



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA

EN INGENIERA CIVIL CON MENCIÓN EN TRANSPORTES



TESIS

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN LA
ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL DE LA
CARRETERA PISAC – OLLANTAYTAMBO, 2020”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERA CIVIL

MENCIÓN TRANSPORTES

Presentado por:

Ingeniero Civil Ed Gutiérrez Carlotto

Asesor: Doctor Ingeniero Víctor Chacón Sánchez

CUSCO – PERÚ

2021



DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a:

Dios por darme vida, salud y sabiduría, al espíritu santo y a los santos, por acompañar, proteger y cuidar desde mi nacimiento.

A mi madre Lourdes Modesta Carlotto Caillaux y a mi padre Andrés Gutiérrez Echegaray, sin ellos no lo había logrado. Su bendición diaria a lo largo de mi vida, sus palabras para levantarme el ánimo y forjarme carácter, me mostraron el camino a la superación, muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mis hermanas, Dana Andrea Gutiérrez Carlotto y Lourdes Gutiérrez Carlotto, por pasar los mejores años de mi vida junto a ustedes, siempre me protegieron y me brindaron sus hombros para descansar.

A mi compañera y amiga Marisol Almanza Ascues, por brindarme su apoyo incondicional y estar presente en las buenas y en las malas.

A mi Tío Juan José Carlotto Caillaux, que con mucho cariño y paciencia estuvo apoyándome y seguir adelante con la tesis.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Andina del Cusco, por brindarme sabiduría, sus docentes quienes motivan, apoyan y comparten todo su conocimiento y a los colegas con quienes tuve la oportunidad de compartir un aula, alegrías y sus experiencias.

A mi maestro Doctor Ingeniero Víctor Chacón Sánchez, quien ha tomado un arduo trabajo, paciencia para transmitirme sus diversos conocimientos en pregrado y posgrado, por acompañarme en esta ardua tarea y logro de la tesis.



RESUMEN

La presente tesis de maestría contiene el desarrollo comparativo del nivel de servicio y capacidad vial de los tramos de una vía pavimentada de dos carriles a partir de la correlación de la velocidad de circulación de los vehículos y rugosidad del pavimento. Para ello se utilizó la metodología del manual de capacidad de carreteras de los Estados Unidos (HCM 2010).

En el Perú y en muchos países de Latinoamérica y del mundo utilizan la metodología del Manual de capacidad de carreteras actualizada de los Estados Unidos reciente (HCM 2010), metodología que se utiliza para calcular la capacidad y el análisis del nivel de servicio en las carreteras y vías urbanas.

La metodología de la investigación se aplicó en tramos con características similares de la carretera Pisac – Ollantaytambo, tramos rectos de dos kilómetros de distancia identificando los siguientes: tramos Pisac km 30+760 al 32+760, tramo Lamay del km 39+799 al 41+766, tramo Calca del km 49+000 al 51+000, Tramo Yucay del km 62+572 al 64+572, tramo Moccopata del km 71+850 al 73+850 y tramo Yanahuara del km 77+000 al 79+000.

Los resultados obtenidos en los tramos indicaron que existe una variación en el análisis del porcentaje de velocidad de flujo libre con la rugosidad de la vía, esto quiere decir que es necesario incrementar un factor de rugosidad de la vía a la fórmula, que nos permita conocer valores más apropiados.

Palabras clave: Nivel de servicio, capacidad, rugosidad, velocidad.



ABSTRACT

This study presents the comparative development of the analysis level service and road capacity of the two-lane road section from the correlation of the track roughness and the vehicles movement speed. The methodology used was the Highway Capacity Manual (HCM 2010).

Peru and other global countries use the HCM 2010 (Highway Capacity Manual) methodology to calculate capacity and the service level analysis on highways and urban roads.

The research methodology has been used in sections with similar characteristics on the Pisac- Ollantaytambo road. The Straight sections of two kilometers apart were identified as: Pisac: from Km 30+760 to 32+760, Lamay: from km 39+799 to 41+766, Calca: from km 49+000 to 51+000, Yucay: from km 62+572 to 64+572, Moccopata from km 71+850 to 73+ 850 and Yanahuara: from km 77+000 to 79+000.

The results obtained in the sections indicated that there is a variation in the analysis of the percentage of free flow velocity with the roughness of the road, this means that it is necessary to increase the roughness factor of the road to the formula, which allows us to know more appropriate values.

Keywords: Service level, capacity, toughness, speed.



ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
1.2.2.1. Problema Especifico N°01	2
1.2.2.2. Problema Especifico N°02	2
1.2.2.3. Problema Especifico N°03	2
1.3. Justificación	2
1.3.1. Justificación por Conveniencia.....	2
1.3.2. Justificación por Relevancia social.....	2
1.3.3. Justificación por Implicaciones Practicas	3
1.3.4. Justificación por Valor teórico	3
1.3.5. Justificación por Metodología.....	3
1.4. Objetivo de Investigación.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4.3.1. Objetivos específicos N° 01	3
1.4.3.2. Objetivos específicos N° 02	4
1.4.3.3. Objetivos específicos N° 03	4
1.5. Delimitación del estudio.....	4
1.5.3. Delimitación espacial.....	4
1.5.4. Delimitación temporal	4



CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de Estudio.....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	6
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Intensidad vehicular	7
2.2.2. Volumen horario de diseño (VHD)	7
2.2.3. Factor hora punta (FHP)	7
2.2.4. Velocidad	7
2.2.5. Densidad.....	8
2.2.6. Condiciones ideales, de referencia o base.....	8
2.2.7. Capacidad	9
2.2.8. Calidad y Nivel de Servicio	9
2.2.9. Demanda	11
2.2.10. HCM 2010 Highway Capacity Manual – Carreteras de dos carriles.....	11
2.2.11. Índice Internacional de Rugosidad	29
2.3. Hipótesis	35
2.3.1. Hipótesis General	35
2.3.2. Hipótesis Especificas	36
2.4. Variables.....	36
2.4.1. Identificación de variables	36
2.4.2. Operacionalización de variables.....	37
2.5. Definición de términos básicos.....	38
CAPITULO 3: MÉTODO.....	41



3.1.	Alcance del estudio	41
3.1.1.	Alcance Correlacional Explicativo.....	41
3.2.	Diseño de Investigación	41
3.2.1.	Diseño no experimental	41
3.3.	Población	41
3.4.	Muestra.....	41
3.4.1.	Requerimiento del tamaño de la muestra.....	41
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.5.1.	Técnica en la recolección de datos de la Rugosidad.....	44
3.5.2.	Técnica en la recolección de datos de la velocidad	48
3.6.	Validez y confiabilidad de instrumentos	49
3.7.	Plan de Análisis de datos.....	50
CAPITULO 4: RESULTADOS		57
4.1.	Resultados respecto a los objetivos específicos.....	57
4.1.1.	Resultados respecto al objetivo específico N° 01.....	57
4.1.2.	Resultados respecto al objetivo específico N° 02.....	59
4.1.3.	Resultados respecto al objetivo específico N° 03.....	62
4.2.	Resultados respecto al objetivo general	64
CAPITULO 5: DISCUSIÓN.....		66
5.1.	Descripción de los resultados más relevantes y significativos	66
5.2.	Limitaciones del estudio.....	68
5.3.	Comparación crítica con la literatura existente.....	69
5.4.	Implicancias del estudio	71



CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	77
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	78
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	79
ANEXOS A: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DEL IRI	139
ANEXO B: PERCENTIL 85 DE LA VELOCIDAD	199
ANEXO C: CALCULO NIVEL DE SERVICIO SIN IRI MEDIANTE VELOCIDAD EN MAYORES TASAS DE FLUJO.....	211
ANEXO D: CALCULO NIVEL DE SERVICIO CON MEDIANTE VELOCIDAD EN MAYORES TASAS DE FLUJO.....	223
ANEXO E: CALCULO NIVEL DE SERVICIO SIN IRI MEDIANTE ESTIMACIÓN ..	235
ANEXO F: CALCULO NIVEL DE SERVICIO CON IRI MEDIANTE ESTIMACIÓN	247
ANEXO G: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLÍN	259
ANEXO H: FOTOGRAFÍAS.....	262



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2 GRÁFICA DEL MODELO CUARTO COCHE	30
FIGURA 3 MODELO CUARTO COCHE	31
FIGURA 4 ESCALA DE VALORES DEL IRI Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PAVIMENTOS.....	32
FIGURA 5 MEDICIÓN DE LAS DESVIACIONES DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO RESPECTO A LA CUERDA PROMEDIO	34
FIGURA 6 HISTOGRAMAS DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS	34
FIGURA 7 ESQUEMA DEL RUGOSÍMETRO MERLIN	35
FIGURA 8 TRAMOS DE LA CARRETERA	45
FIGURA 9 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE CAMPO MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLÍN	47
FIGURA 10 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE CAMPO MEDICIÓN DE VELOCIDAD	49
FIGURA 11 VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE MEDIANTE MAYORES TASAS DE FLUJO	58
FIGURA 12 VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE MEDIANTE ESTIMACIÓN	59
FIGURA 13 PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE MEDIANTE MAYORES TASAS DE FLUJO	60
FIGURA 14 PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE MEDIANTE ESTIMACIÓN.....	61
FIGURA 16 MEDICAN DEL ANCHO DE LA VÍA	262
FIGURA 17 MEDICIÓN DE LA BERMA LATERAL	262
FIGURA 18 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL TRAMO LAMAY	263
FIGURA 19 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL TRAMO YUCAY	263
FIGURA 20 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL TRAMO PISAC	264
FIGURA 21 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL TRAMO CALCA.....	264
FIGURA 22 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL TRAMO CALCA.....	265



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES	13
TABLA 2 FACTOR DE AJUSTE POR ANCHO DE CARRIL	16
TABLA 3 FACTOR DE AJUSTE POR DENSIDAD DE PUNTO DE ACCESO	16
TABLA 4 FACTOR DE AJUSTE POR TIPO DE TERRENO, DEMANDA, TERRENO LLANO, ONDULADO Y PENDIENTES.....	17
TABLA 5 FACTOR DE AJUSTE GRADO DE INCLINACIÓN ATS (FG,ATS)	18
TABLA 6 VEHÍCULOS LIGEROS EQUIVALENTES A CAMIONES Y VEHÍCULOS LIGEROS EN TERRENOS LLANOS, ONDULADOS Y PENDIENTES ESPECÍFICAS.	19
TABLA 7 EQUIVALENCIA DE VEHÍCULOS DE PASAJEROS PARA CAMIONES EN PENDIENTES ESPECIFICAS	20
TABLA 8 VEHÍCULOS DE PASAJEROS EQUIVALENTES A VEHÍCULOS RECREATIVOS EN PENDIENTE ESPECÍFICA.....	21
TABLA 9 VEHÍCULOS DE PASAJEROS EQUIVALENTE (ETC) A CAMIONES CIRCULANDO A VELOCIDAD LIMITE EN PENDIENTE	21
TABLA 10 FACTOR DE AJUSTE POR % NO REBASAR PARA DETERMINAR ATS	23
TABLA 11 FACTOR DE AJUSTE POR TIPO DE TERRENO PARA DETERMINAR PTSF	24
TABLA 12 FACTOR DE AJUSTE PARA MEJORAS ESPECÍFICAS	25
TABLA 13 EQUIVALENCIAS PARA CAMIONES COMO PARA VEHÍCULOS RECREATIVOS EN TERRENO LLANO Y ONDULADO	25
TABLA 14 EQUIVALENCIAS PARA CAMIONES Y VEHÍCULOS RECREATIVOS CIRCULANDO EN RAMPAS ESPECIFICAS	26
TABLA 15 PTSF COEFICIENTE PARA USO EN LA ECUACION 2-10	27
TABLA 16 FACTOR DE AJUSTE DE NO REBASAR O ADELANTAMIENTO PARA DETERMINAR EL PTSF	28
TABLA 17 PARÁMETROS SEGÚN LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESTADO DE LA VÍA.....	32
TABLA 18 DESVIACIONES ESTÁNDAR DE VELOCIDADES INSTANTÁNEAS PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA Y SENTIDO	42
TABLA 19 CONSTANTES CORRESPONDIENTES AL NIVEL DE CONFIANZA	43
TABLA 20 TRAMOS EVALUADOS DE LA CARRETERA PISAC - OLLANTAYTAMBO	45
TABLA 21 PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD POR TRAMO	46
TABLA 22 VELOCIDAD PERCENTIL 85 POR TRAMO.....	48



TABLA 23 DATOS DE LA RUGOSIDAD Y VELOCIDAD DE LA VÍA.....	50
TABLA 24 CUADRO RESUMEN DE LA CORRELACIÓN DE LA VELOCIDAD Y LA RUGOSIDAD	50
TABLA 25 CORRELACIÓN DE VELOCIDAD Y RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO.....	51
TABLA 26 CONDICIÓN DE DISMINUCIÓN DE VELOCIDAD	52
TABLA 27 DISMINUCIÓN DE LA VELOCIDAD POR EFECTO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD.....	53
TABLA 28 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.....	54
TABLA 29 VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE MEDIANTE MAYORES TASAS DE FLUJO.....	57
TABLA 30 VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE MEDIANTE ESTIMACIÓN	58
TABLA 31 PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE Y NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE MAYORES TASAS DE FLUJO	60
TABLA 32 PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE Y NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE ESTIMACIÓN	61
TABLA 33 CAPACIDAD DE LA VÍA.....	62
TABLA 34 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CORRELACIÓN DE LOS FACTORES E ÍNDICE DE RUGOSIDAD.	63
TABLA 35 RESULTADO DE LOS RASGOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD MEDIANTE LA RELACIÓN DE LA VELOCIDAD Y RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO.....	63
TABLA 36 RESULTADO DE LA DISMINUCIÓN DE LA VELOCIDAD POR EFECTO DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD	64
TABLA 37 RESULTADOS DE LA CAPACIDAD Y EL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE MAYORES TASAS DE FLUJO.....	64
TABLA 38 RESULTADOS DE LA CAPACIDAD Y EL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE ESTIMACIÓN	65



LISTADO DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Término
ATS	Velocidad promedio de viaje
ATS_a	Velocidad media de recorrido en el sentido analizado
BPTSF_d	Porcentaje de base del tiempo siguiente en la dirección de análisis
C_dATS	Capacidad en la dirección analizada para condiciones reales, basado en ATS
C_dPTSF	Capacidad en la dirección analizada para condiciones reales, basado en PTSF
DG	Diseño Geometrico de carreteras
EEUU	Estados Unidos
ER	Vehículos ligero equivalente a RVs
E_t	Vehículos ligeros equivalente a camiones
ETC	Vehículo de pasajeros equivalente a camiones que operan a velocidad limite
f_{g,ATS}	Factor de ajuste por tipo de terreno
f_{g,PTSF}	Factor de ajuste para la determinación del grado PTSF
FHP	Factor hora punta
FHV,ATS	Factor de ajuste de vehículos pesados para ATS
f_{HV,ATS}	Factor de ajuste por vehículos pesado
f_{HV,PTSF}	Factor de ajuste de vehiculos pesados para la determinación PTSF
FLS	Factor de ajuste por ancho de carril y arcén
F_{np,ATS}	Factor de ajuste para la determinación ATS para el porcentaje de no rebasar en la dirección de analisis
f_{np,PTSF}	Ajuste de PTSF para el porcentaje de las zonas de no rebasar en el segmento de análisis
FUN	Velocidad de flujo libre base
HCM	Manual de Capacidad de carreteras
hr	Hora
IRI	Indice de Rugosidad
km	Kilometro
LOS	Niveles de Servicios
mi	Milla
PFFS	Porcentaje de la velocidad de flujo libre
PR	Proporción de RVs existentes en la corriente del tránsito (un decimal)
PT	Proporción de camiones en la corriente del tránsito (un decimal)
PTC	Proporción de camiones que operan a velocidad de arrastre
PTSF	Porcentaje de tiempo seguimiento o demora
PTSF_d	Porcentaje del tiempo gastado (% de demora) en la dirección de análisis
SFM	Velocidad media de la muestra
TRB	Transportation Research Board
V_{d,ATS}	Demanda bajo condiciones ideales para determinar ATS en el sentido analizado
V_{d,PTSF}	Demanda en el periodo de análisis en la dirección para la estimación PTSF



VHD	Volumen horario de diseño
V_i	Volumen de demanda en la dirección i
V_{i,ATS}	Demanda en el tiempo de estudio para situaciones base correspondiente a cada sentido para estimación ATS
V_{i,PTSF}	Demanda i necesaria para la determinación de PTSF
V_{o,ATS}	Demanda bajo condiciones ideales para determinar ATS en el sentido contrario
V_{o,PTSF}	Demanda en el periodo de análisis en el sentido opuesto para la estimación del PTSF



CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El problema en la vía Pisac – Ollantaytambo para la estimación de la capacidad y el nivel de servicio, consiste en que; la alta demanda de transitabilidad vehicular que posee la carretera Pisac – Ollantaytambo conjuntamente con las constantes lluvias que se presenta en la zona ha ocasionado un deterioro acelerado del pavimento, generando la proliferación de baches cuyo mantenimiento se realiza mediante sistema de reposición de pavimento con acciones de parchado superficial en la calzada, no permitiéndose mantener los niveles de servicio confortables para las personas que hacen uso de la vía y afectando su capacidad vial (Congreso de la Republica , 2018), así mismo, existe presencia de vehículos de carga pesado por ser una zona agrícola y también conecta con la provincia de la Convención.

Si bien, la norma de nuestro país (DG 2018) aplica la metodología de los Estados Unidos (HCM), para estudios del nivel de servicio y capacidad vial, no nos proporciona realizar los ajustes a la velocidad promedio de los vehículos, lo que implicaría seguir cometiendo errores en los cálculos de la capacidad y los niveles de servicio de la vía y su consecuencia es realizar un mal diseño, planificación y construcción de las vías.

El problema de la ruta Pisac – Ollantaytambo es que se encuentra dentro del circuito vial del valle sagrado de los Incas y fue ejecutada hace más de veinte años, siendo la principal vía utilizada para trasladar a turistas nacionales e internacionales a los restos arqueológicos del valle sagrado y estación de trenes que parten al santuario histórico de Machupicchu, el mismo ha tenido un incremento elevado del número de visitantes en los últimos años; en el año 2004 recibió 588 mil visitas y en el año 2017 recibió más de 1.4 millones de vistas, el incremento fue en un 140% (Ministerio de Cultura , 2014). El incremento de visitas al Santuario Histórico de Machupicchu genera una alta demanda de vehículos de diversas categorías y tonelajes en el tramo de la carretera Pisac – Ollantaytambo.



1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo el estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible influye en la capacidad vial y nivel de servicio en tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo aplicando la metodología del HCM 2010?

1.2.2. Problemas Específicos

1.2.2.1. Problema Especifico N°01

¿Cómo el estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible influye en la velocidad de flujo libre del nivel de servicio en tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo aplicando la metodología HCM 2010?

1.2.2.2. Problema Especifico N°02

¿Cómo el estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible influye en el nivel de servicio y la capacidad en tramos de la ruta Pisac - Ollantaytambo aplicando la metodología HCM 2010?

1.2.2.3. Problema Especifico N°03

¿Cuál es el nivel de correlación estadística de los factores velocidad e índice de rugosidad?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación por Conveniencia

Importa para realizar los ajustes necesarios y proporcionar un valor de disminución de velocidad por la consecuencia del estado superficial de la vía, el mismo que nos permitirá conocer el valor del nivel de servicio.

1.3.2. Justificación por Relevancia social

La información del estudio será útil para los especialistas en transportes, de este modo, los resultados obtenidos podrán ser utilizados para sustentar proyectos de mejora en la carretera y beneficiar a la población de la ruta Pisac – Ollantaytambo.



1.3.3. Justificación por Implicaciones Practicas

Conseguir la velocidad promedio de los automóviles en condiciones reales en la vía Pisac - Ollantaytambo, para mejorar la precisión de los resultados del nivel de servicio siendo estos los más reales posibles.

1.3.4. Justificación por Valor teórico

Con los resultados se puede implementar un Manual de Capacidad Vial para la carretera Pisac - Ollantaytambo, siendo estos resultados muy importantes para futuros estudios en las carreteras con pavimento flexible, que podrá algún día llegar a formar parte de las normas cuya obediencia representa el bienestar y el verdadero progreso de la sociedad.

1.3.5. Justificación por Metodología

El estudio presenta variables las cuales serán analizadas y estudiadas. Debido al mal estado de la superficie de la vía se incorporará un factor de disminución de la velocidad en carreteras con pavimento flexible

1.4. Objetivo de Investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar comparativamente la capacidad de la vía y el nivel de servicio aplicando la metodología HCM 2010 en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo, 2020.

1.4.2. Objetivos Específicos

1.4.3.1. Objetivos específicos N° 01

Evaluar comparativamente la velocidad de flujo libre del nivel de servicio en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo. 2020



1.4.3.2. Objetivos específicos N° 02

Evaluar comparativamente el nivel de servicio y la capacidad de la vía aplicando la metodología HCM 2010 en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la ruta Pisac – Ollantaytambo. 2020

1.4.3.3. Objetivos específicos N° 03

Evaluar el nivel de correlación estadística de los factores velocidad e índice de rugosidad.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.3. Delimitación espacial

Se desarrolla para el área de transportes, evaluando el nivel de servicio en tramos similares de la ruta Pisac - Ollantaytambo.

1.5.4. Delimitación temporal

La tesis tendrá una duración de 3 meses, comenzará el 01 de enero y culminará el 01 de marzo del 2020.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

a) Primer antecedente Internacional

TITULO: “Efecto de la condición de la superficie de rodamiento en la estimación de la Capacidad Vial y el Nivel del Servicio aplicando la Metodología HCM, en la via Zhud - Biblian”

Tesis de maestría presentado por: Cesar Fernando Brito Galarza y Luis Gerardo Torres Navas

Institución: Universidad de Cuenca



Los investigadores se basan en los métodos que proporciona el HCM 2000 para calcular el nivel de servicio en carreteras de dos carriles, en la cual incorporan un coeficiente de disminución de la velocidad por la consecuencia de la condición de superficie en la vía Zgud Biblian. (Brito Galarza & Torres Navas, 2017)

En condiciones ideales con la metodología del HCM 2010 se incrementa la velocidad en un 10% y considerando el estado del pavimento rígido disminuye de una categoría del nivel de servicio. (Brito Galarza & Torres Navas, 2017)

b) Segundo antecedente Internacional

TITULO: “Factores que Inciden en el Índice de Regularidad Internacional (IRI) de Caminos no Pavimentados: Influencia de las Precipitaciones”

Artículo científico presentado por: José Pedro Mery, Mauricio Pradena, Felipe Sanzana

Institución: Pontificia Universidad Católica de Chile

Los investigadores realizan su estudio orientado a la obtención de la relación entre la variación de la rugosidad de una vía no asfaltada y la variación de las precipitaciones, con la finalidad de determinar el factor que modifique el pago a los contratistas (Mery , Pradena , & Sanzana, 2007).

El modelo de contratación con la metodología del HDM, no considera la distribución temporal de las precipitaciones, siendo su principal objetivo determinar niveles de servicio base para su mantenimiento (Mery , Pradena , & Sanzana, 2007).

Las precipitaciones, los drenajes deficientes y sistemas de saneamiento incrementado suscitan el 80% de los problemas en las carreteras no pavimentadas, razón por la cual es indispensable realizar el estudio del deterioro de las vías no pavimentadas (Mery , Pradena , & Sanzana, 2007).



2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Primer Antecedente Nacional

TITULO: “Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en Perú”

Tesis de maestría presentado por: Jorge Montoya Goicochea

Institución: Universidad de Piura

El investigador analiza el índice de rugosidad (IRI) de un proyecto en el cual plantea un componente para un valor de tolerancia en la inspección de la rugosidad, relaciona el Índice de rugosidad de diseño de la vía con la geometría de la misma en un determinado tramo.

