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	200	
7-8		50	90	23	6	82	106	1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	364	
8-9	1	119	137	11	11	100	130	3	2	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	521	
9-10		69	68	9	5	67	106	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	330	
10-11	1	75	57	12	4	73	98	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	320	
11-12	1	127	66	9	8	78	84	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376	
12-13		155	160	14	13	105	131	2	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	589	
13-14		131	131	12	15	90	127	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	519	
14-15	1	118	88	11	9	77	89	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	397	
15-16		105	108	8	6	67	94	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	393	
16-17	1	89	95	13	4	83	67	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359	
17-18		77	82	11	8	79	114	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	372	
18-19		161	157	14	13	102	123	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	584	
19-20		173	126	10	11	96	139	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	569	
20-21		140	96	10	9	65	96	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	429	
21-22		91	94	7	6	43	55	3	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	303	
22-23		36	47	5	3	33	43	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	50	1,736	1,653	199	133	1,328	1,777	30	21	31	5	0	0	13	0	0	0	0	0	6,972	
%																					

6,972

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(MARTES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	MARTES
FECHA	22-Set

HORA	MOTOS	CAMIONETAS					MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL
		AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	1	13	20	9	2	40	63	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154
6-7		12	33	16	2	48	84	3	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	200
7-8	1	50	90	23	6	82	106	1	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	364
8-9		119	137	11	11	100	130	3	2	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	522
9-10	1	69	68	9	5	67	106	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	330
10-11		75	57	12	4	73	98	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	320
11-12	2	127	66	9	8	78	84	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376
12-13		155	160	14	13	105	131	2	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	589
13-14	1	131	131	12	15	90	127	0	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	521
14-15		118	88	11	9	77	89	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	397
15-16		105	108	8	6	67	94	4	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	393
16-17		89	95	13	4	83	67	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359
17-18	1	77	82	11	8	79	114	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	372
18-19		161	157	14	13	102	123	1	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	587
19-20		173	126	10	11	96	139	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	571
20-21		140	96	10	9	65	96	2	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	429
21-22		91	94	7	6	43	55	3	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	303
22-23		37	51	5	3	34	46	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	58	1,738	1,656	199	133	1,329	1,751	31	20	31	5	0	0	13	0	0	0	0	0	6,962

6,962

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(MIERCOLES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	MIERCOLES
FECHA	23-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 		
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	1	13	24	9	2	40	86	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
6-7		12	33	16	2	48	84	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	201
7-8		50	90	23	6	82	106	1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	364
8-9	1	119	137	11	11	100	130	3	2	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	522
9-10		69	68	9	5	67	106	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	330
10-11		75	57	12	4	73	98	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	320
11-12		127	66	9	8	78	84	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376
12-13	1	155	160	14	13	105	131	2	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	589
13-14		131	131	12	15	90	127	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	519
14-15		118	88	11	9	77	89	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	397
15-16	1	105	108	8	6	67	94	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	393
16-17		89	95	13	4	83	67	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359
17-18	1	77	82	11	8	79	114	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	372
18-19		161	157	14	13	102	123	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	587
19-20		173	126	10	11	96	139	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	571
20-21	1	140	96	10	9	65	96	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	429
21-22		91	94	7	6	43	55	3	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	303
22-23		37	52	5	3	33	43	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	57	1,738	1,661	199	133	1,327	1,770	31	21	31	5	0	0	13	0	0	0	0	0	0	6,983

6,983

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR (JUEVES)

TRAMO DE LA CARRETERA	AMBOS
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DÍA	JUEVES
FECHA	24-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6		13	21	12	2	37	91	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183
6-7		12	33	16	2	48	84	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	200
7-8		50	90	23	6	82	106	1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	364
8-9		119	137	11	11	100	130	3	2	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	522
9-10		69	68	9	5	67	106	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	330
10-11	1	75	57	12	4	73	98	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	320
11-12	1	127	66	9	8	78	84	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376
12-13		155	160	14	13	105	131	2	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	589
13-14	1	131	131	12	15	90	127	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	521
14-15		118	88	11	9	77	89	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	397
15-16		105	108	8	6	67	94	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	393
16-17		89	95	13	4	83	67	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359
17-18		77	82	11	8	79	114	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	372
18-19		161	157	14	13	102	123	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	587
19-20		173	126	10	11	96	139	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	571
20-21		140	96	10	9	65	96	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	429
21-22		91	94	7	6	43	55	3	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	303
22-23		38	45	4	3	36	49	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	58	1,739	1,650	201	133	1,328	1,782	31	21	31	5	0	0	13	0	0	0	0	0	6,990