La relación del Índice de rugosidad de diseño de la vía con la geometría genera tolerancia el cual puede incluir al nivel de servicio o control de recepción de la rugosidad media deslizante determinada en los contratos de concesión (Montoya Goicochea, 2013).

b) Segundo Antecedente Nacional

TITULO: “Estudio del Índice de Rugosidad Internacional de la Panamericana Norte – Zona Trujillo, para su mantenimiento”

Tesis de maestría presentado por: Sachún Quispe Jaime Emilio Napoleón

El investigador realiza la evaluación del Índice de Rugosidad Internacional en un tramo de la Panamericana Norte, zona de Trujillo, incurriendo en el aspecto socio económico para su adecuado mantenimiento. (Sachun Quispe, 2016)

Haciendo uso del rugosímetro Merlín analiza la rugosidad del pavimento real en una superficie plana en un estado de condición perfecta (nueva) utilizando la metodología de distribución de las desviaciones en pavimentos. El resultado fue comparado con datos realizados en el año 1995 y 2013 donde se constató la diferenciación del Índice de rugosidad Internacional. (Sachun Quispe, 2016)



2.2. Bases teóricas

2.2.1. Intensidad vehicular

La intensidad o volumen vehicular cuantifica la cifra de vehículos que transitan por un espacio en una etapa de tiempo determinado, dicho volumen puede ser medido mediante conteos vehiculares, los cuales mayormente se realiza con intervalos de 15 minutos (Cal, Reyes, & Cardenas, 2007).

Los volúmenes o intensidad vehicular permiten medir la demanda de los vehículos, esto quiere decir que la cifra de usuarios que circulan por sitio de un tiempo determinado (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017).

2.2.2. Volumen horario de diseño (VHD)

El volumen horario de diseño es la cantidad de vehículos que circulan en un punto determinado durante un día; considerando el mayor volumen en una hora, esto servirá de base para determinar las características que debe otorgarse al proyecto, lo cual evitará congestión y determinará los niveles de servicio aceptables. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018)

2.2.3. Factor hora punta (FHP)

Es la relación entre el volumen o intensidad de autos que circulan por un segmento determinado durante la hora punta entre el ciclo máximo de la hora punta que puede ser de 5, 10 o 15 minutos. (Bañón Blázquez & Beviá García, 2000)

2.2.4. Velocidad

La velocidad de un vehículo está definida como la distancia de viaje que atraviesa un segmento de la vía en un tiempo determinado, la velocidad es un indicador que mide el nivel de servicio en las vías (Taquino Torrez, 2001).

- a) Velocidad media de recorrido: Bañón lo define como: “tiempo total que tarda en realizar el desplazamiento, es decir, contando” (Bañón Blázquez & Beviá García, 2000, pág. 158) es equivalente a la velocidad espacial.
- b) Velocidad media espacial: “es la media armónica de las velocidades de los vehículos que transitan por un punto de una vía durante un intervalo de tiempo” (Taquino Torrez, 2001, pág. 13) es un término estadístico de las velocidades de los vehículos.



- c) Velocidad media temporal: Son las velocidades de los autos que transitan por un lugar durante un momento de tiempo se estima la media aritmética. (Cal, Reyes, & Cardenas, 2007)
- d) Velocidad de flujo libre: A los vehículos que circulan en óptimas condiciones se estima la velocidad media, esto quiere decir que los conductores conducen a velocidades deseadas sin limitaciones. (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017)

2.2.5. Densidad

Representa al volumen del periodo de análisis entre velocidad media de recorrido, se mide en vehículos por milla. (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017)

2.2.6. Condiciones ideales, de referencia o base

El HCM 2010 considera la condición base o condiciones ideales como un conjunto de condiciones estándares específicos como el buen tiempo meteorológico, las condiciones óptimas del pavimento y la no existencia de impedimentos al flujo del tránsito, sin embargo, las condiciones prevalecientes que no coinciden deben ser ajustadas. (Transportation Research Board, 2010). Dichas condiciones estándares son denominadas condiciones ideales.

Las condiciones reales diferencian de las condiciones ideales, esto se debe a que las condiciones del HCM 2010 imperan para los EEUU. Por lo que en los procedimientos de cálculo de capacidad, volumen o intensidad de servicio y nivel de servicio se incluirán factores de ajuste. (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017), dichas condiciones se pueden clasificar en:

a) Condiciones de calzada

Las condiciones de la calzada son aquellas que engloba el diseño geométrico de las carreteras, el estado del pavimento que podrían afectar la velocidad, así como otros parámetros, una topografía accidentada puede afectar la capacidad operativa de los vehículos disminuyendo la velocidad y reduciendo el adelantamiento. (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017).

La normativa hace mención a la metodología del HCM 2010 la cual considera una vía de 3.6 m, con aceras iguales o mayores a 1.8 m sin elementos de más de 0.15 m de alto. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018).



b) Condiciones del tránsito

El nivel de servicio puede verse afectado por la diferente clasificación de los automóviles que transitan por la vía, por ejemplo, los vehículos pesados (camiones), el reparto por sentidos y la distribución por carril y por las características de los conductores como también la capacidad vial. (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017)

2.2.7. Capacidad

La normativa peruana precisa a la capacidad: “como el número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que pueden pasar por una sección de la vía, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito ” (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, pág. 121). La capacidad de la carretera representa la máxima intensidad o volumen horario, se expresa en volumen/hora/carril. Cal y Mayor, Romana y Bañon ratifican lo que expresa la norma peruana.

La capacidad depende de la infraestructura vial, del pavimento y del tránsito en otras palabras de las condiciones reales de la vía las cuales deben ser uniformes en todo el tramo, ya que un cambio puede cambiar la capacidad de la vía (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017).

2.2.8. Calidad y Nivel de Servicio

El Manual de capacidad vial de los Estados Unidos versión más actualizada (2010) proporciona herramientas que detalla cómo es el funcionamiento óptimo del servicio de transporte de un usuario o viajero, su perspectiva, denominado calidad de servicio. El HCM nos proporciona medidas como el nivel de servicio (LOS) que proporciona la presentación cualitativa del resultado utilizando un nivel A (mayor) a un nivel F (peor). (Transportation Research Board, 2010)

a) Calidad

Según el HCM 2010 la eficacia de servicio detalla cuan optimo se encuentra el servicio de transporte desde la percepción del usuario. La calidad de servicio de diferentes maneras puede ser medida, por la observación directa de los usuarios de la vía, encuesta a los usuarios, seguimiento de quejas, etc. (Transportation Research Board, 2010)



b) Nivel de Servicio

La normativa peruana define el nivel de servicio como: “La metodología desarrollada por el TRB define cuatro Niveles de Servicio (A, B, C y D) que permiten condiciones de operación superior a las antes descritas. Cuando la carretera opera a capacidad se habla de Nivel E y cuando se tiene flujo forzado se le denomina Nivel F” (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018).

Los niveles de servicio (LOS) son valores de procedimientos complejos a un método cualitativo simple de seis niveles, denominados A, B, C, D, E y F que va de la mejora al peor. (Transportation Research Board, 2010)

La normativa peruana, así como Cal & Mayor definen a cada uno de los niveles:

Nivel de servicio A: Se debe al libre flujo vehicular, esto quiere decir que el conductor maneja sin la presencia de otros vehículos teniendo la libertad de seleccionar la velocidad deseada, así mismo, este nivel ofrece comodidad al conductor. (Cal, Reyes, & Cardenas, 2007)

Nivel de servicio B: Se mantiene entre el libre flujo vehicular, sin embargo, existe poca presencia de vehículos en la vía, lo que ocasiona la disminución de la libertad de maniobra del conductor. (Cal, Reyes, & Cardenas, 2007)

Nivel de servicio C: El DG 2018 indica: “En este nivel, la influencia de la densidad de tráfico en la circulación vehicular determina un ajuste de la velocidad. La capacidad de maniobra y las posibilidades de adelantamiento, se ven reducidas por la presencia de grupos de vehículos” (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, pág. 122).

Nivel de servicio D: Se puede observar la presencia de congestión del tránsito, la velocidad y maniobra disminuye por el aumento de la densidad vehicular. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018)

Nivel de servicio E: EL servicio se encuentra al término de su capacidad, frecuentemente causan colas, es considerablemente difícil la libertad de maniobra. (Cal, Reyes, & Cardenas, 2007)

Nivel de servicio F: la norma peruana nos dice “En este nivel, el flujo se presenta forzado y de alta congestión, lo que ocurre cuando la intensidad del flujo vehicular (demanda) llega a ser mayor que la capacidad de la carretera” (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018, pág. 123), en este caso existe ondas de parada y arranque, colas y malestar en los conductores.



2.2.9. Demanda

Según Brito y Torres nos dice: “La demanda es la medida principal de la cantidad de tráfico que utiliza un tramo dado de vía”. (Brito Galarza & Torres Navas, 2017), La demanda vehicular es cuando dichos vehículos llegan a un punto de la vía, y el volumen vehicular es cuando dichos vehículos pasan el tramo de la vía en un determinado tiempo.

2.2.10. HCM 2010 Highway Capacity Manual – Carreteras de dos carriles

Un texto principal de la ingeniería del tránsito es sin duda el HCM 2010 (Highway Capacity Manual), en español se titula “Manual de Capacidad de Carreteras 2010” de los Estados Unidos, su versión más actualizada es del año 2010.

Desde el HCM 2000, 4ta edición, se realizaron estudios investigativos que fueron incorporados en el HCM 2010, los cuales recopila las mejores técnicas para investigar la capacidad y nivel de servicio. (Romana , Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2017). Actualmente el Perú no posee un manual que nos brinde una metodología matemática para analizar el nivel de servicio de la vía y su la capacidad.

En el presente capítulo desarrollaremos el método que proporciona el HCM 2010 para carreteras de dos carriles, las cuales se instalan de un carril por sentido de movimiento. Como rebases los vehículos deben ingresar al sentido contrario para rebasar a los vehículos que circulan en la misma dirección, lograrlo depende del nivel de servicio, volumen y la capacidad, la evaluación se realizara para cada sentido. (Cal, Reyes, & Cardenas, 2007)

El HCM 2010 clasifica en tres clases a las carreteras de dos carriles, las dos primeras son para carreteras tipo rural y la tercera para áreas desarrolladas, la clasificación se basa a su función, como se define a continuación:

- Clase I, los vehículos viajan a velocidades respectivamente altas, son vías principales interurbanas, conectores primarios. (Transportation Research Board, 2010)
- Clase II, en el cual los conductores no viajan a excesiva velocidad, actúan como vías de ingreso a las vías de clase I, sirviendo como vías arteriales o pasando por terrenos accidentados. Se asigna de clase II cuando una alta velocidad de operación es imposible. (Transportation Research Board, 2010)
- Clase III, que sirven en zonas relativamente desarrolladas. El tránsito de la zona desarrollada a menudo se mezcla con el de la vía, muestra un nivel de acción más elevado.



a. Condiciones de base o ideales

Para carreteras de dos carriles las condiciones base es la ausencia de geometría restrictiva, tránsito o factores ambientales, la vía tiene las mejores condiciones de diseño normal dado y la práctica operativa. (Transportation Research Board, 2010). De acuerdo al HCM 2010 las condiciones base son:

- Anchos de carril mayor o igual a 12 pies. (3.65 m)
- Distancia a obstáculos laterales igual o superior a 6 pies. (1.80m)
- No existe zonas de no adelantamiento.
- Todos los vehículos de pasajeros (ligeros) en el flujo de tránsito.
- Terreno llano.
- No existe impedimento a través del tránsito.

Si los carriles y los arcenes son amplios pueden operar idealmente, sin embargo, los carriles estrechos menores a 3.65 m y los arcenes menores a 3.65 m disminuye la velocidad y el porcentaje del tiempo puede aumentar (PTSF) siguiendo cualquier segmento con una distancia de paso menor a los 300 m son considerados como sitios de no rebasar. (Transportation Research Board, 2010).

b. Capacidad para vías de dos carriles

Para la capacidad base o ideal su valor es 1700 veh lig/hr por sentido, esto quiere decir que para el total de las dos direcciones tiene un límite de 3200 veh lig/hr. Es importante la evaluación de las situaciones de capacidad para la planificación de evacuación u evaluación de impactos de cuellos de botella. (Transportation Research Board, 2010)

c. Nivel de Servicio para vías de dos carriles

Según el HCM 2010 para determinar el nivel de servicio del automóvil tres medidas de eficacia se incorporan en la metodología, las cuales son:

- Velocidad promedio de viaje (ATS), puntualiza como la distancia del tramo entre el tiempo de viaje medio empleado por un vehículo al recorrerlo en un intervalo de tiempo designado (Transportation Research Board, 2010).
- Porcentaje de tiempo seguimiento o demora (PTSF), es la libertad de maniobra y comodidad. El porcentaje promedio de seguimiento se da cuando detrás de los vehículos que viajan lento existen grupos de vehículos que no pueden pasar, representa al porcentaje de los vehículos que viajan en grupos. (Transportation Research Board, 2010)
- Porcentaje de la velocidad de flujo libre (PFFS), establece al desplazamiento de los automóviles que viajan cerca al límite de velocidad. (Transportation Research Board, 2010)



En vías de clase I, debido a las restricciones de paso, la velocidad y el retraso son importantes por ello el nivel de servicio se define en el porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSF) y la velocidad promedio de viaje (ATS). En vías de clase II, no es un problema la velocidad de desplazamiento para los conductores, en el porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF) el nivel de servicio se precisa. En vías de clase III, para identificar el nivel de servicio se trabaja con el porcentaje de la velocidad de flujo libre (PFFS), como se observa en la tabla 1. (Transportation Research Board, 2010).

Tabla 1

Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles

Nivel de Servicio (LOS)	Carreteras de clase I		Carretera Clase II	Carretera Clase III
	ATS (mi/hr // km/hr) (%)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
NS A	> 55 // > 90	≤ 35	≤40	> 91,7
NS B	> 50-55 // > 82-90	> 35-50	> 40-55	> 83,3-91,7
NS C	> 45-50 // > 74-82	> 50-65	> 55-70	> 75,0-83,3
NS D	> 40-45 // > 65-74	> 65-80	> 70-85	66,7-75,0
NS F	≤ 400// ≤ 65	> 80	> 85	≤66,7

Niveles de servicio para carreteras de clase I, II y III (Fuente: Transportation Research Board)

d. Metodología

El HCM 2010 detalla cómo es su análisis operacional:

- Segmentos direccionales en terrenos en general (llano u ondulado)
- Segmentos direccionales en grados específicos (rampas o pendientes específicas)
- Segmentos direccionales dotados de carriles para camión o circulación lenta.

Esta metodología se utiliza directamente para hallar el nivel de servicio en un segmento mediante la estimación de las medidas de eficacia direccional uniforme que define el nivel de servicio (ATS, PTSF y PFFS). (Transportation Research Board, 2010).

En el diagrama se muestra los pasos básicos que nos proporciona el HCM 2010:



e. Determinación de la velocidad de Flujo libre (FFS)

Para el análisis existen tres maneras de estimar la velocidad de flujo libre:

a) El campo de medición directa

Es el análisis directo en campo, la forma más recomendable. El análisis debe realizarse en una dirección, si las dos direcciones son para ser analizados, se realiza mediciones separadas por cada calculo. Cada cálculo debe basarse en un espécimen aleatorio de al menos 100 velocidades. La cantidad de vehículos en dos vías es igual o menor a 200 veh/h. (Transportation Research Board, 2010)

b) Velocidad de campo en mayores tasas de flujo

En algunas carreteras es dificultoso o inverosímil observar volúmenes vehiculares menores a 200 veh/h. por lo que una muestra de la velocidad puede ser tomada a velocidades de flujo más altas y ajustarse. Cada trayectoria se evalúa separadamente, con cada muestra direccional la velocidad media medida se ajusta con la ecuación 1. (Transportation Research Board, 2010)

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \frac{V}{F_{HV,ATS}} \quad 2-1$$

Dónde:

FFS = Velocidad de flujo libre (mi/h)

$F_{HV,ATS}$ = Factor de ajuste de vehículos pesados para ATS

V = Velocidad de flujo de la demanda total, ambas direcciones, durante el periodo que se tomó la muestra de velocidades (veh/h)

S_{FM} = Velocidad media de la muestra (V >200 veh/h), en mi/h

c) Mediante estimación

La velocidad de flujo libre podrá estimarse indirectamente si la data de campo no está disponible, en las vías cubre un rango significativo, de 45 mi/h hasta un máximo de 70 mi/h. La base velocidad de flujo libre (BFFS) podría ser un estimado aceptable de la La velocidad de diseño de la via, porque se basa principalmente en una alineación horizontal y vertical, una evaluación inmediata de BFFS puede considerarse el límite de la velocidad más 10 mi/h (Transportation Research Board, 2010).

$$FFS = BFFS - F_{LS} - F_{UN} \quad 2-2$$

Dónde:

F_{LS} = Factor de ajuste por ancho de carril y arcén (mi/h)

FFS = Velocidad de flujo libre (mi/h)

F_{UN} = Factor de ajuste para la densidad de punto de acceso (mi/h)

BFFS = Velocidad de flujo libre base (mi/h)



Para la ecuación 2 se tiene la tabla 2 que son los factores de ajuste de arcén y ancho de ruta y para densidad de accesos se tiene la tabla 3

Tabla 2

Factor de ajuste por ancho de carril

Ancho de ruta (pie)	Anchura del arcén (pies)			
	$\geq 0 < 2$	$\geq 2 < 4$	$\geq 4 < 6$	≥ 6
$\geq 9 < 10$	6.4	4.8	3.5	2.2
$\geq 10 < 11$	5.3	3.7	2.4	1.1
$\geq 11 < 12$	4.7	3.0	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0.0

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

Tabla 3

Factor de Ajuste por densidad de punto de acceso

Acceso por milla (ambos sentidos)	Disminución de la FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda según el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

El valor podría ser diferente en cada dirección si la FFS se mide en campo. (Transportation Research Board, 2010)

f. Ajuste de la Demanda de la velocidad promedio de viaje (ATS)

Se aplica en carreteras de clase I y III, en caso de las carreteras de clase II no se basa en la velocidad promedio de viaje ATS. Las intensidades de demanda en ambas direcciones deben ser cambiadas bajo situaciones de base a tasas de flujo semejantes a la ecuación 2-3. (Transportation Research Board, 2010)



$$V_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad 2-3$$

Dónde:

i = d (análisis de dirección) o “o” (sentido contrario)

$f_{g,ATS}$ = Factor de ajuste por tipo de terreno

$f_{HV,ATS}$ = Factor de ajuste por vehículos pesado

$V_{i,ATS}$ = Demanda en el tiempo de estudio para situaciones base correspondiente a cada sentido para estimación ATS (veh lig/h)

V_i = Volumen de demanda en la dirección i (veh/h)

g. Factor Hora Punta (FHP)

El factor hora punta según el HCM 2010 representa la variación en el flujo de tránsito entre la hora de análisis de la vía, se basa en la demanda de las velocidades de flujo vehicular de un periodo alto de 15 minutos de la hora (no necesariamente la hora punta). Si las tasas de flujo vehicular para un tiempo alto de 15 minutos se han medido claramente el FHP en la ecuación 2-3 deberá ser igual a 1. (Transportation Research Board, 2010)

h. Factor de ajuste para determinar ATS

El factor de ajuste de grado $f_{g,ATS}$ depende del terreno, los factores se definen como:

- Rampas específicas
- Pendientes específicas
- Segmentos largos (≥ 2 mi) de terreno plano.
- Segmentos largos (≥ 2 mi) de terreno ondulado.

Cualquier grado de 3% o más pronunciada y 0.6 millas o más de largo debe analizarse como una rampa o pendiente dependiendo cual sea el caso. (Transportation Research Board, 2010). En la tabla 4 se observa el factor de ajuste para rampas o pendientes:

Tabla

4

Factor de ajuste por tipo de terreno, demanda, terreno llano, ondulado y pendientes

One-Direction Demand Flow Rate, v_{vph} (veh/h)	Adjustment Factor	
	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.90
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥900	1.00	1.00

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)



Para obtener la demanda en el periodo de análisis debe ser dividido por el FHP cuando se formula la demanda como un volumen por hora ($V_{vph} = V/FHP$). (Transportation Research Board, 2010)

i. Factor de ajuste de vehículos pesados para establecer la velocidad promedio de viaje (ATS)

De acuerdo al HCM 2010 las condiciones base o ideales para carreteras de dos carriles incluye que el 100% del flujo de tránsito sea vehículos de pasajeros, sin embargo, existe vehículos pesados en el tránsito que reduce el ATS.

Tabla

5

Factor de ajuste grado de inclinación ATS (Fg,ATS)

Grado (%)	Grado de cuerpo entero (mi)	La demanda de dirección de caudal, v_{veh}/h								
		≤ 100	200	300	400	500	600	700	800	≥ 900
≥ 3 <3,5	0.25	0,78	0,84	0,87	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0.50	0,75	0,83	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0.75	0,73	0,81	0,85	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1.00	0,73	0,79	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1.50	0,73	0,79	0,83	0,87	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
	2.00	0,73	0,79	0,82	0,86	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00
	3.00	0,73	0,78	0,82	0,85	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98
≥ 4.00	0,73	0,78	0,81	0,85	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	
≥ 3,5 <4,5	0.25	0,75	0,83	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0.50	0,72	0,80	0,84	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0.75	0,67	0,77	0,81	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1.00	0,65	0,73	0,77	0,81	0,94	0,95	0,97	1,00	1,00
	1.50	0,63	0,72	0,76	0,80	0,93	0,95	0,96	1,00	1,00
	2.00	0,62	0,70	0,74	0,79	0,93	0,94	0,96	1,00	1,00
	3.00	0,61	0,69	0,74	0,78	0,92	0,93	0,94	0,98	1,00
≥ 4.00	0,61	0,69	0,73	0,78	0,91	0,91	0,92	0,96	1,00	
≥ 4,5 <5,5	0.25	0,71	0,79	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0.50	0,60	0,70	0,74	0,79	0,94	0,95	0,97	1,00	1,00
	0.75	0,55	0,65	0,70	0,75	0,91	0,93	0,95	1,00	1,00
	1.00	0,54	0,64	0,69	0,74	0,91	0,93	0,95	1,00	1,00
	1.50	0,52	0,62	0,67	0,72	0,88	0,90	0,93	1,00	1,00
	2.00	0,51	0,61	0,66	0,71	0,87	0,89	0,92	0,99	1,00
	3.00	0,51	0,61	0,65	0,70	0,86	0,88	0,91	0,98	0,99
≥ 4.00	0,51	0,60	0,65	0,69	0,84	0,86	0,88	0,95	0,97	
≥ 5,5 <6,5	0.25	0,57	0,68	0,72	0,77	0,93	0,94	0,96	1,00	1,00
	0.50	0,52	0,62	0,66	0,71	0,87	0,90	0,92	1,00	1,00
	0.75	0,49	0,57	0,62	0,68	0,85	0,88	0,90	1,00	1,00
	1.00	0,46	0,56	0,60	0,65	0,82	0,85	0,88	1,00	1,00
	1.50	0,44	0,54	0,59	0,64	0,81	0,84	0,87	0,98	1,00
	2.00	0,43	0,53	0,58	0,63	0,81	0,83	0,86	0,97	0,99
	3.00	0,41	0,51	0,56	0,61	0,79	0,82	0,85	0,97	0,99
≥ 4.00	0,40	0,50	0,55	0,61	0,79	0,82	0,85	0,97	0,99	
≥ 6,5	0.25	0,54	0,64	0,68	0,73	0,88	0,90	0,92	1,00	1,00
	0.50	0,43	0,53	0,57	0,62	0,79	0,82	0,85	0,98	1,00
	0.75	0,39	0,49	0,54	0,59	0,77	0,80	0,83	0,96	1,00
	1.00	0,37	0,45	0,50	0,54	0,74	0,77	0,81	0,96	1,00
	1.50	0,35	0,45	0,49	0,54	0,71	0,75	0,79	0,96	1,00
	2.00	0,34	0,44	0,48	0,53	0,71	0,74	0,78	0,94	0,99
	3.00	0,34	0,44	0,48	0,53	0,70	0,73	0,77	0,93	0,98
≥ 4.00	0,33	0,43	0,47	0,52	0,70	0,73	0,77	0,91	0,95	

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)



Tabla

6

Vehículos ligeros equivalentes a camiones y vehículos ligeros en terrenos llanos, ondulados y pendientes específicas.

Vehicle Type	Directional Demand	Level Terrain and	
	Flow Rate, v_{veh} (veh/h)	Specific Downgrades	Rolling Terrain
Trucks, E_T	≤ 100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2.0
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥ 900	1.0	1.3
RVs, E_R	All flows	1.0	1.1

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

Para determinar el factor de ajuste de vehículos pesados se realiza dos pasos según el HCM 2010:

- Se determina los vehículos ligeros equivalentes a camiones (E_T) y RVs (E_R) para condiciones ideales
- El factor de ajuste se calcula a partir del número de vehículos livianos o de pasajeros como se observa en la ecuación 2-4

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad 2-4$$

Dónde:

$f_{HV,ATS}$ = Factor de ajuste de vehículos pesados para la estimación de ATS

P_T = Proporción de camiones en la corriente del tránsito (un decimal)

P_R = Proporción de RVs existentes en la corriente del tránsito (un decimal)

E_T = Vehículos ligeros equivalente a camiones

E_R = Vehículos ligero equivalente a RVs

En la tabla 7 y tabla 8 presentan una equivalencia en vehículos livianos o de pasajeros para camiones y vehículos recreativos, respectivamente en pendientes específicas:



Tabla

Equivalencia de vehículos de pasajeros para camiones en pendientes específicas

Grade (%)	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3.5	0.25	2.6	2.4	2.3	2.2	1.8	1.8	1.7	1.3	1.1
	0.50	3.7	3.4	3.3	3.2	2.7	2.6	2.6	2.3	2.0
	0.75	4.6	4.4	4.3	4.2	3.7	3.6	3.4	2.4	1.9
	1.00	5.2	5.0	4.9	4.9	4.4	4.2	4.1	3.0	1.6
	1.50	6.2	6.0	5.9	5.8	5.3	5.0	4.8	3.6	2.9
	2.00	7.3	6.9	6.7	6.5	5.7	5.5	5.3	4.1	3.5
	3.00	8.4	8.0	7.7	7.5	6.5	6.2	6.0	4.6	3.9
	≥4.00	9.4	8.8	8.6	8.3	7.2	6.9	6.6	4.8	3.7
≥3.5 <4.5	0.25	3.8	3.4	3.2	3.0	2.3	2.2	2.2	1.7	1.5
	0.50	5.5	5.3	5.1	5.0	4.4	4.2	4.0	2.8	2.2
	0.75	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3	5.9	5.6	3.6	2.6
	1.00	7.9	7.6	7.4	7.3	6.7	6.6	6.4	5.3	4.7
	1.50	9.6	9.2	9.0	8.9	8.1	7.9	7.7	6.5	5.9
	2.00	10.3	10.1	10.0	9.9	9.4	9.1	8.9	7.4	6.7
	3.00	11.4	11.3	11.2	11.2	10.7	10.3	10.0	8.0	7.0
	≥4.00	12.4	12.2	12.2	12.1	11.5	11.2	10.8	8.6	7.5
≥4.5 <5.5	0.25	4.4	4.0	3.7	3.5	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5
	0.50	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.7	5.6	4.6	4.2
	0.75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	1.00	9.2	9.2	9.1	9.1	9.0	9.0	9.0	8.9	8.8
	1.50	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.4	10.4	10.2	10.1
	2.00	11.8	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.5	11.1	10.9
	3.00	13.7	13.7	13.6	13.6	13.3	13.1	13.0	11.9	11.3
	≥4.00	15.3	15.3	15.2	15.2	14.6	14.2	13.8	11.3	10.0
≥5.5 <6.5	0.25	4.8	4.6	4.5	4.4	4.0	3.9	3.8	3.2	2.9
	0.50	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
	0.75	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
	1.00	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.1
	1.50	11.9	11.9	11.9	11.9	11.8	11.8	11.8	11.7	11.6
	2.00	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7	12.7	12.6	12.5
	3.00	14.4	14.4	14.4	14.4	14.3	14.3	14.3	14.2	14.1
	≥4.00	15.4	15.4	15.3	15.3	15.2	15.1	15.1	14.9	14.8
≥6.5	0.25	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	4.7	4.7	4.5	4.4
	0.50	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
	0.75	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
	1.00	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.3	10.2
	1.50	12.0	12.0	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.8	11.7
	2.00	12.9	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.7	12.6
	3.00	14.5	14.5	14.5	14.5	14.4	14.4	14.4	14.3	14.2
	≥4.00	15.4	15.4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3	15.2	15.1

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)



Tabla 8

Vehículos de pasajeros equivalentes a vehículos recreativos en pendiente específica

Grade (%)	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3.5	≤0.25	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.25 ≤0.75	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤1.25	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>1.25 ≤2.25	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥3.5 <4.5	>2.25	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	≤0.75	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>0.75 ≤3.50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥4.5 <5.5	>3.50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	≤2.50	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥5.5 <6.5	>2.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>2.50 ≤3.50	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
	>3.50	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
	≤0.75	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥6.5	>2.50 ≤3.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>3.50	1.6	1.5	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	>3.50	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

Cuando se produce esta circunstancia, el factor de ajuste de vehículos pesados $F_{HV,ATS}$ se encuentra con la ecuación 2-5:

$$F_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_{TC} \times P_T (E_{TC} - 1) + (1 - P_{TC}) \times P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)} \quad 2.5$$

Dónde:

P_{TC} = Proporción de camiones que operan a velocidad de arrastre

E_{TC} = Vehículo de pasajeros equivalente a camiones que operan a velocidad limite, obtenido en la tabla 9.

Tabla

9

Vehículos de pasajeros equivalente (ETC) a camiones circulando a velocidad limite en pendiente

Difference Between FFS and Truck Crawl Speed (mi/h)	Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)								
	≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≤15	4.7	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.0	1.0
20	9.9	8.7	7.8	6.7	5.8	4.9	4.0	2.7	1.0
25	15.1	13.5	12.0	10.4	9.0	7.7	6.4	5.1	3.8
30	22.0	19.8	17.5	15.6	13.1	11.6	9.2	6.1	4.1
35	29.0	26.0	23.1	20.1	17.3	14.6	11.9	9.2	6.5
≥40	35.9	32.3	28.6	24.9	21.4	18.1	14.7	11.3	7.9

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)



j. Estimación de Velocidad promedio de viaje (ATS)

De acuerdo al HCM 2010 la estimación de la velocidad promedio de viaje (ATS) solo se emplea en carreteras de clase I y III, para carreteras de clase II no se utiliza el ATS como una medida de nivel de servicio.

La velocidad promedio de viaje (ATS) se estima a partir de la velocidad de flujo opuesto, del Flujo libre de velocidad (FFS) y el porcentaje de no rebasar en la orientación del estudio. (Transportation Research Board, 2010). El ATS se calcula a partir de la ecuación 2 – 6

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS} \quad 2-6$$

Dónde:

ATS_d = Velocidad media de recorrido en el sentido analizado (mi/h)

FFS = Velocidad de flujo libre

$V_{d,ATS}$ = demanda bajo condiciones ideales para determinar ATS en el sentido analizado.

$V_{o,ATS}$ = demanda bajo condiciones ideales para determinar ATS en el sentido contrario

$F_{np,ATS}$ = Factor de ajuste para la determinación ATS para el porcentaje de no rebasar en la dirección de análisis, este factor se encuentra en la tabla 10:



Tabla 10

Factor de ajuste por % no rebasar para determinar ATS

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

k. Ajuste por demanda del porcentaje de tiempo seguimiento o demora PTSF

Este paso de acuerdo al HCM (2010) solamente se emplea en casos de carreteras de clase I y clase II, las carreteras de clase III no se trabaja en PTSF.

Se emplearán las siguientes ecuaciones 2-7 y 2-8:

$$V_{i,PTSF} = \frac{V_i}{FHP \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}} \quad 2-7$$



$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)} \quad 2-8$$

Dónde:

$V_{i,PTSF}$ = Demanda i necesaria para la determinación de PTSF

i = “d” dirección de análisis o “o” sentido contrario

$f_{g,PTSF}$ = Factor de ajuste para la determinación del grado PTSF

$f_{HV,PTSF}$ = Factor de ajuste de vehículos pesados para la determinación PTSF

1. Factor de ajuste por tipo de terreno PTSF

El factor de ajuste de grado se define para los segmentos generales del terreno (llano u ondulado), en la tabla 11 proporciona los factores de ajuste para terreno en general y en la tabla 12 proporciona factores de ajuste para las mejoras específicas. Dichos ajustes se utilizan para analizar las velocidades de flujo de demanda $V_{vph} = V/FHP$. (Transportation Research Board, 2010).

Tabla 11

Factor de ajuste por tipo de terreno para determinar PTSF

Directional Demand Flow Rate, V_{vph} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)



Tabla 12

Factor de ajuste para mejoras específicas

Grade (%)	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, v_{vph} (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3.5	0.25	1.00	0.99	0.97	0.96	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	0.50	1.00	0.99	0.98	0.97	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	0.75	1.00	0.99	0.98	0.97	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	1.50	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	2.00	1.00	0.99	0.98	0.98	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	3.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
≥4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	
≥3.5 <4.5	0.25	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.93	0.93	0.92	0.92
	0.50	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95
	0.75	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	1.50	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	2.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
≥4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
≥4.5 <5.5	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97
	≥0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
≥5.5	All	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

m. Factor de ajuste por vehículos pesados para determinar PTSE

De acuerdo al HCM (2010) en la estimación de PTSE no existe una técnica para camiones que viajan a una velocidad en pendientes determinadas por lo que en la tabla 13 se observa equivalencias para camiones y vehículos recreativos transitando en pendientes:

Tabla 13

Equivalencias para camiones como para vehículos recreativos en terreno llano y ondulado

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{vph} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	
		Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)



Tabla 14

Equivalencias para camiones y vehículos recreativos circulando en rampas específicas

Grade (%)	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
Passenger Car Equivalents for Trucks (E_T)										
≥3 <3.5	≤2.00	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.00	1.5	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	≥4.00	1.6	1.4	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
≥3.5 <4.5	≤1.00	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.50	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.00	1.6	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.00	1.8	1.4	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	≥4.00	2.1	1.9	1.8	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
≥4.5 <5.5	≤1.00	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.50	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	2.00	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3
	3.00	2.4	2.2	2.2	2.1	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7
	≥4.00	3.5	3.1	2.9	2.7	2.1	2.0	2.0	1.8	1.8
≥5.5 <6.5	≤0.75	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.00	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	1.50	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	2.00	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
	3.00	3.4	3.2	3.0	2.9	2.4	2.3	2.3	1.9	1.9
	≥4.00	4.5	4.1	3.9	3.7	2.9	2.7	2.6	2.0	2.0
≥6.5	≤0.50	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.75	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
	1.00	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4
	1.50	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	2.00	2.9	2.8	2.7	2.7	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3
	3.00	4.2	3.9	3.7	3.6	3.0	2.8	2.7	2.2	2.2
	≥4.00	5.0	4.6	4.4	4.2	3.3	3.1	2.9	2.7	2.5
Passenger Car Equivalents for RVs (E_R)										
All	All	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

n. Estimación del porcentaje de tiempo seguimiento o demora PTSF

Este paso se aplica a las carreteras clase I y II, cuando se calculan los flujos de la demanda necesaria se empleará la ecuación 2-9 para estimar el PTSF. (Transportation Research Board, 2010)

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{o,PTSF}} \right) \quad 2-9$$

Dónde:

$PTSF_d$ = Porcentaje del tiempo gastado (% de demora) en la dirección de análisis (decimal)

$BPTSF_d$ = Porcentaje de base del tiempo siguiente en la dirección de análisis, calculado mediante la ecuación 2-10



$f_{np,PTSF}$ = Ajuste de PTSF para el porcentaje de las zonas de no rebasar en el segmento de análisis, determinado en la figura 14.

$V_{d,PTSF}$ = Demanda en el periodo de análisis en la dirección para la estimación PTSF (veh lig/h).

$V_{o,PTSF}$ = Demanda en el periodo de análisis en el sentido opuesto para la estimación del PTSF (veh lig/h).

El porcentaje de base de tiempo-paso-siguiente (BPTSF) se estimará mediante la ecuación 2-10

$$BPTSF_d = 100 [1 - \exp(av_d^b)] \quad 2-10$$

Donde a y b son constantes donde los valores se toman de la tabla 15:

Tabla 15

PTSF coeficiente para uso en la ecuacion 2-10

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Coefficient a	Coefficient b
≤ 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.870
800	-0.0045	0.833
1,000	-0.0049	0.829
1,200	-0.0054	0.825
1,400	-0.0058	0.821
$\geq 1,600$	-0.0062	0.817

Nota: Se interpola al valor más próximo a 0.1 como recomienda el HCM (Fuente: Transportation Research Board)

En la tabla 16 de acuerdo al HCM (2010), el factor de ajuste depende de la tasa de flujo de demanda total de las dos vías, a pesar que el factor se aplica a un solo análisis direccional:



Tabla

Factor de ajuste de no rebasar o adelantamiento para determinar el PTSF

Total Two-Way Flow Rate, $v = v_d + v_o$ (pc/h)	Percent No-Passing Zones					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 50/50						
≤200	9.0	29.2	43.4	49.4	51.0	52.6
400	16.2	41.0	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44.0	44.8	46.6
1,400	12.8	20.0	23.8	26.2	27.4	28.6
2,000	10.0	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2,600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3,200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1
Directional Split = 60/40						
≤200	11.0	30.6	41.0	51.2	52.3	53.5
400	14.6	36.1	44.8	53.4	55.0	56.3
600	14.8	36.9	44.0	51.1	52.8	54.6
800	13.6	28.2	33.4	38.6	39.9	41.3
1,400	11.8	18.9	22.1	25.4	26.4	27.3
2,000	9.1	13.5	15.6	16.0	16.8	17.3
2,600	5.9	7.7	8.6	9.6	10.0	10.2
Directional Split = 70/30						
≤200	9.9	28.1	38.0	47.8	48.5	49.0
400	10.6	30.3	38.6	46.7	47.7	48.8
600	10.9	30.9	37.5	43.9	45.4	47.0
800	10.3	23.6	28.4	33.3	34.5	35.5
1,400	8.0	14.6	17.7	20.8	21.6	22.3
2,000	7.3	9.7	11.7	13.3	14.0	14.5
Directional Split = 80/20						
≤200	8.9	27.1	37.1	47.0	47.4	47.9
400	6.6	26.1	34.5	42.7	43.5	44.1
600	4.0	24.5	31.3	38.1	39.1	40.0
800	3.8	18.5	23.5	28.4	29.1	29.9
1,400	3.5	10.3	13.3	16.3	16.9	32.2
2,000	3.5	7.0	8.5	10.1	10.4	10.7
Directional Split = 90/10						
≤200	4.6	24.1	33.6	43.1	43.4	43.6
400	0.0	20.2	28.3	36.3	36.7	37.0
600	-3.1	16.8	23.5	30.1	30.6	31.1
800	-2.8	10.5	15.2	19.9	20.3	20.8
1,400	-1.2	5.5	8.3	11.0	11.5	11.9

Nota. Factor de ajuste de no rebasar o adelantamiento para determinar el PTSF (Fuente: Transportation Research Board)

o. Estimación de PFFS

Este paso solo se incluye en el análisis de carreteras de clase III ya que el PFFS no se utiliza en el valor del nivel de servicio para carreteras de clase I y II. (Transportation Research Board, 2010) La estimación del PFFS se lleva a cabo con la siguiente ecuación:

$$PFFS = \frac{ATS_d}{FFS} \qquad 2-11$$



p. Determinación del Nivel de servicio y Capacidad

Los niveles de servicio se encontraron mediante la comparación de los criterios adecuados en la tabla 3, la medida utilizada para cada valor deber ser apropiado para cada clase de carretera de dos carriles (Transportation Research Board, 2010)

- Clase I: ATS y PTSF
- Clase II: PTSF
- Clase III: PFFS

q. Determinación de la Capacidad

Según el HCM (2010) la capacidad que existe en una carretera de dos carriles, se ubica en el límite del nivel de servicio E y F, la capacidad en una dirección es 1700 veh lig/h. La capacidad es el índice de flujo, por lo que el factor hora pico en la ecuación 2-3 y 2-7 se establece como 1.00.

$$C_{d\ ATS} = 1,700 f_{g,ATS} f_{HV,ATS} \quad 2-12$$

$$C_{d\ PTSF} = 1,700 f_{g,PTSF} f_{HV,PTSF} \quad 2-13$$

Dónde:

$C_{d\ ATS}$ = Capacidad en la dirección analizada para condiciones reales, basado en ATS.

$C_{d\ PTSF}$ = Capacidad en la dirección analizada para condiciones reales, basado en PTSF.

El HCM (2010) recomienda que para carreteras de clase I las capacidades basadas en ATS y PTSF, deben ser calculados, el cálculo inferior representa la capacidad.

Para carreteras de clase II, se calcula basada en el PTSF y para carreteras de clase III se calcula la capacidad basada en el ATS.

2.2.11. Índice Internacional de Rugosidad

En 1986 el banco mundial propone una medida de referencia para la medición de la calidad de rodadura de una vía llamado índice internacional de rodadura (IRI)

“El cálculo matemático del Índice Internacional de Rugosidad está basado en la acumulación de desplazamientos en valor absoluto, de la masa superior con respecto a la masa

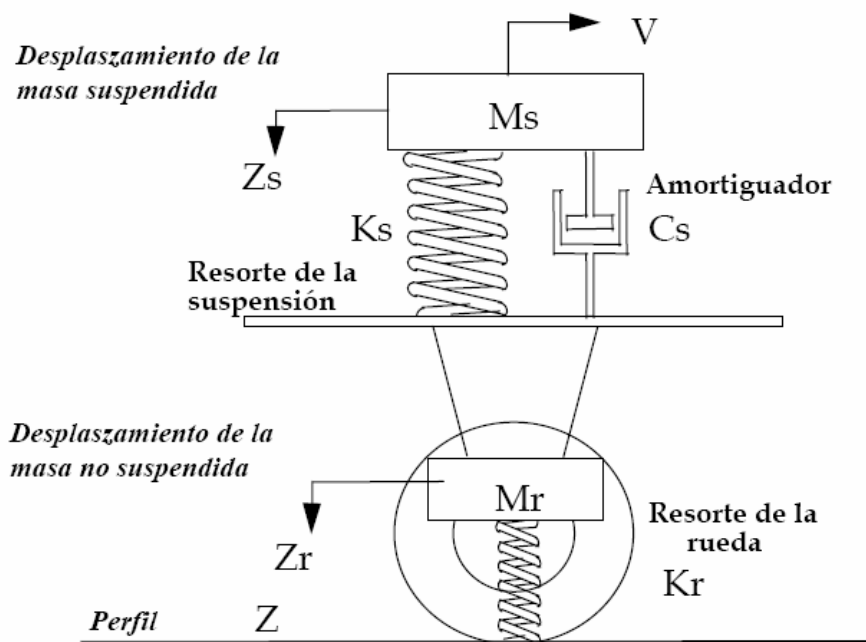
inferior (en milímetros, metros o pulgadas) de un modelo de vehículo (cuarto de carro, Figura 3), dividido entre la distancia recorrida sobre un camino (en m, km. o millas) que se produce por los movimientos al vehículo, cuando éste viaja a una velocidad de 80 km/hr. El IRI se expresa en unidades de mm/m, m/km, in/mi, etc.” (Arriaga patíño, Garnica Anguas, & Rico Rodriguez, 1998, pág. 9)

a. Características del Índice Internacional de Rugosidad

Para las características del índice internacional de rugosidad se utiliza el modelo de cuarto coche, este modelo basado en los desplazamientos de un coche estándar registra las características verticales de la vía. (Badilla Vargas, Elizondo Arrieta, & Barrantes Jimenez , 2008). El modelo se observa en la figura 2.

Figura 1

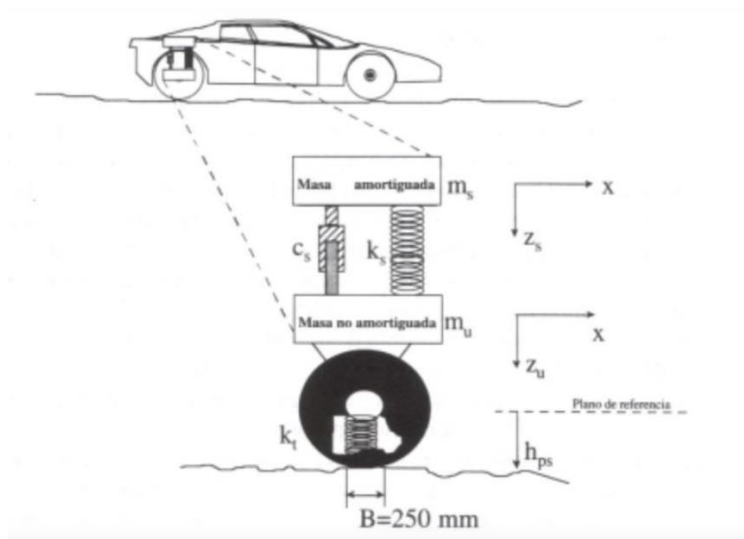
Gráfica del modelo cuarto coche



Nota. El grafico presenta la forma gráfica del modelo cuarto coche (Fuente: Determinación de un procedimiento de ensayo para el cálculo del IRI)

Figura 2

Modelo cuarto coche



Nota. El grafico presenta el modelo cuarto coche (Fuente: Curso auscultación de caminos 2009)

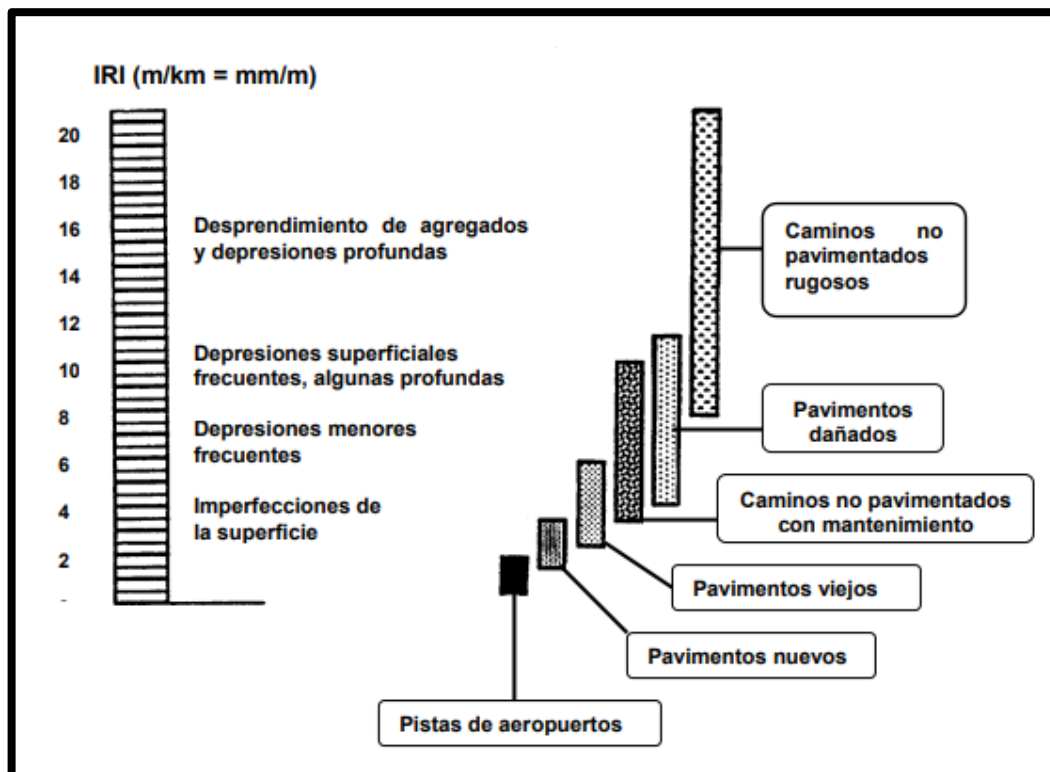
El modelo del cuarto carro, consta del neumático representado por un resorte lineal, por un amortiguador lineal conectado a una masa a través de un resorte. Dicho modelo debe ser ajustado con el sistema de medición tipo respuesta para establecer una correlación.