6,990

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO N° 1

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
(VIERNES)**

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	AV. INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	VIERNES
FECHA	25-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6		14	22	9	2	43	89	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186
6-7		12	33	16	2	48	84	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	200
7-8		50	90	23	6	82	106	1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	364
8-9		119	137	11	11	100	130	3	2	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	521
9-10	2	69	68	9	5	67	106	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	330
10-11		75	57	12	4	73	98	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	321
11-12	1	127	66	9	8	78	84	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376
12-13		155	160	14	13	105	131	2	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	589
13-14	2	131	131	12	15	90	127	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	521
14-15		118	88	11	9	77	89	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	397
15-16		105	108	8	6	67	94	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	393
16-17		89	95	13	4	83	67	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359
17-18		77	82	11	8	79	114	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	372
18-19		161	157	14	13	102	123	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	587
19-20		173	126	10	11	96	139	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	571
20-21		140	96	10	9	65	96	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	429
21-22		91	94	7	6	43	55	3	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	303
22-23		38	50	5	3	34	48	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	57	1,740	1,656	199	133	1,332	1,779	31	21	31	5	0	0	13	0	0	0	0	0	6,995

6,995

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

FORMULARIO Nº 1

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR POR HORA

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	AMBOS
UBICACIÓN	AVENIDA INDUSTRIAL

ESTACION	
DIA	
FECHA	26-Set

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		
0-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6		11	18	8	1	34	73	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153
6-7		10	28	13	1	41	72	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171
7-8		42	77	19	5	70	91	1	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	312
8-9		102	117	9	9	86	111	3	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	447
9-10	2	59	58	7	4	57	91	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283
10-11		64	49	10	3	63	84	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274
11-12	1	109	57	8	7	67	72	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322
12-13		132	137	12	11	90	112	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	505
13-14	2	112	112	10	13	77	109	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	446
14-15		101	75	9	8	66	76	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340
15-16		90	92	6	5	57	81	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	337
16-17		76	81	11	3	71	57	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307
17-18		66	70	9	7	68	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318
18-19		138	134	12	11	87	105	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	502
19-20		148	108	9	9	82	119	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489
20-21		120	82	9	8	56	82	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	367
21-22		78	81	6	5	37	47	2	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	260
22-23		32	42	4	3	29	39	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152
23-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	48	1,490	1,419	171	114	1,139	1,520	26	18	27	4	0	0	11	0	0	0	0	0	0	5,986

5,986

5,986

ENCUESTADOR : _____ COPARI CHUCUYA

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

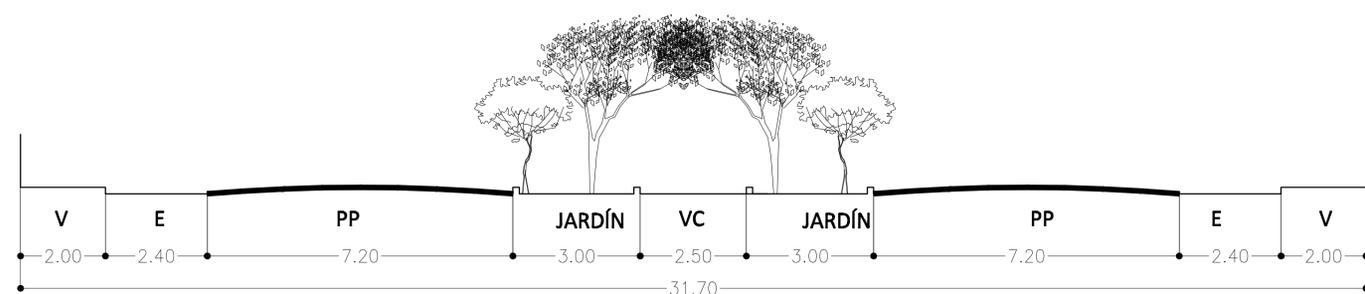
Anexo 6: Matriz de Consistencia – Proyecto de Tesis