Las consideraciones más importantes sobre el IRI (Badilla Vargas, Elizondo Arrieta, & Barrantes Jimenez , 2008) son:

- Se determina mediante un cálculo matemático realizado con las ordenadas o cotas de una línea longitudinal cuyo resultado es independiente. (Badilla Vargas, Elizondo Arrieta, & Barrantes Jimenez , 2008)
- Es importante considerar la representatividad de las ordenadas.
- La precisión de los equipos
- El IRI acumula los desplazamientos del sistema de suspensión de un vehículo entre la distancia recorrida por el vehículo a una velocidad de 80 km/hr. En la figura 17 se observa la propuesta del banco mundial de la escala de medición de la regularidad superficial en otros tipos de vías. (Badilla Vargas, Elizondo Arrieta, & Barrantes Jimenez , 2008)
- La categoría de la escala IRI para una vía pavimentada es de 0 a 12 m/km, donde 12 es un camino intransitable y cero es una superficie uniforme (Badilla Vargas, Elizondo Arrieta, & Barrantes Jimenez , 2008)

Figura 3

Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos



Nota. El grafico indica la escala de valores del IRI y las características de los pavimentos (Fuente: Índice internacional de rugosidad en la red carretera de México)

El estado de la superficie de la vía se puede medir por bueno, regular, malo y muy malo, todo dependerá del valor del IRI como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 17

Parámetros según la rugosidad superficial del estado de la vía

	Pavimentadas	No pavimentadas
Estado	Rugosidad	Rugosidad
Bueno	0 < IRI ≤ 2,8	IRI ≤ 6
Regular	2,8 < IRI ≤ 4,0	6 < IRI ≤ 8
Malo	4,0 < IRI ≤ 5,0	8 < IRI ≤ 10
Muy Malo	5 < IRI	10 ≤ IRI

Nota. Los valores fueron sacados de Provías Nacional. Gerencia de Planificación y Presupuesto. Elaboración de Diagnóstico de la Unidad de Gestión de Carreteras e Implementación del Sistema de Gestión de Carreteras de Provías Nacional. Lima, noviembre de 2005. (Fuente: MTC)



b. Clasificación de los equipos según el banco mundial

- **Clase 1: Perfiles de precisión**

Los perfiles de precisión son más exactos para la medición del IRI. La investigadora Ing. Tracy menciona que para el método estático “el perfil longitudinal se debe medir en intervalos no mayores a 250 mm y la precisión en la elevación debe ser de 0.5 mm en pavimentos muy lisos, pudiéndose aumentar en pavimentos rugosos” (Gutierrez Ruiz, 2004, pág. 6)

- **Clase 2: Métodos perfilométricos**

Son dispositivos que pueden medir el IRI no desempeñan con el requerimiento de la precisión y exactitud sin embargo pueden ser calibrados por otros métodos autónomos. (Gutierrez Ruiz, 2004)

- **Clase 3: IRI estimado a partir de ecuaciones de correlación**

Por los dispositivos de respuesta dinámica se obtiene el IRI a partir de ecuaciones correlacionadas, este sistema se utilizó en los años 80 y 90. (Gutierrez Ruiz, 2004).

- **Clase 4: Evaluación subjetiva y equipos no calibrados**

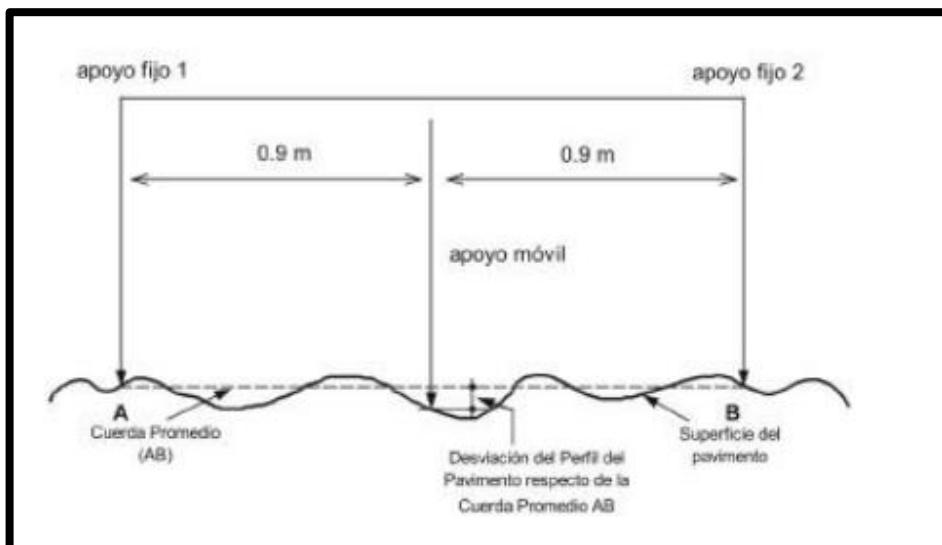
El índice de rugosidad se consigue de una estimación subjetiva o medidas no calibradas para obtener una estimación del pavimento. (Gutierrez Ruiz, 2004)

c. Metodología para la medición de la rugosidad

Del Águila dice: “La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio” (Del Aguila Rodriguez, 1999). Para la determinación de la rugosidad se puede trabajar con el equipo Merlín ya que este calcula el desplazamiento vertical entre la superficie de la vía y el punto medio de una línea imaginaria, dicho desplazamiento es el desvío respecto a la cuerda. (Del Aguila Rodriguez, 1999)

Figura 4

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

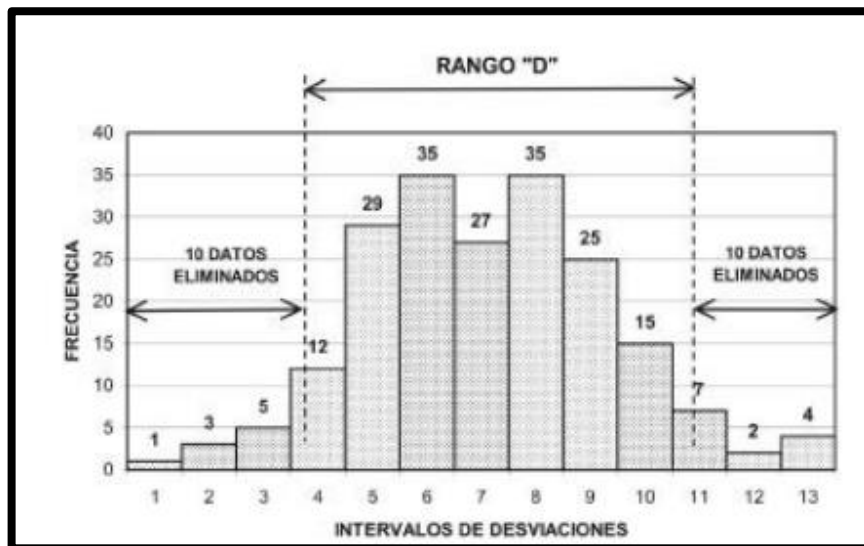


Nota. El grafico muestra la medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto a la cuerda promedio (Fuente: Del Aguila Rodriguez)

El rango de la muestra (D) establece la magnitud de la dispersión, dicho rango es rotundo luego de verificar una separación del 10% de los análisis, el valor D se encuentra en unidades merlin como se ve en la figura 6.

Figura 5

Histogramas de la distribución de frecuencias



Nota. El grafico muestra el histograma de la distribución de frecuencias (fuente: Del Aguila Rodriguez)

- **Correlaciones D versus IRI**

Con el equipo MERLIN se determina la rugosidad siendo relacionada con el índice de rugosidad internacional (IRI), se utilizan las siguientes ecuaciones:

a) Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ 2-14

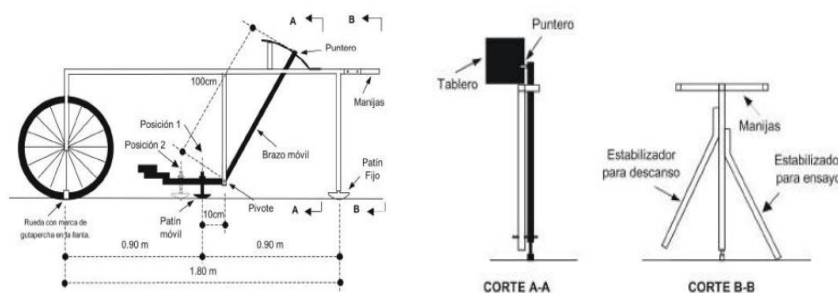
Para la utilización de la ecuación 2-14 Del Águila menciona que: “La ecuación de correlación establecida es empleada para la evaluación de pavimentos en servicio, con superficie de rodadura asfáltica, granular o de tierra, siempre y cuando su rugosidad se encuentre comprendida en el intervalo indicado” (Del Aguila Rodriguez, 1999)

d. El rugosímetro MERLIN

De acuerdo a la clasificación del banco mundial el equipo MERLIN se ubica en la clase 1 ya que es uno de los equipos que fue diseñado como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados. El rugosímetro MERLIN es superado solo por el método topográfico (mira y nivel), además, la correlación de los resultados posee un factor de determinación igual a la unidad ($R^2 = 0.98$) con la escala IRI. (Del Aguila Rodriguez, 1999)

Figura 6

Esquema del rugosímetro MERLIN



Nota. En el grafico se observa el esquema del rugosímetro MERLIN (Fuente: Del Aguila Rodriguez)

2.3.Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Con la condición de la superficie de rodadura en el pavimento flexible de la vía Pisac– Oallantaytambo se demostrará que nos proporciona un adecuado nivel de servicio y capacidad de la vía aplicando la metodología HCM 2010, año 2020.



2.3.2. Hipótesis Específicas

2.3.2.1 Hipótesis específica N° 01

El estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible de la vía Pisac – Ollantaytambo reduce la velocidad de flujo libre del nivel de servicio. 2020

2.3.2.2 Hipótesis específica N° 02

El estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible nos proporciona un adecuado nivel de servicio y capacidad de la vía en la ruta Pisac – Ollantaytambo aplicando la metodología HCM 2010, año 2020

2.3.2.3 Hipótesis específica N° 03

El índice de rugosidad de la vía tiene un alto nivel de correlación estadística con la velocidad.

2.4. Variables

2.4.1. Identificación de variables

2.4.1.1. Variables Dependientes

- Condición de la superficie de rodadura en el pavimento

a) Indicador Variable Dependiente

- Índice internacional de rugosidad (IRI)
- Velocidad

2.4.1.2. Variables Independientes

- Capacidad Vial
- Nivel de Servicio

2.4.1.3. Indicador Variables Independientes

- Velocidad de flujo libre



2.4.2. Operacionalización de variables

Operacionalización de variables				
Tipo de Variable	Definición	Dimensiones	Indicador	Instrumento
		Variable Dependiente		
Condición de la superficie de rodadura en el pavimento	Es un valor numérico que indica el estado del pavimento que varía desde cero (0), para un pavimento fallado, hasta cien (100), para un pavimento en perfecto estado.	Nivel del pavimento	Índice internacional de rugosidad (IRI)	Ficha de observación Equipo Merlín
		Variable Independiente		
Nivel de Servicio	describe que tan bien se encuentra el servicio de transporte desde la perspectiva del usuario o de un viajero	Nivel de servicio A, B, C, D, E y F	Máxima intensidad Porcentaje de promedio de viaje (ATS) Porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSF) Porcentaje de la velocidad de flujo libre (PFFS)	Ficha de observación Velocímetro
Capacidad Vial	Es el número máximo de vehículos por unidad de tiempo que pasa por una sección de la vía	Nivel de la capacidad vehicular.	Capacidad en la dirección analizada para condiciones reales	Ficha de observación Velocímetro



2.5. Definición de términos básicos

Calidad: Describe que tan bien se encuentra el servicio de transporte desde la perspectiva del usuario o de un viajero

Capacidad: Es el número máximo de vehículos por unidad de tiempo que pasa por una sección de la vía

Capacidad ideal: Es el número máximo de vehículos por unidad de tiempo que pasa por una sección de la vía en condiciones óptimas.

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados

Carretera de clase I: Los conductores viajan a velocidades respectivamente altas, son vías principales interurbanas, conectores primarios.

Carretera de clase II: Los conductores no viajan a altas velocidades, funcionan como vías de acceso a las vías de clase I, sirviendo como vías arteriales o pasando por terrenos accidentados

Carretera de clase III: Sirven en zonas relativamente desarrolladas. El tránsito de la zona desarrollada a menudo se mezcla con el de la vía

Condiciones de calzada: son aquellas que engloba el diseño geométrico de las carreteras, el estado del pavimento que podrían afectar la velocidad.

Condiciones ideales: conjunto de condiciones estándares específicos como el buen tiempo meteorológico, las condiciones óptimas del pavimento y la no existencia de impedimentos al flujo del tránsito

Demanda: Cantidad de tránsito que maneja un tramo dado de vía.

Densidad: Representa al volumen del periodo de análisis entre velocidad media de recorrido.

Factor hora punta: Es la relación entre el volumen o intensidad de vehículos que pasan por un segmento determinado durante la hora pico entre periodos dentro de la hora punta.

Highway Capacity Manual (HCM): Manual de Capacidad de Carreteras



Índice internacional de Rugosidad (IRI): Medición de la calidad de rodadura de una vía.

Índice medio diario: Promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año en una sección dada de la vía.

Intensidad vehicular: Cuantifica la cantidad de vehículos que transitan por un espacio en un tiempo determinado.

Nivel de servicio: Describe que tan bien se encuentra el servicio de transporte desde la perspectiva del usuario o de un viajero

Perfilómetros: Equipos que miden el índice de rugosidad

Porcentaje de tiempo seguimiento o demora (PTSF): Es la libertad de maniobra y comodidad

Porcentaje de velocidad de flujo libre (PFFS): Representa al desplazamiento de los vehículos que viajan cerca al límite de velocidad

Rugosímetro MERLIN: equipos que fue diseñado como una variación de un perfilómetro estático

Velocidad: Está definida como la distancia de viaje que atraviesa un vehículo en un segmento de la vía en un tiempo determinado

Velocidad de flujo libre (FFS): los vehículos que circulan en óptimas condiciones se estima la velocidad media, esto quiere decir que los conductores conducen a velocidades deseadas sin limitaciones

Velocidad media de recorrido: Es el tiempo que un vehículo tarda en realizar un deslizamiento.

Velocidad media espacial: Media armónica de las velocidades de los vehículos.

Velocidad media temporal: Son las velocidades de los vehículos que circulan por un lugar durante un momento de tiempo



Velocidad promedio de viaje (ATS): La distancia del tramo entre el tiempo de viaje medio empleado por un vehículo

Volumen horario de diseño: Es el mayor volumen en una hora.

Volumen vehicular: Cantidad de vehículos que transitan por un espacio en un tiempo determinado.



CAPITULO 3: MÉTODO

3.1. Alcance del estudio

3.1.1. Alcance Correlacional Explicativo

Se correlaciona la velocidad y el índice de rugosidad para definir si existe una relación matemática entre ellos y por medio del resultado se precisa el nivel de servicio y la capacidad vial incrementando un factor de rugosidad a la formula.

3.2. Diseño de Investigación

3.2.1. Diseño no experimental

La investigación es no experimental, no se busca manipular las variables para llegar a conocer el factor de calibración.

3.3. Población

Velocidad a ser medido en los tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo.

3.4. Muestra

3.4.1. Requerimiento del tamaño de la muestra.

Para obtener una muestra adecuada de velocidades es importante satisfacer las condiciones estadísticas, para calcular el número de velocidades a ser medidas usamos la siguiente ecuación (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000)

$$N = \left(\frac{SK}{E} \right)^2$$

Donde,

N = tamaño mínimo de la muestra

S = desviación estándar estimada de la muestra (KPH)

K = constante que corresponden al nivel de confianza deseado

E = error permitido en el estimado de la velocidad



En estudios de velocidades previos no fueron determinados las velocidades instantáneas entonces usando la tabla 5 se puede realizar un estimado razonable de acuerdo al tipo de vía y el área de tránsito (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000).

Tabla 18

Desviaciones Estándar de Velocidades Instantáneas para Determinar el Tamaño de la Muestra y Sentido

Área de Tránsito	Tipo de Carretera	Desviación Estándar Media (kph)
Rural	2 carriles	8,5
Rural	4 carriles	6,8
Intermedio	2 carriles	8,5
Intermedio	4 carriles	8,5
Urbana	2 carriles	7,7
Urbana	4 carriles	7,9
Valor Redondeado		8,0

Nota. De acuerdo a la tabla 18 se puede observar que la desviación estándar media varía entre 7.9 y 8.5 KPH en las diferentes áreas de tránsito y tipo de vía debido a la limitación de variabilidad en las medidas de la dispersión de la velocidad, la dirección de ordenación del territorio de México recomienda usar el valor de 8.0 KPH para cualquier tipo de carretera y área de tránsito (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000).

La dirección de ordenación del territorio de México nos dice: “La constante K depende del nivel de confianza (la probabilidad que la velocidad media sea una estimación válida). Un valor de 2.00 se usa a menudo y proporciona un nivel de confianza de 95.5 %. Si un nivel de confianza mayor es requerido, un valor para K=3 establece un nivel de confianza del 99.7%. Valores adicionales para la constante K se presentan en el cuadro 3.2” (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000, pág. 15).



Tabla 19

Constantes Correspondientes al Nivel de Confianza

Constante, K	Nivel de Confianza (%)
1,00	68,3
1,50	86,6
1,64	90,0
1,96	95,0
2,00	95,5
2,50	98,8
2,58	99,0
3,00	99,7

También nos dice: “El error permitido “E” en el estimado de la velocidad depende de la precisión requerida en el estimado de la velocidad media. Esta medida es una tolerancia absoluta, esto quiere decir que el error absoluto se especifica como +/- un valor seleccionado. La ecuación anterior determina el número mínimo de observaciones necesarias, sin embargo, bajo ninguna circunstancia, el tamaño de la muestra puede ser menor que 30” (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000, pág. 16).

“Si la estadística de interés es un valor diverso a la media, como por ejemplo el 85 percentil de las velocidades, entonces la siguiente ecuación es la apropiada para determinar el tamaño requerido de la muestra” (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000, pág. 16) :

$$N = \frac{S^2 K^2 (2 + U^2)}{2E^2}$$

Donde,

N = tamaño de la muestra mínimo

S = desviación estándar estimada para el muestreo

K = constante correspondiente para el nivel de confianza deseado

E = error permitido en el estimado de la velocidad (KPH)

U = constante correspondiente a la estadística de velocidad deseada; para velocidad media, use 0,00; para el 15 o 85 percentil, use 1,04; para el 5 o 95 percentil, use 1,64...”

Para el presente estudio se consideró el tamaño de la muestra mínima desarrollado por Cesar y Luis en 2017 considerando la desviación normal de la muestra identificado con el símbolo S con un valor redondeado de 8, el valor K para un nivel de confiabilidad al 95.5



% es 2, el error permitido en la estimación de la velocidad de punto con símbolo E es ± 2.5 km/h, la U para percentil 85 es 1.04. (Brito Galarza & Torres Navas, 2017), en la siguiente ecuación se muestra el procedimiento para el tamaño mínimo de la muestra:

$$N = \frac{8^2 * 2^2(2 + 1.04^2)}{2 * 2.5^2}$$

$$N = \frac{788.8896}{12.5}$$

$$N = 63$$

Para trabajar con un nivel de confiabilidad del 95.5% y un error de ± 2.5 km/h se deberá medir un tamaño mínimo de muestra de 63 casos de velocidad.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnica en la recolección de datos de la Rugosidad

Para el ensayo se realiza 200 lecturas cada dos metros de distancia equivalente a un giro de la rueda del equipo merlín siguiendo la huella exterior de los vehículos que dejan marca en el pavimento, la lectura nos muestra las irregularidades que existe en el pavimento. (Del Aguila Rodriguez, 1999)

El formato contiene 20 filas y 10 columnas, su llenado es de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, se llena los valores que nos proporciona el tablero del equipo merlín con lecturas que varían entre 1 al 50, la medición empleada debe ser continua a una velocidad promedio de 2km/h. (Del Aguila Rodriguez, 1999)

Para evaluación se consideró 6 tramos similares, rectos, con una distancia de 2km, como se observa en la figura 8.

Figura 7

Tramos de la carretera



Nota. En el grafico se observa los tramos de la carretera (fuente: google earth)

Tabla 20

Tramos evaluados de la carretera pisac - ollantaytambo

Tramo	kilómetro	Cota inicial	
		Dirección derecha	Dirección izquierda
Tramo 01: Pisac	2 km	30+760	32+760
Tramo 02: Lamay	2 km	39+766	41+766
Tramo 03: Calca	2 km	49+000	51+000
Tramo 04: Yucay	2 km	62+572	64+572
Tramo 05: Moccopata	2 km	71+850	73+850
Tramo 06: Yanahuara	2 km	77+000	79+000

Nota. En la tabla se describe los 6 tramos de 2km cada uno.

Se utilizó la ficha de observación utilizando el formato de la metodología para la determinación de rugosidad de los pavimentos de Pablo del Águila Rodríguez como se observa en la figura 22.



En campo se realizó el levantamiento de la rugosidad en los dos kilómetros obteniendo un promedio del índice de rugosidad como se observa en la tabla 21.

Tabla 21

Promedio del índice de rugosidad por tramo

TRAMO	DIRECCIÓN	ÍNDICE DE RUGOSIDAD					PROMEDIO
PISAC	DERECHO	6.7	5.2	6.2	5.7	5.3	5.83
	IZQUIERDO	5.8	6.4	5.3	5.2	6.2	5.79
LAMAY	DERECHO	4.8	5.1	5.1	4.8	6.1	5.19
	IZQUIERDO	6.9	5.7	6.5	6.7	5.9	6.33
CALCA	DERECHO	3.3	4.1	4.2	3.9	6.5	4.40
	IZQUIERDO	6.4	3.4	3.2	4.1	2.7	3.97
YUCAY	DERECHO	4.2	3.8	3.7	3.9	6.7	4.44
	IZQUIERDO	3.8	3.0	2.9	2.9	2.5	3.00
MOCCOPATA	DERECHO	2.9	3.7	3.8	4.8	4.2	3.89
	IZQUIERDO	4.5	3.9	5.2	3.8	3.4	4.17
YANAHUARA	DERECHO	6.3	6.1	4.5	4.3	4.7	5.20
	IZQUIERDO	2.8	3.4	3.3	4.6	3.7	3.57

Nota. En la tabla se observa el promedio del índice de rugosidad por dirección de cada tramo estudiado. En el anexo se observa el procedimiento y cálculo del índice de rugosidad.



Figura 8

Formato de recolección de campo medición de la rugosidad con merlín

**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:	<input type="checkbox"/>
2											Afirmado	<input type="checkbox"/>
3											Base Granular	<input type="checkbox"/>
4											Base Imprimida	<input type="checkbox"/>
5											Tratamiento Bicapa	<input type="checkbox"/>
6											Carpeta en frio	<input type="checkbox"/>
7											Carpeta en caliente	<input type="checkbox"/>
8											Recapeo asfaltico	<input type="checkbox"/>
9											Sello	<input type="checkbox"/>
10											Otro	<input type="checkbox"/>
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

OBSERVACIONES :

Nota. En el grafico se observa el formato de recolección de campo medición de la rugosidad con merlín (Fuente: metodología para la determinación de rugosidad de los pavimentos)



3.5.2. Técnica en la recolección de datos de la velocidad

Para la técnica de recolección de datos de la velocidad el programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000) recomienda que los levantamientos en campo de todas las velocidades deben ser representativos y aleatorios, el primer paso en campo es observar el primer vehículo en un pelotón para evitar que los vehículos que viajen detrás estén a su misma velocidad y no puedan rebasarlo, como segundo paso la presencia de vehículos pesados debe ser de acuerdo al flujo de tránsito, como tercer paso evitar que el muestreo vehículos que viajan a altas velocidades sea una proporción muy alta (Dirección Regional de Ordenación del territorio, 2000). Para la recolección de datos se utilizó un medidor de velocidad “Bushnell speed radar gun” y se usó una ficha de observación como se muestra en la figura 23 el equipo Bushnell tiene una precisión de +/- 2 km por hora y un rendimiento de velocidad de coche de 16 a 322 km/hr a 457 metros.

Para el análisis y cálculo de la velocidad de flujo libre, para el método práctico corresponde analizar con 85 percentil (Gallegos Lopez, 1997), como se observa en la tabla 22

Tabla 22

Velocidad percentil 85 por tramo

TRAMO	DIRECCIÓN	VELOCIDAD 85 percentil Km/h
PISAC	DERECHO	63
	IZQUIERDO	65
LAMAY	DERECHO	87
	IZQUIERDO	90.2
CALCA	DERECHO	60
	IZQUIERDO	60
YUCAY	DERECHO	78
	IZQUIERDO	75.2
MOCCOPATA	DERECHO	64.4
	IZQUIERDO	75.2
YANAHUARA	DERECHO	70
	IZQUIERDO	64.4

Nota. En la tabla se observa por dirección de cada tramo la velocidad 85 percentil.



Figura 9

Formato de recolección de campo medición de velocidad

Nombre de la vía: _____		Ensayo N°: _____				
Evaluado por: _____		KM: _____				
Fecha: _____		Hora: _____				
Tramo: _____						
Dirección						
	Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
TOTAL						

Nota. En el grafico se observa el formato de recolección de campo medición de velocidad (Fuente.

3.6.Validez y confiabilidad de instrumentos

El instrumento para la rugosidad merlín son fichas de observación de la metodología para la determinación de rugosidad de los pavimentos de Pablo del Águila Rodríguez (Del Aguila Rodriguez, 1999).



3.7. Plan de Análisis de datos.

Para el plan de análisis de datos se procede a relacionar la velocidad y rugosidad de la vía, con los datos que se observa en la tabla 23:

Tabla 23

Datos de la rugosidad y velocidad de la vía

TRAMO	DIRECCIÓN	ÍNDICE DE RUGOSIDAD	VELOCIDAD
PISAC	DERECHO	5.83	63
	IZQUIERDO	5.79	65
LAMAY	DERECHO	5.19	87
	IZQUIERDO	6.33	90.2
CALCA	DERECHO	4.40	60
	IZQUIERDO	3.97	60
YUCAY	DERECHO	4.44	78
	IZQUIERDO	3.00	75.2
MOCCOPATA	DERECHO	3.89	64.4
	IZQUIERDO	4.17	75.2
YANAHUARA	DERECHO	5.20	70
	IZQUIERDO	3.57	64.4

Nota. En la tabla se observa los valores del índice de rugosidad y velocidad que serán correlacionados.

En la tabla 10 se muestra el cuadro resumen de la correlación que fue desarrollado con el software spss y en la tabla 24 el resumen del plan de análisis de datos.

Tabla 24

Cuadro resumen de la correlación de la velocidad y la rugosidad

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	,316 ^a	,100	,010	10,12388	,100	1,113	1	10	,316

a. Predictores: (Constante), Rugosidad

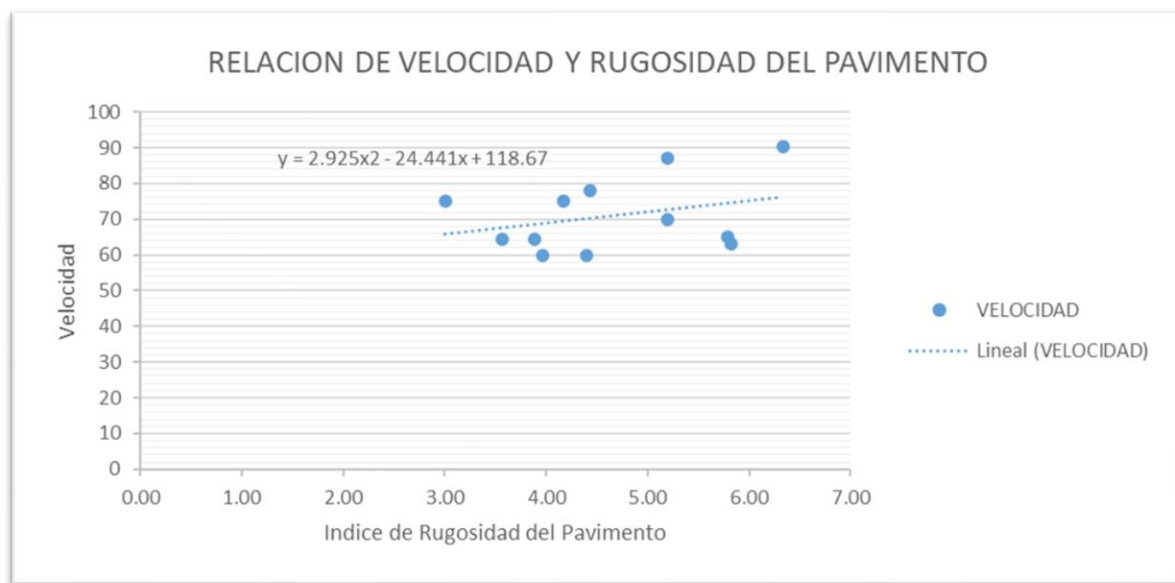
Se procede a correlacionar los datos de la tabla 11 obteniendo un coeficiente de determinación R² igual a 0.316945, en la imagen 24 el eje “x” es la rugosidad y el eje “y” la velocidad, la correlación se ajustó a una curva polinómica de grado dos, obteniendo la ecuación:

$$Y = 2.925X^2 - 24.441X + 188.67..... (a)$$



Tabla 25

Correlación de velocidad y rugosidad del pavimento



Nota. En la tabla se observa la correlación de velocidad y rugosidad del pavimento.

La velocidad ideal en carreteras de acuerdo al reglamento de tránsito es 90 km/h, con la ecuación de correlación de la rugosidad y velocidad se establece la condición de disminución de velocidad como se observa en la tabla 26:



Tabla 26

Condición de disminución de velocidad

IRI m/km	Disminución de la velocidad km/h
1.5	1.41
1.75	5.14
2.00	8.51
2.25	11.51
2.50	14.15
2.75	16.42
3.00	18.33
3.25	19.87
3.50	21.04
3.75	21.85
4.00	22.29
4.25	22.37

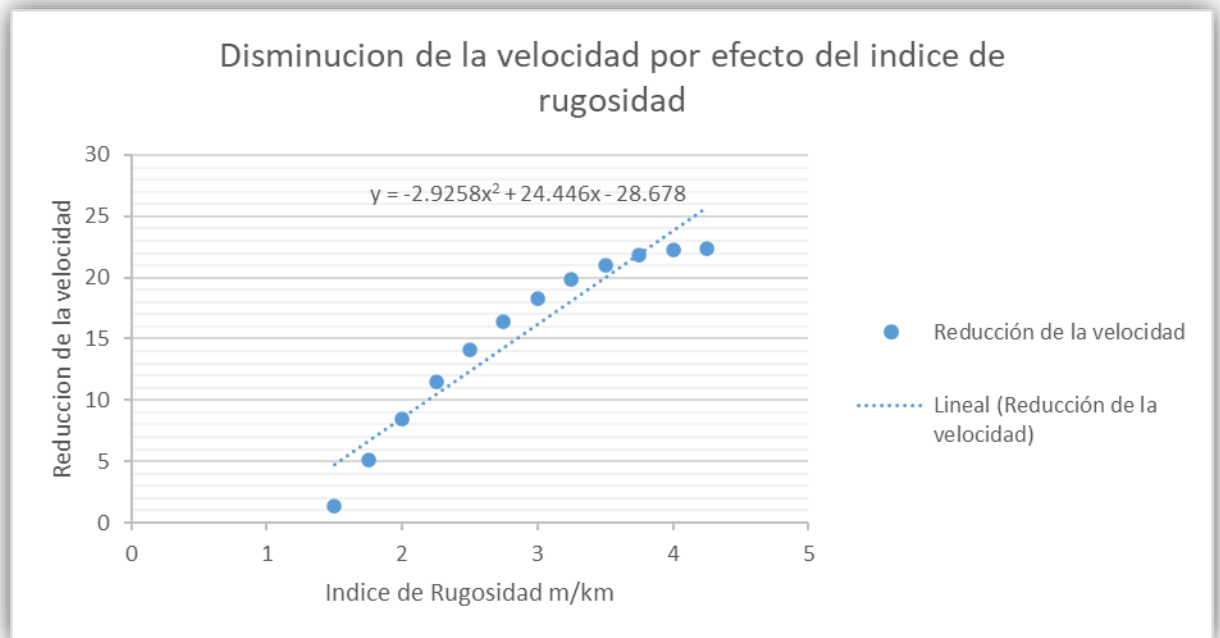
Nota. En la tabla se observa la condición de disminución de velocidad, con los valores obtenidos se procede a realizar una segunda correlación.

Se procede a correlacionar obteniendo un coeficiente de determinación R^2 igual a 0.9596; en la imagen 25, donde el eje “x” es el índice de rugosidad de la vía y el eje “y” es la reducción de velocidad, obteniendo la ecuación:

$$Y = -2.9258X^2 + 24.446X + 28.678..... (b)$$

Tabla 27

Disminución de la velocidad por efecto del índice de rugosidad



Nota. En la tabla se puede observar la disminución de la velocidad por efecto del índice de rugosidad.

En la tabla 27 se observa la disminución de velocidad utilizando la ecuación a, en la ecuación b no es necesario disminuir con la velocidad ideal como se realiza en la ecuación a, obteniendo los resultados en la tabla 35.

El resultado de la correlación de las variables velocidad y rugosidad de la vía arroja un valor de 0.3169, que lo caracteriza como un coeficiente de correlación débil; con el polinomio de grado dos, como se observa en la tabla 27, hallamos la reducción de velocidad con valores del índice de rugosidad y una velocidad de 90 km/h obteniendo los valores de la tabla 35; con los nuevos valores correlacionados obtenemos un valor de 0.9596 que lo caracteriza como un coeficiente de correlación fuerte.



Tabla 28

Plan de análisis de datos

Hipótesis a ser probada	Hipótesis Nula	Nivel de significancia	Estadística de Prueba	Regla de Decisión
El índice de rugosidad de la vía tiene un alto nivel de correlación estadística con la velocidad	El índice de rugosidad de la vía tiene un alto nivel de correlación estadística con la velocidad	0.3169	Pearson	0.10

Nota. En la tabla se observa el nivel de significancia que es 0.3169 y la estadística de prueba fue mediante Pearson.

Con los nuevos lineamientos del índice de rugosidad y la reducción de la velocidad incrementamos en negativo el polígono de grado dos a las fórmulas de la velocidad de flujo libre con mayores tasas de flujos (ecuación 2-15) y a la velocidad de flujo libre mediante estimación (ecuación 2-16).

Análisis de la Velocidad de Flujo Libre

Para conocer el nivel de servicio y la capacidad vial, el primer paso es hallar la velocidad de flujo libre, para ello se debe considerar trabajar con la primera ecuación para velocidad de campo en mayores tasas de flujo, esto quiere decir cuando se supera los 200 vehículos en una hora (ecuación 2-1) o mediante la estimación (ecuación 2-2) cuando estimamos una velocidad que puede ser la de diseño o norma.

Para esta investigación se propone hallar el nivel de servicio y la capacidad mediante las dos ecuaciones incorporando el factor de rugosidad

Primero hallaremos el nivel de servicio y la capacidad de la vía con la primera ecuación 2-1 velocidad de campo en mayores tasas de flujo es la siguiente:

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \frac{V}{F_{HV,ATS}} \quad 2-1$$



Dónde:

FFS = Velocidad de flujo libre (mi/h)

$F_{HV,ATS}$ = Factor de ajuste de vehículos pesados para ATS

V = Velocidad de flujo de la demanda total, ambas direcciones, durante el periodo que se tomó la muestra de velocidades (veh/h)

S_{FM} = Velocidad media de la muestra ($V > 200$ veh/h), en mi/h

Una vez hallado el nivel de servicio y la capacidad con la ecuación 2-1 realizamos la misma evaluación con la ecuación 2-15 incorporando el factor de rugosidad ($Y = -2.9258X^2 + 24.446X + 28.678$) como se observa a continuación:

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \frac{V}{F_{HV,ATS}} - fr \quad 2-15$$

Dónde:

FFS = Velocidad de flujo libre (mi/h)

$F_{HV,ATS}$ = Factor de ajuste de vehículos pesados para ATS

V = Velocidad de flujo de la demanda total, ambas direcciones, durante el periodo que se tomó la muestra de velocidades (veh/h)

S_{FM} = Velocidad media de la muestra ($V > 200$ veh/h), en mi/h

fr = Factor de la rugosidad (IRI), en mi/h

El siguiente paso es volver a realizar la evaluación mediante la estimación de velocidad (ecuación 2-2),

$$FFS = BFFS - F_{LS} - F_{UN} \quad 2-2$$

Dónde:

F_{LS} = Factor de ajuste por ancho de carril y arcén (mi/h)

FFS = Velocidad de flujo libre (mi/h)

F_{UN} = Factor de ajuste para la densidad de punto de acceso (mi/h)

$BFFS$ = Velocidad de flujo libre base (mi/h)

Como se puede observar en la ecuación 2-2 no posee el factor de rugosidad por lo que incorporamos el factor de rugosidad como se observa a continuación y volvemos a realizar el ejercicio para conocer el nivel de servicio y la capacidad de la vía.



$$FFS = BFFS - F_{LS} - F_{UN} - fr \quad 2-16$$

Dónde:

F_{LS} = Factor de ajuste por ancho de carril y arcén (mi/h)

FFS = Velocidad de flujo libre (mi/h)

F_{UN} = Factor de ajuste para la densidad de punto de acceso (mi/h)

BFFS = Velocidad de flujo libre base (mi/h)

fr = Factor de la rugosidad (IRI), en mi/h



CAPITULO 4: RESULTADOS

4.1. Resultados respecto a los objetivos específicos

4.1.1. Resultados respecto al objetivo específico N° 01

El objetivo específico N° 01 menciona: “Evaluar comparativamente de la velocidad de flujo libre del nivel de servicio en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo. 2020”. La tabla 14 velocidad de flujo libre proporciona los resultados de la velocidad de flujo libre en relación al estado de superficie de la carretera.

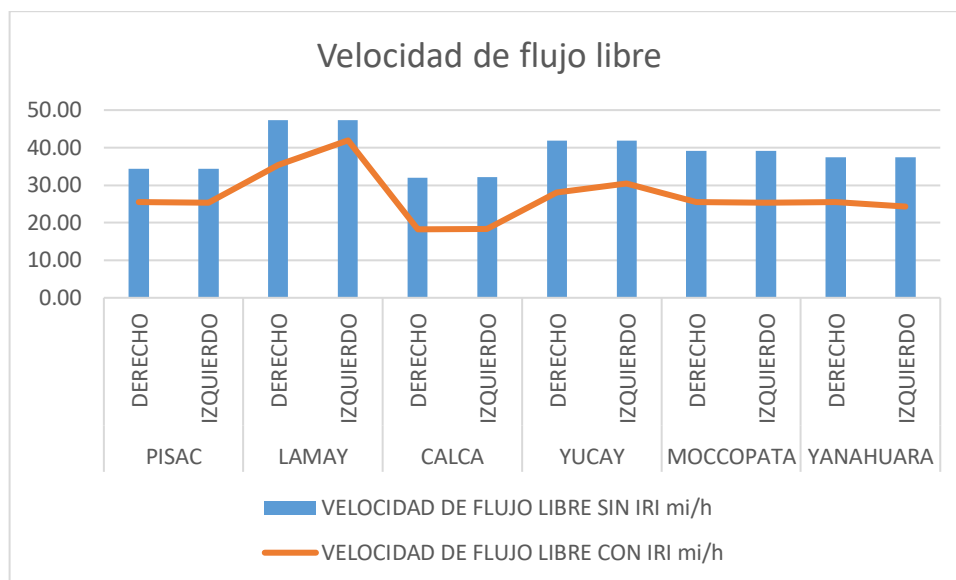
Tabla 29

Velocidad de Flujo Libre mediante mayores tasas de flujo

TRAMO	DIRECCION	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE				REDUCCION DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE EN %
		VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI mi/h	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI km/h	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI mi/h	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI km/h	
PISAC	DERECHO	34.41	55.38	25.47	40.99	25.98%
	IZQUIERDO	34.45	55.44	25.27	40.67	26.65%
LAMAY	DERECHO	47.31	76.14	35.44	57.04	25.09%
	IZQUIERDO	47.26	76.06	41.94	67.50	11.26%
CALCA	DERECHO	32.06	51.60	18.24	29.35	43.11%
	IZQUIERDO	32.14	51.72	18.31	29.47	43.03%
YUCAY	DERECHO	41.80	67.27	28.02	45.09	32.97%
	IZQUIERDO	41.85	67.35	30.46	49.02	27.22%
MOCCOPATA	DERECHO	39.22	63.12	25.46	40.97	35.08%
	IZQUIERDO	39.22	63.12	25.31	40.73	35.46%
YANAHUARA	DERECHO	37.39	60.17	25.46	40.97	31.91%
	IZQUIERDO	37.42	60.22	24.25	39.03	35.18%

Figura 10

Velocidad de Flujo Libre mediante mayores tasas de flujo



Nota. En el gráfico se puede observar la diferencia de la velocidad de Flujo Libre con índice de rugosidad y sin índice de rugosidad.

Tabla 30

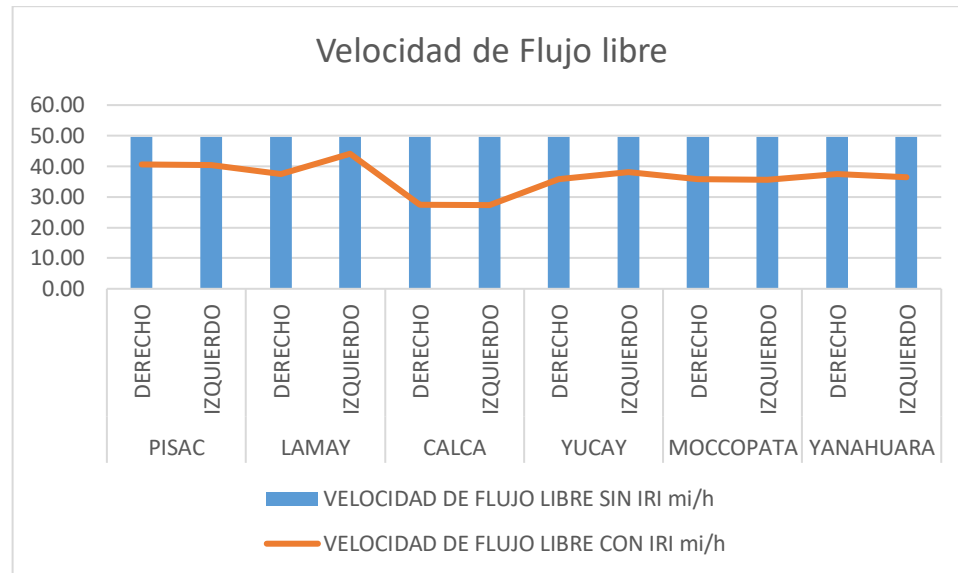
Velocidad de Flujo Libre mediante estimación

TRAMO	DIRECCION	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE				REDUCCION DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE EN %
		VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI mi/h	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI km/h	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI mi/h	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI km/h	
PISAC	DERECHO	49.60	79.82	40.66	66.44	18.02%
	IZQUIERDO	49.60	79.82	40.42	65.05	18.51%
LAMAY	DERECHO	49.60	79.82	37.55	60.43	24.29%
	IZQUIERDO	49.60	79.82	44.11	70.99	11.07%
CALCA	DERECHO	49.60	79.82	27.36	44.03	44.84%
	IZQUIERDO	49.60	79.82	27.34	44.00	44.88%
YUCAY	DERECHO	49.60	79.82	35.82	57.65	27.78%
	IZQUIERDO	49.60	79.82	38.21	61.49	22.96%
MOCCOPATA	DERECHO	49.60	79.82	35.84	57.68	27.74%
	IZQUIERDO	49.60	79.82	35.69	57.44	28.04%
YANAHUARA	DERECHO	49.60	79.82	37.59	60.50	24.21%
	IZQUIERDO	49.60	79.82	36.36	58.52	26.69%

Nota. En la tabla se observa la estimación de la velocidad de flujo libre en millas por hora, convertido a kilómetros por hora y en porcentaje la reducción de velocidad de flujo libre.

Figura 11

Velocidad de Flujo Libre mediante estimación



Nota. En la figura se observa la velocidad de flujo libre con índice de rugosidad y sin índice de rugosidad.

4.1.2. Resultados respecto al objetivo específico N° 02

El objetivo específico N° 02 menciona: “Evaluar comparativamente del nivel de servicio y la capacidad de la vía aplicando la metodología HCM 2010 en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la ruta Pisac – Ollantaytambo. 2020” la tabla 16 y tabla 17 nos proporciona los resultados del nivel de servicio y capacidad de la vía en relación al estado de superficie de la carretera (IRI).