TITULO: “ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO: AV. HIPOLITO UNANUE – AV. GUSTAVO PINTO, TACNA - 2020”

TESISTAS: BACH. PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA; BACH. HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿De qué manera el análisis funcional permitirá hacer una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, Tacna - 2020?</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Analizar el estado funcional que permitirá realizar una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, Tacna – 2020</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El análisis del estado funcional que permite realizar una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito Unanue – Av. Gustavo Pinto, Tacna – 2020, influyen negativamente.</p>	<p>Variable Independiente(X)</p> <p>X1. Análisis del estado funcional.</p>	<p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rugosidad de los pavimentos ▪ Índice internacional de rugosidad ▪ Escala y características del IRI ▪ Cálculo del índice de rugosidad 	<p>Tipo de Investigación</p> <p>- Aplicada</p>
<p>2. INTERROGANTES ESPECÍFICAS</p> <p>a) ¿Qué cantidad de muestras serán necesarias para el análisis del estado funcional de la carpeta asfáltica de la vía existente, aplicando la metodología del PCI, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial?</p> <p>b) ¿Cómo el resultado de la rugosidad ayuda al análisis del estado funcional para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial?</p> <p>c) ¿Cómo una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica mejoraría la respuesta ante los requerimientos actuales en la Av. Industrial?</p>	<p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>d) Determinar las unidades de muestreo y el estado funcional de la carpeta asfáltica de la vía existente, aplicando la metodología del PCI, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial.</p> <p>e) Calcular la rugosidad que ayuda al análisis del estado funcional para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, mediante el rugosímetro de MERLIN.</p> <p>f) Plantear una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica que satisfaga los requerimientos actuales de la Av. Industrial.</p>	<p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) La determinación de las unidades de muestreo permitirá conocer el estado funcional de la carpeta asfáltica de la vía existente, aplicando la metodología del PCI, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial.</p> <p>b) La rugosidad calculada permitirá analizar el estado funcional, para proponer un diseño de la carpeta asfáltica en la Av. Industrial, mediante el rugosímetro de MERLIN.</p> <p>c) El planteamiento de la propuesta de diseño de la carpeta asfáltica logrará satisfacer los requerimientos actuales de la Av. Industrial.</p>	<p>Variable Dependiente(Y)</p> <p>Y1. Diseño de la carpeta asfáltica.</p>	<p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodología de diseño Instituto del Asfalto Norteamericano. ▪ CBR ▪ Índice Medio Diario ▪ Numero de Transito Diario Anual. ▪ Numero de Transito Inicial ▪ Numero de Transito de Diseño ▪ Espesor total de la estructura del pavimento. ▪ Espesores mínimos de carpeta asfáltica. ▪ Espesores de la estructura del pavimento. 	<p>Nivel de la Investigación</p> <p>- Descriptiva, exploratoria</p> <p>Ámbito de Estudio</p> <p>- Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito U Av. Gustavo Pinto)</p> <p>Población</p> <p>- Av. Industrial, tramo: Av. Hipólito – Av. Gustavo Pinto)</p> <p>Técnicas de Recolección de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación. - Formato de campo - Reporte del rugosímetro de MER - Reporte de la Metodología PCI - CBR <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conos de seguridad - Ficha o formulario de observaci aforos - Guías de observación y forma campo - Método del Rugosímetro de MER - Metodología del PCI - Metodología de diseño Institu Asfalto Norteamericano. - Hoja electrónica Excel.

Anexo 7: Plano de Ubicación



SECCIÓN VIAL
AV. INDUSTRIAL (TRAMO AV. PINTO - AV. HIPÓLITO UNANUE)

UBICACION DE ZONA DE MUESTRA



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

PROYECTO:
 ANÁLISIS DEL ESTADO FUNCIONAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA AV. INDUSTRIAL, TRAMO AV. HIPÓLITO UNANUE - AV. GUSTAVO PINTO TACNA - 2020

LÁMINA Nº:
U-01

INTEGRANTES:
 PATTY CAROLINA COPARI CHUCUYA
 HEFREY JULVER MAQUERA MEDINA

ESCALA:
 INDICADA
 FECHA:
 NOVIEMBRE 2020