Tabla 31

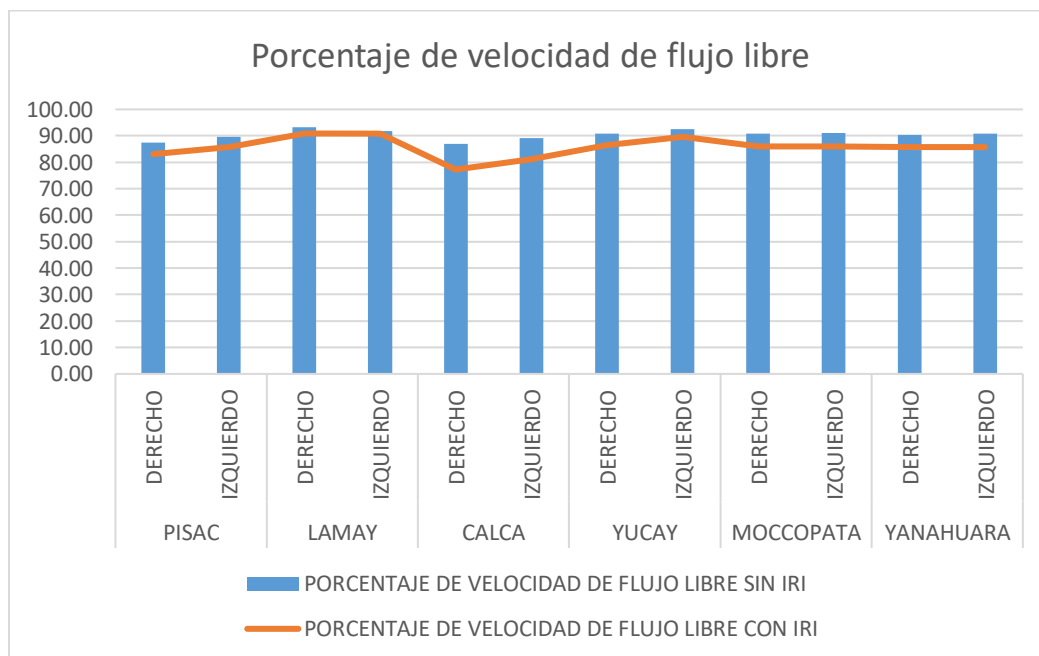
Porcentaje de velocidad de flujo libre y nivel de servicio mediante mayores tasas de flujo

PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE Y NIVEL DE SERVICIO						
TRAMO	DIRECCION	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI	NIVEL DE SERVICIO SIN IRI	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI	NIVEL DE SERVICIO CON IRI	REDUCCION DEL PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE EN %
PISAC	DERECHO	87.52	B	83.14	C	5.01%
	IZQUIERDO	89.60	B	85.82	B	4.22%
LAMAY	DERECHO	93.17	A	90.89	B	2.45%
	IZQUIERDO	91.77	A	90.73	B	1.14%
CALCA	DERECHO	87.07	B	77.26	C	11.26%
	IZQUIERDO	89.20	B	81.05	C	9.14%
YUCAY	DERECHO	90.96	B	86.51	B	4.89%
	IZQUIERDO	92.47	A	89.66	B	3.04%
MOCCOPATA	DERECHO	90.88	B	85.95	B	5.42%
	IZQUIERDO	91.00	B	86.06	B	5.43%
YANAHUARA	DERECHO	90.33	B	85.80	B	5.01%
	IZQUIERDO	90.82	B	85.84	B	5.48%

Nota. En la tabla se observa la diferencia del nivel de servicio y la diferencia del porcentaje de velocidad de flujo libre con índice de rugosidad y sin índice de rugosidad

Figura 12

Porcentaje de velocidad de flujo libre mediante mayores tasas de flujo



Nota. El grafico muestra la diferencia del porcentaje de velocidad de flujo libre sin índice de rugosidad y con índice de rugosidad



Tabla 32

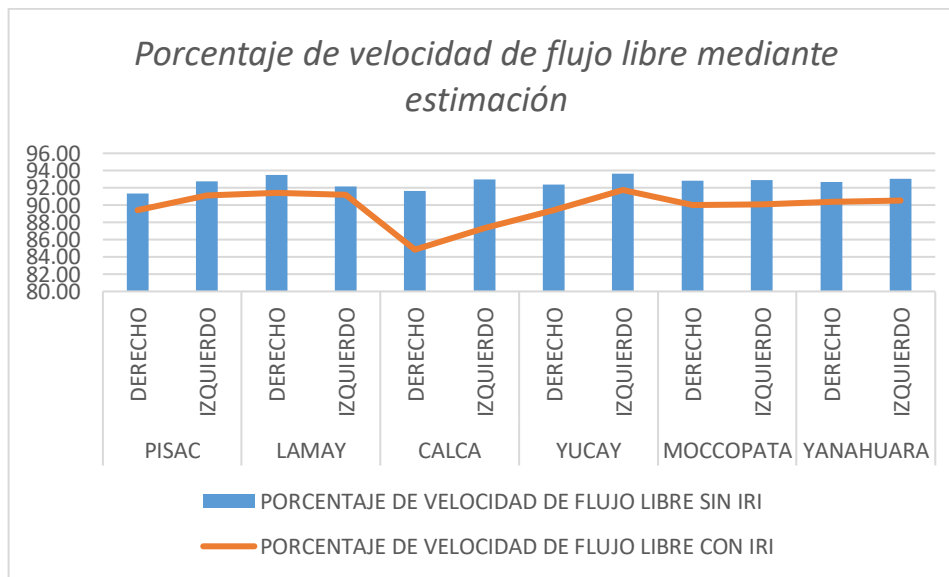
Porcentaje de velocidad de flujo libre y nivel de servicio mediante estimación

PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE Y NIVEL DE SERVICIO						
TRAMO	DIRECCION	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI	NIVEL DE SERVICIO SIN IRI	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI	NIVEL DE SERVICIO CON IRI	REDUCCION DEL PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE EN %
PISAC	DERECHO	91.34	B	89.44	B	2.08%
	IZQUIERDO	92.78	A	91.14	B	1.77%
LAMAY	DERECHO	93.49	A	91.40	B	2.24%
	IZQUIERDO	92.16	A	91.18	B	1.06%
CALCA	DERECHO	91.64	B	84.84	B	7.42%
	IZQUIERDO	93.00	A	87.31	B	6.12%
YUCAY	DERECHO	92.38	A	89.45	B	3.17%
	IZQUIERDO	93.65	A	91.75	A	2.03%
MOCCOPATA	DERECHO	92.79	A	90.02	B	2.99%
	IZQUIERDO	92.88	A	90.11	B	2.98%
YANAHUARA	DERECHO	92.71	A	90.39	B	2.50%
	IZQUIERDO	93.08	A	90.56	B	2.71%

Nota. En la tabla se observa la diferencia de flujo libre y nivel de servicio mediante el procedimiento de estimación.

Figura 13

Porcentaje de velocidad de flujo libre mediante estimación



Nota. En el grafico se observa la diferencia del porcentaje de velocidad de flujo libre mediante estimación



Tabla 33

Capacidad de la Vía

CAPACIDAD DE LA VIA			
TRAMO	DIRECCION	CAPACIDAD DE LA VIA SIN IRI veh/h	CAPACIDAD DE LA VIA SIN IRI veh/h
PISAC	DERECHO	1624	1624
	IZQUIERDO	1594	1594
LAMAY	DERECHO	1565	1565
	IZQUIERDO	1598	1598
CALCA	DERECHO	1564	1564
	IZQUIERDO	1519	1519
YUCAY	DERECHO	1583	1583
	IZQUIERDO	1550	1550
MOCCOPATA	DERECHO	1592	1592
	IZQUIERDO	1590	1590
YANAHUARA	DERECHO	1529	1529
	IZQUIERDO	1516	1516

Nota. La capacidad de la Vía no sufre ninguna alteración por el índice de rugosidad, esto debido que el factor de rugosidad se incluye en la velocidad de flujo de saturación y la misma no se incluye en la fórmula de la capacidad.

4.1.3. Resultados respecto al objetivo específico N° 03

Evaluar el nivel de correlación estadística de los factores velocidad e índice de rugosidad.

El resultado de la primera correlación de las variables velocidad y rugosidad de la vía arroja un valor de 0.3169, que lo caracteriza como un coeficiente de correlación débil, con el polinomio de grado dos obtenemos la reducción de velocidad con valores del índice de rugosidad, con los nuevos valores correlacionados obtenemos un valor de 0.9596 que lo caracteriza como un coeficiente de correlación fuerte, con los nuevos lineamientos del índice de rugosidad y la reducción de la velocidad incrementamos el polígono de grado dos a las fórmulas de la velocidad de flujo libre con mayores tasas de flujos y a la velocidad de flujo libre estimado demostrando que el efecto de la rugosidad afecta al nivel de servicio.



Tabla 34

Resultado de la evaluación del nivel de correlación de los factores e índice de rugosidad.

TRAMO	DIRECCIÓN	ÍNDICE DE RUGOSIDAD					PROMEDIO	VELOCIDAD	COEF. DE CORRE.
PISAC	DERECHO	6.7	5.2	6.2	5.7	5.3	5.83	63	0.316
	IZQUIERDO	5.8	6.4	5.3	5.2	6.2	5.79	65	0.316
LAMAY	DERECHO	4.8	5.1	5.1	4.8	6.1	5.19	87	0.316
	IZQUIERDO	6.9	5.7	6.5	6.7	5.9	6.33	90.2	0.316
CALCA	DERECHO	3.3	4.1	4.2	3.9	6.5	4.40	60	0.316
	IZQUIERDO	6.4	3.4	3.2	4.1	2.7	3.97	60	0.316
YUCAY	DERECHO	4.2	3.8	3.7	3.9	6.7	4.44	78	0.316
	IZQUIERDO	3.8	3.0	2.9	2.9	2.5	3.00	75.2	0.316
MOCCOPATA	DERECHO	2.9	3.7	3.8	4.8	4.2	3.89	64.4	0.316
	IZQUIERDO	4.5	3.9	5.2	3.8	3.4	4.17	75.2	0.316
YANAHUARA	DERECHO	6.3	6.1	4.5	4.3	4.7	5.20	70	0.316
	IZQUIERDO	2.8	3.4	3.3	4.6	3.7	3.57	64.4	0.316

Nota. En la primera correlación de la rugosidad con la velocidad hallado en campo nos da un coeficiente de correlación de 0.316

Tabla 35

Resultado de los rasgos de reducción de velocidad mediante la relación de la velocidad y rugosidad del pavimento

IRI m/km	Reducción de la velocidad km/h
1.5	1.41
1.75	5.14
2.00	8.51
2.25	11.51
2.50	14.15
2.75	16.42
3.00	18.33
3.25	19.87
3.50	21.04
3.75	21.85
4.00	22.29
4.25	22.37

Nota. La tabla nos proporciona el resultado mediante la reducción de velocidad mediante la relación la velocidad y rugosidad.

Tabla 36

Resultado de la disminución de la velocidad por efecto del índice de rugosidad

IRI	Disminución de velocidad en km/h	Disminución de velocidad en mi/h
1.5	1.41	0.88
2.00	8.51	5.29
2.50	14.15	8.79
3.00	18.33	11.39
3.50	21.04	13.07
4.00	22.29	13.85

Nota. En la tabla se observa de acuerdo al Índice de Rugosidad la disminución de velocidad en millas por hora y kilómetros por hora.

4.2. Resultados respecto al objetivo general

El objetivo general menciona: “Evaluar comparativamente de la capacidad de la vía y el nivel de servicio aplicando la metodología HCM 2010 en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la vía Pisac – Oallantaytambo, 2020”.

Tabla 37

Resultados de la capacidad y el nivel de servicio mediante mayores tasas de flujo

TRAMO	DIRECCION	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE Y NIVEL DE SERVICIO				CAPACIDAD DE LA VIA		
		PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI	NIVEL DE SERVICIO SIN IRI	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI	NIVEL DE SERVICIO CON IRI	REDUCCION DEL PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE EN %	CAPACIDAD DE LA VIA SIN IRI veh/h	CAPACIDAD DE LA VIA SIN IRI veh/h
PISAC	DERECHO	87.52	B	83.14	C	5.01%	1624	1624
	IZQUIERDO	89.60	B	85.82	B	4.22%	1594	1594
LAMAY	DERECHO	93.17	A	90.89	B	2.45%	1565	1565
	IZQUIERDO	91.77	A	90.73	B	1.14%	1598	1598
CALCA	DERECHO	87.07	B	77.26	C	11.26%	1564	1564
	IZQUIERDO	89.20	B	81.05	C	9.14%	1519	1519
YUCAY	DERECHO	90.96	B	86.51	B	4.89%	1583	1583
	IZQUIERDO	92.47	A	89.66	B	3.04%	1550	1550
MOCCOPATA	DERECHO	90.88	B	85.95	B	5.42%	1592	1592
	IZQUIERDO	91.00	B	86.06	B	5.43%	1590	1590
YANAHUARA	DERECHO	90.33	B	85.80	B	5.01%	1529	1529
	IZQUIERDO	90.82	B	85.84	B	5.48%	1516	1516

Nota. La reducción del porcentaje de velocidad de flujo libre se debe a la rugosidad del pavimento, los resultados obtuvimos en la tabla es por el procedimiento de mayores tasas de flujo.



Tabla 38

Resultados de la capacidad y el nivel de servicio mediante estimación

TRAMO	DIRECCION	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE Y NIVEL DE SERVICIO				CAPACIDAD DE LA VIA		
		PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE SIN IRI	NIVEL DE SERVICIO SIN IRI	PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE CON IRI	NIVEL DE SERVICIO CON IRI	REDUCCION DEL PORCENTAJE DE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE EN %	CAPACIDAD DE LA VIA SIN IRI veh/h	CAPACIDAD DE LA VIA SIN IRI veh/h
PISAC	DERECHO	91.34	B	89.44	B	2.08%	1624	1624
	IZQUIERDO	92.78	A	91.14	B	1.77%	1594	1594
LAMAY	DERECHO	93.49	A	91.40	B	2.24%	1565	1565
	IZQUIERDO	92.16	A	91.18	B	1.06%	1598	1598
CALCA	DERECHO	91.64	B	84.84	B	7.42%	1564	1564
	IZQUIERDO	93.00	A	87.31	B	6.12%	1519	1519
YUCAY	DERECHO	92.38	A	89.45	B	3.17%	1583	1583
	IZQUIERDO	93.65	A	91.75	A	2.03%	1550	1550
MOCCOPATA	DERECHO	92.79	A	90.02	B	2.99%	1592	1592
	IZQUIERDO	92.88	A	90.11	B	2.98%	1590	1590
YANAHUARA	DERECHO	92.71	A	90.39	B	2.50%	1529	1529
	IZQUIERDO	93.08	A	90.56	B	2.71%	1516	1516

Nota. La reducción del porcentaje de velocidad de flujo libre se debe a la rugosidad del pavimento, los resultados obtuvimos en la tabla es mediante el procedimiento de estimación.



CAPITULO 5: DISCUSIÓN

5.1. Descripción de los resultados más relevantes y significativos

El resultado de la correlación de las variables velocidad y rugosidad de la vía arroja un valor de 0.3169, que lo caracteriza como un coeficiente de correlación débil, con el polinomio de grado dos obtenemos la reducción de velocidad con valores del índice de rugosidad, con los nuevos valores correlacionados obtenemos un valor de 0.9596 que lo caracteriza como un coeficiente de correlación fuerte, con los nuevos lineamientos del índice de rugosidad y la reducción de la velocidad incrementamos el polígono de grado dos a las fórmulas de la velocidad de flujo libre con mayores tasas de flujos y a la velocidad de flujo libre estimado demostrando que el efecto de la rugosidad afecta al nivel de servicio.

La reducción del porcentaje de velocidad de flujo libre mediante la estimación posee resultados mayores que los resultados de la velocidad de flujo libre mediante mayores tasas de flujo

La reducción del porcentaje de velocidad de flujo libre mediante mayores tasas de flujo posee un porcentaje de velocidad de flujo libre en el tramo Pisac carril derecho sin IRI de 87.52 con un nivel de servicio B, con IRI 83.14 y un nivel de servicio C, en el carril izquierdo sin IRI 89.60 con un nivel de servicio B, con IRI 85.82 y un nivel de servicio B, en el tramo Lamay carril derecho sin IRI de 93.17 con un nivel de servicio A, con IRI 90.89 y un nivel de servicio B, en el carril izquierdo sin IRI 91.77 con un nivel de servicio A, con IRI 90.73 y un nivel de servicio B; en el tramo Calca carril derecho sin IRI de 87.07 con un nivel de servicio B, con IRI 77.26 y un nivel de servicio C, en el carril izquierdo sin IRI 89.20 con un nivel de servicio B, con IRI 81.05 y un nivel de servicio C; en el tramo Yucay carril derecho sin IRI de 90.96 con un nivel de servicio B, con IRI 86.51 y un nivel de servicio B, en el carril izquierdo sin IRI 92.47 con un nivel de servicio A, con IRI 89.66 y un nivel de servicio B; en el tramo Moccopata carril derecho sin IRI de 90.88 con un nivel de servicio B, con IRI 85.95 y un nivel de servicio B, en el carril izquierdo sin IRI 91.00 con un nivel de servicio B, con IRI 86.06 y un nivel de servicio B; en el tramo Yanahuara carril derecho sin IRI de 90.33 con un nivel de servicio B, con IRI 85.80 y un nivel de servicio B, en el carril izquierdo sin IRI 90.82 con un nivel de servicio B, con IRI 85.84 y un nivel de servicio B.



La reducción del porcentaje de velocidad de flujo libre mediante la fórmula de estimación posee una diferencia mínima con Iri y sin Iri, siendo en el tramo Pisac con dirección derecha de 91.34 sin IRI y con IRI 89.44 con un nivel de servicio B y en la dirección izquierdo con 92.78 sin IRI y con IRI 91.14 disminuyendo el nivel de servicio de A a B. En el tramo Lamay con dirección derecha tienen un valor de 93.49 sin IRI y con IRI 91.40 disminuyendo el nivel de servicio de A a B y en la dirección izquierdo con 92.16 sin IRI y con IRI 91.18 disminuyendo el nivel de servicio de A a B. En el tramo Calca con dirección derecha tiene un valor de 91.64 sin IRI y con IRI 84.84 con un nivel de servicio B y en la dirección izquierdo con 93.00 sin IRI y con IRI 87.31 disminuyendo el nivel de servicio de A a B. En el tramo Yucay con dirección derecha tiene un valor de 92.38 sin IRI y con IRI 89.45 disminuyendo el nivel de servicio de A a B y en la dirección izquierdo con 93.65 sin IRI y con IRI 91.75 disminuyendo el nivel de servicio de A a B. En el tramo Moccopata con dirección derecha tiene un valor de 92.79 sin IRI y con IRI 90.20 disminuyendo el nivel de servicio de A a B y en la dirección izquierdo con 92.88 sin IRI y con IRI 90.11 disminuyendo el nivel de servicio de A a B. En el tramo Yanahuara con dirección derecha tiene un valor de 92.71 sin IRI y con IRI 90.39 disminuyendo el nivel de servicio de A a B y en la dirección izquierdo con 93.08 sin IRI y con IRI 90.56 disminuyendo el nivel de servicio de A a B.

La capacidad de la vía no se ve influenciada por el índice de rugosidad del pavimento, debido que la fórmula para analizar la capacidad de la vía es 1700 por el factor de ajuste de los vehículos pesados y el factor de ajuste por tipo de terreno.



5.2.Limitaciones del estudio

La presente investigación se limita en 6 tramos de características geométricas semejantes en la ruta Písaq - Ollantaytambo.

La presente investigación se limita a distancias de 2 kilómetros por tramo de la ruta Písaq – Ollantaytambo.

La presente investigación se limita al estudio vehicular y al índice de rugosidad de cada tramo de la ruta Písaq - Ollantaytambo.

La presente investigación se limita al análisis de la capacidad y nivel de servicio con la metodología del HCM más actualizada (HCM 2010).

La presente investigación se limita a carreteras de Clase III, que tienen bajas velocidades, volumen vehicular combinado (viajeros y locales) y zonas con mayor actividad alrededor.



5.3.Comparación crítica con la literatura existente

La metodología del Manual de capacidad de carreteras actualizado de los Estados Unidos no considera el índice de rugosidad o el estado de superficie de la carretera, lo que genera que el resultado no sea preciso, debido que el manual trabaja con el porcentaje de velocidad de flujo libre mediante estimación en el que consideramos las condiciones óptimas de la vía, esto quiere decir que en los cálculos se considera la velocidad posteada o velocidad que considera la norma de igual forma cuando trabajamos con el porcentaje de velocidad de flujo mediante mayores tasas de flujo o densidad la formula no considera el índice de rugosidad del pavimento.

El primer antecedente internacional realiza por los investigadores Cesar Brito y Luis Gerardo evalúan el efecto de la condición de la superficie de rodamiento en la estimación de la capacidad vial y el nivel de servicio en una vía rígida con la metodología del HCM 2000, la investigación se realizó en el año 2017, la metodología del HCM 2010 considera formulas con diferentes valores como por ejemplo en la velocidad de flujo libre mediante mayores tasas de flujo en el HCM 2000 considera un valor de 0.0125 y el HCM 2010 un valor de 0.00776, considerar el valor del HCM 2000 genera que se incremente la velocidad de flujo libre y varíe la estimación del porcentaje de flujo libre y su nivel de servicio por lo que es importante trabajar con la metodología más actualizada. La investigación se realizo para una via de dos carriles de clase I y la presente investigación por las condiciones de la carretera del valle sagrado tramo Pisac – Ollantaytambo se considera una carretera de clase III, para la clase I el nivel de servicio se halla mediante el ajuste de la demanda de la velocidad promedio ATS o por el porcentaje del tiempo por seguimiento PTSF y para la clase III el nivel de servicio se halla mediante la estimación del porcentaje de flujo libre (PFFS), la medición del índice de rugosidad lo realizaron con un perfilómetro laser dinámico de alta repetitividad que pertenece a la clase 2: métodos perfilómetros que no desempeñan con el requerimiento de la precisión y exactitud sin embargo pueden ser calibrados por otros métodos autónomos (Gutierrez Ruiz, 2004), la presente investigación se realizó con el rugosímetro merlín, que pertenece a la clase 1: perfiles de precisión que son más exactos, entre ellos se encuentran el nivel y rugosímetro merlín.



El segundo antecedente internacional realizado por el investigador Jose Mery, Mauricio Pradena y Felipe Sanzana evalúa los factores que inciden en el Índice de rugosidad (IRI) de caminos no pavimentados: Influencia de las precipitaciones. Debido a las condiciones que presenta las vías no pavimentadas, la relación entre la variación de las precipitaciones y la regularidad superficial aumenta a medida que las precipitaciones son mayores, esto quiere decir que su correlación fuerte, sin embargo, en nuestra investigación la correlación entre la rugosidad y velocidad su correlación es débil.

El primer antecedente nacional realizado por el investigador Jorge Montoya Goicochea evalúa el IRI para un proyecto de carretera sinuosa, se demuestra que el parámetro que influye mas en el valor del IRI es la curva horizontal; debido que existe cuatro cambios de pendiente, además que las curvas horizontales están en mucho mas frecuencia en su área de estudio, en nuestra investigación se basa al análisis en vías rectas, sin embargo, se recomienda realizar un estudio similar en curvas horizontales. En la investigación realiza una relación entre el IRI de diseño y el grado de curvatura concluyendo que existe una tendencia entre ambas variables.

El segundo antecedente nacional realizado por el investigador Emilio Sachun evalúa el índice de rugosidad en un tramo de condición perfecta nuevo de la panamericano norte incurriendo al aspecto económico para un adecuado mantenimiento, donde determina un índice de rugosidad para el carril derecho de 1.77 m/km en IRI promedio y una desviación estándar de 0.19, un IRI característico de 2.08 m/km y un PSI de 3.43 el cual nos indica que la carretera esta en buenas condiciones de transitabilidad, en nuestro estudio observamos que el IRI promedio para el carril izquierdo es de 4.47 m/km y para el carril derecho es de 4.83 m/km, lo que significa que la carretera se encuentra en un estado malo.



5.4. Implicancias del estudio

En el Perú no existe una metodología propia para el análisis del nivel de servicio y capacidad de la vía por lo que se realizó la operación de análisis con la metodología del HCM 2010, metodología de Estados Unidos y se aplica a la infraestructura real peruana.

La norma Peruana: Manual de diseño geométrico 2018 (DG 2018), hace mención que para la evaluación del nivel de servicio y capacidad vial se trabaja con la metodología del HCM más actualizado, metodología de los Estados Unidos, el manual nos proporciona valores determinados para diseñar carreteras pero no nos proporciona valores para las diferentes carreteras y realidades del Perú.



CONCLUSIONES

La metodología del Manual de capacidad de carreteras (HCM 2010), metodología que se utiliza en nuestro país para calcular la capacidad y el análisis del nivel de servicio permite a los ingenieros y profesionales establecer un adecuado diseño y operación de la infraestructura en la carretera; sin embargo, no contempla realizar un ajuste al análisis del nivel de servicio que se ve afectado por la rugosidad de la vía. Al contemplar el ajuste por la rugosidad se demuestra que nos proporciona con mayor precisión el nivel de servicio.

Se demuestra que, en la evaluación del nivel de servicio por el método de la Velocidad de Flujo Libre mediante mayores tasas de flujo tiene una reducción promedio del 31.07% y Velocidad de Flujo Libre mediante estimación tiene una reducción promedio del 26.58%

Se demuestra que, con el factor de rugosidad, el nivel de servicio medido por el método de la Velocidad de Flujo Libre mediante mayores tasas de flujo tiene reducción promedio del 5.21 % y por la Velocidad de Flujo Libre mediante estimación tiene una reducción promedio del 3.09%, sin embargo, la medición de la capacidad no se ve afectado por la rugosidad de la vía.

El resultado de la correlación de las variables velocidad y rugosidad de la vía es débil arrojando un valor de 0.3169, que lo caracteriza como un coeficiente de correlación débil, con la ecuación de polinomio de grado dos hallamos la reducción de velocidad y lo correlacionamos con los valores del índice de rugosidad obteniendo un coeficiente de correlación de 0.95 que lo caracteriza como un coeficiente de correlación fuerte que demuestra que el efecto de la rugosidad afecta al nivel de servicio.

La investigación se realizó en una vía de dos carriles de pavimento flexible, considerando el estado de rugosidad superficial y la velocidad siendo las condiciones reales de la carretera.

Una carretera conservará un óptimo funcionamiento durante el periodo de diseño, si y solo si, los factores como son los estudios, diseños y construcción fueron realizados adecuadamente, para el mantenimiento de una carretera se debe considerar el estado de



superficie en el análisis del nivel de servicio, para que se desarrolle con los más altos grados de confiabilidad.

Uno de los factores que determinara el éxito del mantenimiento de la carretera, es el incremento del factor de la rugosidad, el ajuste planteado permitirá conocer exactamente las condiciones reales de la vía, sus principales problemas y la manera adecuada de enfrentarlos.

Los resultados obtenidos corresponden a 6 tramos con características similares, tramos rectos de dos kilómetros de distancia, con una reducción del porcentaje de velocidad de flujo libre siendo diferencia mínima Con Iri de 1.06 % y sin Iri una diferencia máxima de 7.42%.



RECOMENDACIONES

Se recomienda a los profesionales evaluar el nivel de servicio en las carreteras a nivel nacional incrementando el factor de rugosidad de la vía, este factor permitirá desarrollar altos grados de confiabilidad y trabajar en condiciones reales.

Se recomienda a los estudiantes de pregrado, profesionales y especialistas de tránsito realizar una evaluación similar en curvas horizontales, debido que la rugosidad y velocidad puede variar por la geometría de la vía.

Se recomienda a los estudiantes de pregrado, estudiantes de posgrado, profesionales y especialistas de tránsito realizar una evaluación similar en vías urbanas, debido que la velocidad puede variar con la rugosidad de la vía.

Se recomienda que las instituciones inviertan en el mantenimiento de la carretera Pisac – Ollantaytambo, ya que se pudo observar en los tramos estudiados, que la rugosidad de la vía se encuentra con un índice de rugosidad entre regular y muy malo esto quiere decir en condiciones imperfectas.

Se recomienda que las instituciones evalúen el estado de superficie de las carreteras anualmente mediante un monitoreo periódico y permanente para que puedan implementar una mejor evaluación del estado de superficie de la vía.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arriaga patiño, M. C., Garnica Anguas, P., & Rico Rodriguez, A. (1998). *Indice internacional de rugosidad en la red carretera de Mexico*. Querétaro: Sanfandila, Qro.
- Badilla Vargas, G., Elizondo Arrieta, F., & Barrantes Jimenez , R. (2008). *Determinacion de un procedimiento de ensayo para el calculo del IRI*. San Jose, Costa Rica.
- Bañón Blázquez, L., & Beviá García, J. (2000). *Manual de Carreteras*. Alicante: Enrique Ortiz e Hijos.
- Brito Galarza, C. F., & Torres Navas, L. G. (2017). *Efecto de la condicion de la superfice de rodamiento en la estimacion de la capacidad vial y nivel de servicio aplicando la metodologia HCM* . Cuenca.
- Cal, P., Reyes, M., & Cardenas, J. (2007). *Ingeniera de tránsito*. Mexico D.F: Alfaomega.
- Congreso de la Republica . (2018). *Proyecto de ley 2618/2017 - CR*. Lima.
- Del Aguila Rodriguez, P. (1999). *Metodologia para la determinacion de la rugosidad de los pavimentos*. Lima.
- Direccion Regional de Ordenacion del territorio. (2000). *Programa de Asistencia Tecnica en Transporte Urbano para las ciudadesmedias Mexicanas ,Manual de Estudios de Ingenieria de Transito, Tomo XII*.
- Gallegos Lopez, R. (1997). *Efecto de las condiciones superficiales del pavimento, en la capacidad vial en las carreteras multicarriles*. Monterrey.
- Gutierrez Ruiz, T. (2004). *Indice de regularidad Internacional*. Lanamme.
- Mery , J., Pradena , M., & Sanzana, F. (2007). Factores que inciden en el Indice de Regularidad Internacional (IRI) de Caminos no Pavimentados: Influencia de las precipitaciones. *Revista de la Construcción*, 52-65.
- Ministerio de Cultura . (2014). *Plan Maestro del Santuario Historico de Machupicchu* . Cusco.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geometrico DG - 2018*. Lima.
- Montoya Goicochea, J. (2013). *Analisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en Perú*. Lima.



Romana , M., Nuñez, M., Martínez, J. M., & Diez de Arizaleta, R. (2017). *Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010*. Madrid: Fc Editorial.

Sachun Quispe, J. E. (2016). *Estudio del Índice de Rugosidad Internacional de la Panamericana Norte - Zona Trujillo, para su mantenimiento*. Trujillo.

Taquino Torrez, F. M. (2001). *Simulación Microscópica de Tránsito para Coordinación de semáforos en Progresión en Vías Urbanas*. Lima.

Transportation Research Board. (2010). *Highway Capacity Manual HCM 2010*. Washington DC.



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Ed Gutierrez Carlotto

Identificado con D.N.I. 46086133

De la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina del Cusco, autor de la Tesis titulada:

“Evaluación comparativa de la superficie de rodadura en la estimación del nivel de servicio y capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020”

DECLARO QUE

El tema de tesis es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.

En este sentido, soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarias y/o legales.

Cusco, 06 de diciembre de 2021

Tesista: Ed Gutierrez Carlotto

D.N.I. 46086133



MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: "EVALUACION COMPARATIVA DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN LA ESTIMACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL DE LA CARRETERA PISAC – OLLANTAYTAMBO, 2020".

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADOR	FUENTE
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo el estado de la superficie de rodadura influye en la capacidad vial y nivel de servicio en el pavimento flexible en diferentes tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo aplicando la metodología del HCM 2010, 2019?</p> <p>FORMULACION INTERROGATIVA DEL PROBLEMA</p> <p>FORMULACION INTERROGATIVA N° 01</p> <p>¿Cómo el estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible influye en la velocidad de flujo libre del nivel de servicio en diferentes tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo?</p> <p>FORMULACION INTERROGATIVA N° 02</p> <p>¿Cómo el estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la ruta Pisac - Ollantaytambo influye en el nivel de servicio y la capacidad aplicando la metodología HCM 2010?</p> <p>FORMULACION INTERROGATIVA N° 03</p> <p>¿Cuál es el nivel de correlación estadística de los factores velocidad e índice de rugosidad?</p>	<p>OBJETIVOS GENERALES.</p> <p>Evaluación comparativa de la capacidad de la vía y el nivel de servicio aplicando la metodología HCM 2010 en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo, 2019.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS.</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO N°01 Evaluación comparativa de la velocidad de flujo libre del nivel de servicio en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la vía Pisac – Ollantaytambo, 2019</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO N°02 Evaluación comparativa del nivel de servicio y la capacidad de la vía aplicando la metodología HCM 2010 en relación al estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible en diferentes tramos de la ruta Pisac – Ollantaytambo, 2019</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICO N°03 Evaluación del nivel de correlación estadístico de los factores velocidad e índice de rugosidad.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Con el estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible de la vía Pisac – Ollantaytambo se demostrará que nos proporciona un adecuado nivel de servicio y capacidad de la vía aplicando la metodología HCM 2010, año 2019.</p> <p>SUB HIPOTESIS N° 1</p> <p>El estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible de la vía Pisac – Ollantaytambo reduce la velocidad de flujo libre del nivel de servicio.</p> <p>SUB HIPOTESIS N° 2</p> <p>El estado de la superficie de rodadura en el pavimento flexible nos proporciona un adecuado nivel de servicio y capacidad de la vía en la ruta Pisac – Ollantaytambo aplicando la metodología HCM 2010</p> <p>SUB HIPOTESIS N° 3</p> <p>El índice de rugosidad de la vía tiene un nivel alto de correlación estadística con la velocidad.</p>	<p>1. VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> Estado de la superficie de rodadura en el pavimento <p>2. VARIABLES DEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> Nivel de Servicio Capacidad Vial 	<ul style="list-style-type: none"> INDICADOR DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Índice internacional de rugosidad (IRI) INDICADOR DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES Velocidad. Máxima intensidad Porcentaje de promedio de viaje (ATS) Porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSF) Velocidad de flujo libre en condiciones reales. (PFSS) Capacidad en la dirección analizada para condiciones reales 	<p>INSTRUMENTOS</p> <p>Fichas de control Libros especializados HCM 2010 Software especializado Internet</p>



INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 15/01/2020

KM: 32+760

Tramo: PISAC

Hora: 11:00

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	31	16	37	24	24	26	30	21	20	28	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	25	25	27	31	27	32	25	12	31	21	
3	12	44	42	21	46	30	24	10	31	29	Afirmado <input type="checkbox"/>
4	23	33	22	23	30	21	36	23	31	30	
5	35	28	19	33	31	28	9	25	8	27	Base Granular <input type="checkbox"/>
6	38	30	33	28	19	27	20	27	20	21	
7	16	28	22	25	27	30	16	25	50	33	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
8	33	22	28	29	24	20	39	35	29	24	
9	38	19	39	23	34	31	27	30	33	21	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
10	29	50	21	24	16	30	31	26	30	27	
11	31	34	14	26	17	26	27	26	20	27	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
12	24	24	33	29	23	19	22	22	30	26	
13	23	21	16	27	26	25	35	40	22	8	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
14	19	24	23	39	31	24	18	17	21	22	
15	19	35	28	29	46	33	20	33	26	37	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
16	31	19	20	30	29	19	27	19	29	29	
17	30	38	20	28	30	19	24	25	17	21	Sello <input type="checkbox"/>
18	22	39	36	20	30	40	26	28	40	26	
19	28	25	30	27	12	28	33	26	29	24	Otro <input type="checkbox"/>
20	32	24	27	16	19	30	26	27	21	28	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 15/01/2020

KM: 32+360

Tramo: PISAC

Hora: 11:21

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	18	28	26	15	28	43	23	15	18	20	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	26	20	32	32	30	31	35	26	13	10	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	33	31	20	29	26	9	23	28	36	34	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	36	16	42	23	46	21	30	32	23	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	27	23	31	20	24	38	24	25	22	25	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	30	27	30	31	23	26	30	25	34	24	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	9	22	31	23	44	21	12	22	10	19	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	17	35	31	29	25	20	22	36	4	24	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	28	26	26	14	24	36	22	10	31	28	Sello <input type="checkbox"/>
10	28	25	23	26	23	25	25	50	27	20	Otro <input type="checkbox"/>
11	35	23	18	21	33	20	21	27	26	19	
12	17	28	41	25	38	17	35	26	23	23	
13	29	35	34	32	36	32	10	33	28	19	
14	23	23	21	19	42	26	36	31	20	21	
15	29	29	19	31	24	19	14	27	25	16	
16	26	27	23	26	26	35	17	22	15	29	
17	24	27	27	10	19	25	22	49	12	27	
18	37	21	32	41	27	30	37	24	24	29	
19	34	27	29	35	28	36	23	25	33	25	
20	27	30	33	17	23	26	24	26	28	1	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 15/01/2020

KM: 31+960

Tramo: PISAC

Hora: 11:45

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	31	19	31	33	23	22	31	23	26	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	39	32	30	26	23	18	23	26	39	30	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	20	33	24	37	20	37	22	11	29	23	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	32	26	25	33	22	22	24	26	21	36	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	12	23	25	28	35	27	25	36	28	18	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	31	13	18	28	26	26	17	26	33	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	23	15	31	32	20	24	26	16	29	28	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	18	30	21	26	27	27	31	15	32	32	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	19	35	34	32	43	28	26	28	17	24	Sello <input type="checkbox"/>
10	28	32	26	24	29	25	43	22	18	29	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	32	26	19	32	30	31	28	24	32	
12	26	21	24	29	38	22	28	40	24	25	
13	21	24	26	23	18	26	20	42	26	32	
14	18	27	30	26	11	29	24	38	23	36	
15	18	33	20	21	33	15	22	26	17	27	
16	25	33	20	23	41	29	25	26	35	24	
17	30	27	31	26	28	32	34	23	28	19	
18	23	24	31	38	25	26	20	34	20	50	
19	30	38	24	28	25	10	30	38	27	24	
20	26	17	37	23	24	21	24	23	22	33	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 15/01/2020

KM: 31+560

Tramo: PISAC

Hora: 12:20

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	35	33	25	32	16	29	27	33	33	34	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	2	31	24	33	35	17	25	14	36	21	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	13	36	24	33	25	26	19	23	38	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	27	17	25	19	21	23	25	26	24	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	27	24	25	35	31	27	23	21	10	24	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	23	30	26	16	16	28	26	34	35	31	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	20	33	22	24	31	18	22	23	28	36	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	32	19	10	42	17	22	42	26	25	21	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	27	26	32	28	31	22	23	26	28	31	Sello <input type="checkbox"/>
10	31	34	14	50	30	24	19	28	31	26	Otro <input type="checkbox"/>
11	20	20	42	30	24	21	33	48	30	25	
12	12	43	30	33	31	22	23	19	38	18	
13	21	15	23	4	27	30	30	31	30	42	
14	32	19	22	36	22	33	36	15	36	27	
15	28	11	28	36	25	28	39	32	32	29	
16	15	25	22	17	28	32	25	24	27	24	
17	23	30	33	22	24	29	21	30	20	26	
18	16	28	31	37	33	25	29	29	29	24	
19	30	20	23	30	33	24	26	23	30	29	
20	25	25	16	36	19	25	23	8	22	34	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 15/01/2020

Tramo: PISAC

Carril: IZQUIERDO

Ensayo N°: 5

KM: 31+160

Hora: 12:42

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	29	30	37	24	19	22	22	40	8	23	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	27	31	20	23	22	14	42	30	22	22	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	21	39	30	29	20	23	24	20	22	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	30	34	35	25	26	25	28	38	40	20	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	27	1	24	22	41	25	22	25	25	22	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	36	26	27	15	25	19	32	20	26	26	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	34	25	23	37	23	29	21	19	21	26	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	19	6	19	26	35	38	33	17	30	30	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	27	21	27	45	29	19	31	32	23	27	Sello <input type="checkbox"/>
10	28	33	28	19	25	25	13	24	20	28	Otro <input type="checkbox"/>
11	31	33	23	31	22	48	30	20	30	13	
12	33	14	7	14	42	15	25	25	23	32	
13	28	30	27	31	47	1	50	14	30	19	
14	27	37	30	5	28	23	26	39	27	29	
15	38	26	11	42	17	32	21	30	17	28	
16	33	38	22	17	35	32	18	21	18	27	
17	33	23	28	27	23	22	35	31	36	28	
18	26	30	24	17	17	34	9	24	22	35	
19	25	24	24	18	31	21	21	28	34	33	
20	24	23	28	19	22	26	26	42	24	21	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo
 Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto
 Fecha: 15/01/2020
 Tramo: PISAC
 Carril: DERECHA

Ensayo N°: 1
 KM: 30+760
 Hora: 14:12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	12	22	25	24	16	25	20	26	25	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	19	26	7	26	28	26	28	28	22	39	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	24	1	13	22	37	36	27	21	34	26	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	12	1	20	10	26	23	20	22	32	30	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	30	1	25	39	27	36	33	20	16	50	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	22	1	30	18	19	22	28	24	31	34	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	18	32	38	29	27	14	18	26	24	22	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	27	19	27	35	23	27	21	27	9	18	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	46	21	29	20	21	28	31	22	1	19	Sello <input type="checkbox"/>
10	23	27	32	23	18	24	24	11	1	25	Otro <input type="checkbox"/>
11	8	37	21	19	32	30	16	29	20	32	
12	18	26	25	38	39	31	31	3	20	31	
13	18	30	30	25	22	31	20	28	20	15	
14	35	30	34	25	12	23	21	35	24	29	
15	37	20	21	38	21	30	29	47	18	39	
16	23	27	26	34	21	28	32	23	40	31	
17	29	20	20	22	23	14	19	14	50	35	
18	16	21	23	22	37	21	20	27	22	23	
19	25	32	32	29	25	18	26	32	25	27	
20	29	36	25	30	28	26	26	31	20	23	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 15/01/2020

Tramo: PISAC

Carril: DERECHA

Ensayo N°: 2

KM: 31+160

Hora: 14:23

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	14	25	23	30	28	31	23	27	19	31	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	9	29	31	13	23	22	15	34	33	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	26	21	26	32	23	22	32	24	25	33	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	31	26	35	27	28	29	27	25	28	27	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	18	26	26	22	23	30	48	29	33	21	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	28	37	22	22	21	34	24	25	22	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	28	19	34	19	28	26	16	29	12	31	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	31	26	23	19	31	29	25	27	48	26	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	18	34	25	27	25	38	25	29	24	23	Sello <input type="checkbox"/>
10	23	35	20	36	30	26	26	25	31	34	Otro <input type="checkbox"/>
11	33	18	21	31	27	22	38	22	45	25	
12	21	31	24	25	31	29	47	22	33	26	
13	32	26	21	22	24	26	17	29	31	32	
14	24	22	29	32	26	18	27	26	29	26	
15	23	32	19	29	25	29	30	32	24	28	
16	26	19	23	29	24	8	25	30	23	31	
17	26	34	38	31	26	21	29	31	15	28	
18	29	36	26	22	28	25	23	23	14	22	
19	11	24	9	27	27	30	28	38	29	30	
20	28	16	24	21	37	26	24	23	28	29	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo
 Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto
 Fecha: 15/01/2020
 Tramo: PISAC
 Carril: DERECHA

Ensayo N°: 3
 KM: 31+560
 Hora: 15:02

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	4	30	25	17	32	25	9	38	27	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	20	50	23	26	35	35	36	29	25	27	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	26	23	22	30	13	24	27	36	30	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	15	27	25	6	12	48	29	24	16	24	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	28	28	30	20	31	3	31	30	26	23	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	1	24	29	25	33	32	35	31	24	28	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	22	27	15	29	32	26	24	24	32	26	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	10	24	32	11	22	26	22	31	27	33	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	32	30	27	15	24	25	44	7	29	33	Sello <input type="checkbox"/>
10	35	21	25	25	23	32	35	22	16	34	Otro <input type="checkbox"/>
11	21	28	30	24	22	33	20	28	26	18	
12	19	13	29	8	31	37	27	3	15	38	
13	38	30	31	4	24	34	16	21	30	31	
14	25	28	24	24	20	25	23	31	25	21	
15	3	23	30	24	30	35	26	29	24	22	
16	36	26	23	17	19	12	23	29	25	22	
17	11	28	26	17	20	28	22	22	29	24	
18	38	25	24	26	31	36	36	15	27	28	
19	29	11	27	32	31	35	23	25	26	28	
20	26	27	31	26	33	32	33	22	29	9	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo
 Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto
 Fecha: 15/01/2020
 Tramo: PISAC
 Carril: DERECHA

Ensayo N°: 4
 KM: 31+960
 Hora: 15:22

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	21	34	24	33	26	49	23	35	24	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	3	28	22	41	28	35	38	23	27	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	16	32	29	25	19	27	32	28	26	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	17	22	25	25	27	31	36	34	26	27	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	50	24	25	25	17	34	29	21	29	25	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	43	23	8	25	25	24	29	27	22	22	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	17	35	32	28	26	21	36	25	26	22	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	25	1	12	26	36	21	26	24	18	27	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	25	24	25	25	47	33	32	24	23	18	Sello <input type="checkbox"/>
10	5	40	30	22	17	41	26	26	33	25	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	19	26	31	32	31	25	27	27	26	
12	30	32	27	17	23	25	27	22	22	30	
13	30	21	24	30	41	31	29	20	25	26	
14	8	22	10	19	32	21	21	20	31	26	
15	21	34	25	37	29	26	24	36	23	22	
16	23	20	15	12	30	21	28	34	19	28	
17	24	31	27	36	32	23	27	21	24	20	
18	29	36	1	25	20	9	22	19	33	32	
19	27	29	30	24	31	23	26	24	27	24	
20	26	29	26	17	38	32	27	28	23	26	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo
 Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto
 Fecha: 15/01/2020
 Tramo: PISAC
 Carril: DERECHA

Ensayo N°: 5
 KM: 32+360
 Hora: 15:52

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	23	27	21	33	19	25	25	20	19	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	29	25	25	29	17	24	23	23	20	19	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	30	26	26	18	26	32	25	25	29	26	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	22	27	32	29	27	32	22	22	20	26	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	26	25	32	24	20	27	29	29	32	39	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	24	37	25	32	22	19	19	34	23	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	24	28	1	31	31	27	25	25	38	30	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	23	26	50	27	17	39	30	30	28	27	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	29	28	1	27	13	36	18	18	16	20	Sello <input type="checkbox"/>
10	24	25	30	33	9	31	24	24	41	22	Otro <input type="checkbox"/>
11	30	28	23	32	1	18	19	19	26	25	
12	29	13	32	34	22	22	22	22	32	25	
13	26	42	30	26	32	23	31	31	26	27	
14	24	15	33	26	18	26	25	25	24	30	
15	29	20	40	24	26	36	25	25	20	23	
16	19	31	47	24	28	28	32	32	27	29	
17	26	26	38	27	20	18	30	30	18	28	
18	31	26	18	27	22	17	38	38	24	30	
19	19	29	20	25	18	12	31	31	27	30	
20	33	50	26	26	16	50	20	20	21	11	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 14/01/2020

KM: 41+766

Tramo: LAMAY

Hora: 15:30

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	31	44	32	8	21	25	15	26	26	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	31	27	34	27	23	28	29	10	37	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	19	19	32	25	32	18	22	33	27	25	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	32	2	2	23	31	35	28	22	31	20	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	21	27	32	26	28	28	16	27	19	31	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	30	26	36	35	17	26	26	19	12	23	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	8	27	32	20	11	25	32	24	27	27	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	24	27	9	33	25	22	23	21	35	23	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	28	31	38	14	11	20	27	37	24	23	Sello <input type="checkbox"/>
10	20	30	16	36	39	35	32	32	28	30	Otro <input type="checkbox"/>
11	33	22	25	30	28	27	22	24	29	33	
12	26	29	30	25	34	25	32	38	31	37	
13	25	27	46	22	18	1	26	26	34	41	
14	23	32	33	32	23	1	1	33	22	31	
15	34	32	41	50	50	36	22	36	20	13	
16	30	30	32	3	24	36	1	14	27	44	
17	23	31	36	24	33	36	12	28	34	29	
18	33	24	38	31	14	36	15	28	27	36	
19	29	24	39	24	14	18	16	15	26	21	
20	35	27	35	46	27	31	42	19	26	32	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 14/01/2020

KM: 41+366

Tramo: LAMAY

Hora: 16:01

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	25	23	23	23	28	22	32	23	27	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	28	33	19	23	48	19	27	25	30	36	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	32	27	24	26	33	33	35	26	33	28	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	23	24	26	26	20	27	26	35	27	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	37	50	19	24	36	32	34	32	33	39	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	30	5	26	22	26	19	13	25	24	21	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	18	18	23	25	20	21	31	26	49	19	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	28	31	43	23	28	19	25	23	31	33	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	25	9	23	22	22	33	32	30	32	22	Sello <input type="checkbox"/>
10	34	25	27	18	26	17	21	28	21	23	Otro <input type="checkbox"/>
11	30	27	26	28	25	29	35	25	36	22	
12	32	3	19	28	11	24	40	26	37	12	
13	24	29	26	27	27	44	31	24	31	32	
14	23	43	27	41	9	16	50	33	9	23	
15	27	42	29	37	35	21	16	21	31	24	
16	21	47	24	33	32	32	39	6	27	20	
17	34	13	31	28	20	31	32	35	32	39	
18	28	30	20	29	33	4	22	25	28	24	
19	27	19	30	27	35	27	23	9	29	25	
20	37	27	28	24	30	26	16	23	21	35	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 14/01/2020

KM: 40+966

Tramo: LAMAY

Hora: 16:37

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	34	21	31	29	20	24	22	23	5	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	15	23	25	32	2	25	26	26	9	25	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	25	28	20	26	37	25	20	31	23	26	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	4	25	21	22	23	27	26	37	30	17	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	32	28	38	15	43	21	13	27	27	27	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	23	27	16	32	28	21	29	32	30	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	40	31	27	36	24	20	27	28	38	17	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	32	27	24	26	19	21	30	50	25	31	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	49	29	32	27	32	29	24	18	8	28	Sello <input type="checkbox"/>
10	25	26	28	16	19	22	24	45	21	17	Otro <input type="checkbox"/>
11	43	31	22	26	19	13	16	40	16	36	
12	26	16	42	29	39	24	8	38	14	32	
13	37	1	35	35	35	21	29	20	33	34	
14	22	22	32	36	35	28	18	33	34	23	
15	21	31	29	27	28	27	25	37	35	25	
16	17	8	29	31	26	31	38	9	15	24	
17	24	31	27	30	26	33	19	9	40	31	
18	41	16	29	28	25	31	19	32	31	25	
19	34	24	26	18	27	28	22	28	20	31	
20	33	37	27	27	23	24	28	25	15	23	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 14/01/2020

KM: 40+566

Tramo: LAMAY

Hora: 16:50

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	23	28	27	4	33	38	30	10	13	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	27	29	32	39	22	36	31	36	22	29	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	8	22	32	27	32	28	24	35	35	35	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	20	20	30	15	33	38	19	30	15	45	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	44	18	16	3	10	35	28	30	30	40	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	20	18	20	30	32	21	40	34	27	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	38	24	18	22	30	12	18	31	29	38	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	35	26	31	21	45	28	25	23	23	23	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	34	24	22	39	31	32	25	27	31	25	Sello <input type="checkbox"/>
10	26	26	20	35	13	24	41	22	42	25	Otro <input type="checkbox"/>
11	27	30	13	27	20	15	8	18	35	29	
12	29	12	32	30	32	35	7	25	35	24	
13	28	29	25	40	24	21	26	16	33	17	
14	9	31	30	25	33	34	47	20	24	20	
15	35	30	31	27	25	25	48	24	31	18	
16	26	28	43	24	29	29	25	19	30	1	
17	21	22	37	15	21	34	21	8	12	12	
18	25	19	22	26	23	35	33	36	31	35	
19	25	30	28	22	25	24	32	40	28	24	
20	30	22	21	25	22	39	26	26	35	23	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 5

Fecha: 14/01/2020

KM: 40+166

Tramo: LAMAY

Hora: 17:10

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	26	26	31	20	26	34	38	34	28	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	30	32	19	26	35	14	13	33	24	35	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	10	31	27	21	21	13	36	16	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	29	19	15	21	21	21	24	13	22	24	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	22	31	31	22	29	30	22	35	23	29	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	30	18	20	17	30	36	26	30	18	22	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	50	23	28	24	25	32	33	21	24	27	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	19	28	8	32	26	29	30	24	31	27	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	21	23	24	21	25	35	34	25	34	24	Sello <input type="checkbox"/>
10	20	25	25	20	23	28	34	25	27	33	Otro <input type="checkbox"/>
11	31	30	13	30	13	25	39	20	33	34	
12	28	18	32	26	47	16	18	37	23	31	
13	26	35	38	26	27	20	30	23	16	27	
14	30	37	21	14	21	21	18	28	28	14	
15	25	24	12	27	12	26	31	18	19	20	
16	23	24	28	31	20	27	24	26	18	18	
17	35	22	31	14	27	42	9	33	23	24	
18	23	14	24	41	21	24	33	11	18	18	
19	10	38	25	23	23	27	26	45	28	29	
20	28	31	31	33	20	27	14	21	22	36	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 14/01/2020

KM: 39+676

Tramo: LAMAY

Hora: 12:22

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	24	28	24	22	23	26	29	20	25	22	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	33	28	18	23	23	31	25	24	24	21	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	31	31	14	27	28	25	31	26	23	23	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	32	34	26	27	18	31	22	28	28	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	25	24	16	29	26	26	25	7	20	29	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	34	26	32	26	24	10	25	27	21	22	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	6	27	29	30	20	39	30	33	30	50	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	23	27	24	31	28	17	24	27	20	30	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	29	30	29	27	23	4	30	33	23	27	Sello <input type="checkbox"/>
10	25	28	27	31	34	26	27	46	35	19	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	32	31	27	42	27	30	38	29	23	
12	22	33	32	31	24	24	21	30	32	30	
13	24	23	31	25	32	23	33	24	33	22	
14	29	17	33	27	32	27	41	22	3	33	
15	28	28	26	24	31	26	28	33	26	27	
16	27	37	27	23	25	20	34	22	31	29	
17	28	2	21	26	24	26	30	28	22	27	
18	26	29	34	31	27	22	27	29	25	27	
19	27	25	22	25	23	26	28	15	35	11	
20	29	20	26	28	27	26	31	33	12	30	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo
 Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto
 Fecha: 14/01/2020
 Tramo: LAMAY
 Carril: DERECHA

Ensayo N°: 1
 KM: 40+166
 Hora: 12:47

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	31	30	27	21	28	22	29	23	18	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	20	30	26	31	34	27	24	41	15	14	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	9	36	30	28	24	24	22	27	33	27	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	26	32	19	21	22	30	23	25	23	21	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	21	30	31	24	29	24	22	1	27	22	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	30	16	28	31	25	24	23	34	36	29	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	32	36	26	21	27	25	31	50	28	26	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	26	21	24	30	26	26	29	28	24	36	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	32	25	24	25	23	26	22	20	22	21	Sello <input type="checkbox"/>
10	28	34	21	24	25	27	24	15	34	20	Otro <input type="checkbox"/>
11	22	22	27	35	21	30	27	23	24	21	
12	27	30	32	17	21	25	26	26	25	16	
13	46	27	26	28	23	27	23	33	13	29	
14	24	23	23	26	26	23	25	12	26	47	
15	30	23	27	15	27	22	31	35	24	30	
16	32	26	23	25	31	34	26	34	31	27	
17	25	22	10	24	25	33	28	41	20	22	
18	16	30	25	36	30	26	19	11	34	22	
19	20	24	29	31	21	26	20	23	29	29	
20	27	23	26	28	24	22	30	50	36	39	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 14/01/2020

KM: 40+566

Tramo: LAMAY

Hora: 13:13

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	24	31	20	30	7	16	31	18	28	34	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	36	25	22	20	42	29	42	25	31	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	23	30	42	20	32	31	24	23	31	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	34	23	41	19	27	26	40	24	22	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	28	26	25	16	21	30	24	25	31	25	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	25	30	24	36	26	25	5	35	35	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	23	28	26	17	21	22	28	30	7	29	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	31	33	23	26	16	27	23	18	18	31	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	40	36	36	28	4	20	21	26	25	26	Sello <input type="checkbox"/>
10	4	50	13	30	36	25	28	31	21	24	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	26	33	27	27	28	24	17	23	27	
12	27	20	36	16	26	21	30	24	26	26	
13	25	26	28	34	26	22	24	28	23	27	
14	22	30	32	19	32	30	36	33	23	22	
15	25	27	31	22	24	46	32	29	29	28	
16	29	25	25	31	29	32	34	26	23	21	
17	27	25	22	31	22	36	16	23	24	26	
18	31	30	36	26	27	24	21	28	26	27	
19	30	20	32	32	27	3	15	23	23	28	
20	24	38	24	24	31	25	26	24	24	28	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 14/01/2020

KM: 40+966

Tramo: LAMAY

Hora: 13:39

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	21	35	26	25	29	11	29	32	28	25	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	24	21	21	30	21	28	28	23	34	35	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	26	24	30	20	27	22	25	20	38	33	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	35	18	20	21	28	20	31	28	26	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	19	34	27	29	24	30	28	26	50	20	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	28	27	23	24	28	33	33	28	39	22	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	25	33	25	24	26	27	17	19	7	21	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	29	16	25	22	27	28	26	25	39	14	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	25	29	13	25	25	31	29	25	27	34	Sello <input type="checkbox"/>
10	24	26	25	29	24	31	31	30	24	40	Otro <input type="checkbox"/>
11	23	2	18	27	25	29	22	34	16	20	
12	16	30	30	20	23	33	28	31	32	31	
13	19	28	24	35	27	26	31	33	18	29	
14	23	24	31	28	26	26	26	24	21	21	
15	29	24	24	27	31	37	23	28	24	28	
16	25	27	26	26	26	18	29	23	14	32	
17	21	27	27	21	23	31	27	26	26	31	
18	19	26	25	29	21	28	26	28	34	28	
19	31	30	30	18	21	25	30	24	8	21	
20	22	23	35	29	11	24	33	34	38	24	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 14/01/2020

Tramo: LAMAY

Carril: DERECHA

Ensayo N°: 5

KM: 41+366

Hora: 14:04

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	25	38	18	33	11	17	24	26	26	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	28	27	40	25	23	8	26	24	20	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	33	34	8	22	24	36	27	32	29	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	24	24	31	19	30	29	37	30	28	38	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	27	33	21	24	16	29	13	29	23	32	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	31	31	12	20	33	35	19	31	27	38	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	23	15	28	23	33	32	26	23	37	32	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	22	19	31	32	33	26	16	20	30	27	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	31	6	14	31	33	26	11	24	21	28	Sello <input type="checkbox"/>
10	25	7	21	25	28	26	27	24	32	24	Otro <input type="checkbox"/>
11	32	30	34	32	30	32	17	25	33	19	
12	26	34	16	21	39	33	27	25	25	29	
13	26	16	31	19	38	20	36	17	29	20	
14	27	30	23	32	25	30	41	16	22	33	
15	26	28	22	25	29	22	6	28	28	29	
16	29	16	27	29	27	28	18	39	32	28	
17	28	36	26	34	17	4	23	31	41	34	
18	28	18	26	20	31	30	23	28	28	20	
19	15	23	11	25	29	31	31	31	42	22	
20	22	26	32	23	14	16	17	24	32	32	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 19/01/2020

KM: 52+000

Tramo: CALCA

Hora: 12:25

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	29	27	22	28	39	23	18	23	22	19	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	26	22	23	12	29	18	23	39	24	13	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	28	32	19	33	34	27	26	37	26	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	28	32	43	22	26	24	26	23	22	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	22	24	23	25	25	24	31	18	20	30	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	50	28	48	18	29	48	23	25	31	22	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	19	21	25	25	26	29	16	29	27	15	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	30	25	32	27	27	23	25	34	33	26	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	21	12	23	19	25	20	22	30	27	14	Sello <input type="checkbox"/>
10	30	20	18	27	27	19	27	45	23	29	Otro <input type="checkbox"/>
11	15	33	35	11	19	26	26	19	25	17	
12	25	27	16	45	33	24	31	27	22	42	
13	26	34	14	23	31	27	26	31	12	41	
14	34	24	19	4	24	28	32	21	42	24	
15	31	24	32	40	34	20	32	18	21	24	
16	22	34	26	14	23	24	34	31	26	28	
17	36	34	29	47	29	34	25	30	17	24	
18	40	42	29	23	26	16	34	39	1	26	
19	25	27	28	23	25	29	23	25	14	21	
20	32	41	37	17	32	32	23	32	35	35	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 19/01/2020

KM: 51+600

Tramo: CALCA

Hora: 12:40

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	17	23	25	29	22	25	28	23	23	24	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	14	20	26	25	25	28	27	28	28	25	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	21	28	22	27	25	20	25	22	24	30	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	25	30	27	22	28	21	19	24	20	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	43	28	27	25	24	24	25	16	30	33	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	30	24	28	29	27	24	27	26	24	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	30	21	24	23	23	19	23	26	24	28	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	27	23	26	19	32	28	34	23	27	21	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	28	32	26	23	24	22	19	25	30	23	Sello <input type="checkbox"/>
10	23	28	29	26	26	28	24	34	27	26	Otro <input type="checkbox"/>
11	23	29	27	27	30	25	21	19	26	23	
12	26	24	27	24	27	26	35	35	29	27	
13	28	30	24	24	23	34	35	27	29	19	
14	32	25	28	25	29	30	32	24	22	27	
15	26	23	29	30	29	26	27	25	25	22	
16	28	28	28	27	21	23	25	26	24	23	
17	21	22	25	20	22	31	32	36	27	31	
18	26	26	30	26	28	30	28	29	27	26	
19	29	23	27	23	22	31	29	22	22	26	
20	24	28	29	29	26	26	29	28	33	26	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 19/01/2020

KM: 51+200

Tramo: CALCA

Hora: 12:59

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	29	29	26	28	24	29	34	21	29	29	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	23	31	29	27	25	29	21	26	23	17	
3	23	22	28	25	24	26	25	25	26	29	Afirmado <input type="checkbox"/>
4	29	23	24	27	28	24	27	20	29	28	
5	24	26	24	31	24	24	24	19	22	28	Base Granular <input type="checkbox"/>
6	28	27	24	24	26	11	27	25	24	29	
7	28	25	25	28	23	24	26	24	22	44	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
8	22	24	24	25	31	24	26	24	19	22	
9	38	23	29	21	21	26	21	27	28	31	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
10	22	23	22	30	28	25	28	21	19	26	
11	28	21	23	21	31	27	20	25	29	30	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
12	20	27	19	28	26	25	31	20	18	28	
13	26	26	27	23	25	30	23	28	25	30	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
14	26	27	27	23	23	23	24	27	25	24	
15	30	27	21	25	24	24	26	28	29	28	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
16	28	23	24	27	25	29	26	21	25	36	
17	23	22	26	26	26	26	25	30	22	24	Sello <input type="checkbox"/>
18	25	25	22	28	25	29	18	19	24	19	
19	20	21	22	34	24	25	21	16	30	44	Otro <input type="checkbox"/>
20	25	26	22	22	25	27	21	18	28	22	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 19/01/2020

KM: 49+800

Tramo: CALCA

Hora: 13:18

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	17	26	22	26	34	25	23	25	24	28	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	31	26	24	22	30	22	27	15	24	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	29	21	34	24	25	23	21	26	29	30	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	26	22	22	27	27	32	23	25	30	23	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	22	19	32	26	29	27	26	31	23	28	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	27	27	29	19	25	26	17	18	23	22	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	26	28	27	31	24	26	30	31	20	31	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	23	30	20	34	20	21	29	28	20	22	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	35	25	27	21	25	20	25	26	9	19	Sello <input type="checkbox"/>
10	27	28	22	40	26	30	26	22	20	33	Otro <input type="checkbox"/>
11	9	21	22	27	24	27	23	28	20	28	
12	33	1	17	25	31	25	25	20	29	17	
13	26	1	37	23	22	31	25	23	28	26	
14	20	25	30	25	22	29	23	20	21	34	
15	29	21	27	28	23	21	27	26	29	21	
16	28	48	33	23	21	30	30	23	27	21	
17	27	17	24	26	28	32	32	22	20	21	
18	25	47	19	34	24	28	26	25	21	25	
19	28	25	23	28	28	26	28	26	25	24	
20	23	31	25	28	31	26	29	19	30	24	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 5

Fecha: 19/01/2020

KM: 19+400

Tramo: CALCA

Hora: 13:36

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	24	19	24	29	26	27	25	30	23	26	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	28	30	30	23	25	27	28	27	23	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	24	27	25	20	25	28	23	26	23	26	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	24	29	27	29	27	23	28	21	25	22	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	25	24	27	31	24	25	29	36	26	28	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	29	28	24	26	23	29	29	25	26	26	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	28	28	27	24	24	25	25	26	23	30	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	26	28	26	27	28	23	24	28	28	22	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	25	23	26	32	31	30	25	31	29	27	Sello <input type="checkbox"/>
10	24	11	31	22	24	24	26	25	26	27	Otro <input type="checkbox"/>
11	30	40	29	25	24	28	27	26	26	26	
12	22	19	24	22	28	21	25	21	28	27	
13	27	31	29	23	31	28	24	29	24	25	
14	28	29	24	27	23	27	24	28	26	26	
15	30	39	27	25	23	23	29	24	28	27	
16	34	26	28	25	29	27	24	26	28	26	
17	22	32	24	25	23	27	24	25	28	26	
18	24	21	24	26	28	24	26	22	26	27	
19	30	27	31	28	25	30	27	28	28	23	
20	26	21	27	24	24	26	26	28	33	29	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 19/01/2020

KM: 49+000

Tramo: CALCA

Hora: 15:05

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	24	26	29	33	24	26	29	24	27	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	23	21	27	36	34	21	25	26	29	21	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	30	26	26	20	25	23	22	22	28	16	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	33	28	24	28	27	30	30	26	21	29	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	27	26	23	34	25	27	25	25	26	24	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	27	25	30	29	26	28	27	29	29	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	32	29	22	26	28	27	28	23	24	29	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	20	24	23	30	25	29	26	26	25	28	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	23	29	30	25	28	28	26	28	26	36	Sello <input type="checkbox"/>
10	28	25	22	25	29	26	25	28	36	31	Otro <input type="checkbox"/>
11	25	31	20	26	26	26	23	26	25	26	
12	27	27	32	27	27	24	26	24	19	22	
13	29	24	27	23	27	26	26	24	26	21	
14	31	29	33	27	27	26	27	24	33	26	
15	29	23	25	36	26	24	25	24	22	25	
16	35	28	27	28	27	32	25	25	21	23	
17	30	26	33	22	28	24	24	26	28	35	
18	34	26	23	28	25	25	25	25	28	27	
19	29	24	23	22	30	27	24	25	28	29	
20	27	27	24	28	21	26	24	27	24	29	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 19/01/2020

KM: 49+400

Tramo: CALCA

Hora: 15:29

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	27	25	27	24	26	21	27	31	31	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	30	27	24	27	30	43	21	22	17	20	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	26	23	24	26	27	23	18	25	20	22	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	17	25	35	26	36	26	21	25	23	39	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	17	34	22	25	27	27	29	28	21	23	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	39	26	32	25	27	38	26	26	27	29	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	35	20	24	23	26	27	27	17	28	21	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	33	23	31	18	27	21	29	29	27	28	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	34	24	21	25	28	22	21	28	22	28	Sello <input type="checkbox"/>
10	23	32	30	20	27	21	23	18	28	20	Otro <input type="checkbox"/>
11	20	29	27	27	26	31	30	18	29	20	
12	19	20	28	26	27	22	27	29	26	23	
13	26	25	23	27	29	27	28	16	26	29	
14	26	22	23	25	25	25	23	22	22	23	
15	27	18	27	27	29	28	25	24	23	10	
16	24	40	20	23	29	23	25	32	26	21	
17	22	9	24	25	25	30	28	30	24	20	
18	31	27	29	29	18	21	24	25	29	25	
19	24	22	20	29	23	13	27	26	26	30	
20	16	23	33	26	24	22	30	28	22	24	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 19/01/2020

KM: 49+800

Tramo: CALCA

Hora: 15:48

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	25	14	19	22	18	24	26	27	19	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	29	21	28	27	19	26	26	27	26	21	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	32	24	29	32	27	31	36	24	17	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	21	25	31	19	24	25	32	22	23	36	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	21	23	36	18	26	20	27	33	30	31	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	18	19	30	18	14	23	22	26	25	20	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	22	26	25	18	31	31	24	26	26	30	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	19	25	34	33	30	26	22	34	33	32	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	26	23	38	25	30	20	24	29	28	30	Sello <input type="checkbox"/>
10	28	24	29	24	24	21	22	24	25	18	Otro <input type="checkbox"/>
11	23	30	23	22	22	27	23	25	23	22	
12	25	19	26	24	22	17	24	30	22	21	
13	21	20	24	24	29	28	23	25	25	19	
14	26	21	30	27	20	30	27	23	23	26	
15	48	30	22	26	20	30	23	32	23	28	
16	28	24	31	33	27	22	27	31	27	22	
17	35	27	16	26	14	40	25	26	37	24	
18	28	18	31	26	24	31	26	28	24	28	
19	34	35	31	24	28	17	23	22	20	24	
20	23	23	12	22	30	20	25	23	20	24	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 19/01/2020

KM: 50+200

Tramo: CALCA

Hora: 16:04

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	21	28	28	30	33	34	25	24	25	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	28	27	43	24	33	22	25	27	30	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	29	23	22	33	28	27	26	23	25	28	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	22	23	27	22	30	19	31	23	23	30	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	26	29	20	18	27	24	24	28	22	31	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	21	31	33	23	21	30	25	16	28	26	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	28	17	27	22	30	23	25	19	27	22	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	19	19	23	43	24	37	28	23	28	32	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	21	30	29	1	27	18	25	24	24	28	Sello <input type="checkbox"/>
10	32	30	20	28	29	24	23	20	24	24	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	27	26	28	26	19	26	24	23	26	
12	18	28	21	28	29	22	32	22	23	22	
13	22	28	31	45	31	25	22	30	25	23	
14	29	28	20	27	26	23	24	25	26	23	
15	24	20	10	24	25	30	25	18	27	26	
16	33	35	23	30	32	20	28	24	27	30	
17	12	10	30	33	32	25	27	20	25	26	
18	24	21	25	28	25	15	31	25	27	21	
19	20	25	25	22	26	25	27	25	27	23	
20	18	18	18	30	27	20	30	24	22	39	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 5

Fecha: 19/01/2020

KM: 50+600

Tramo: CALCA

Hora: 16:23

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	4	23	42	34	27	16	29	36	23	39	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	23	29	34	28	24	22	25	41	50	14	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	26	19	18	16	23	25	26	29	33	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	1	31	21	22	22	25	1	36	22	16	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	28	25	29	24	26	31	26	40	29	11	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	29	27	27	28	25	24	36	24	22	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	20	33	16	29	23	33	30	19	24	28	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	27	28	19	17	29	31	17	36	25	32	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	31	31	25	30	40	28	42	29	27	34	Sello <input type="checkbox"/>
10	29	22	25	32	24	22	1	22	21	38	Otro <input type="checkbox"/>
11	28	31	20	21	25	25	1	23	26	13	
12	16	25	35	17	28	32	37	24	28	22	
13	28	15	26	33	20	26	20	23	26	34	
14	23	22	24	23	25	33	15	22	19	31	
15	22	27	26	30	20	27	31	26	7	11	
16	24	26	29	1	41	21	39	12	18	20	
17	35	33	33	27	33	23	20	34	26	23	
18	25	23	26	32	22	25	27	30	21	29	
19	28	14	23	17	19	31	31	14	34	31	
20	24	20	36	27	23	41	27	45	36	20	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 17/01/2020

Tramo: YUCAY

Carril: IZQUIERDO

Ensayo N°: 1

KM: 64+472

Hora: 14:13

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	25	23	24	27	24	22	30	28	25	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	29	26	23	31	33	26	48	32	34	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	21	36	25	27	26	26	21	26	24	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	25	21	26	27	22	24	30	23	40	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	32	26	21	24	27	28	30	21	23	27	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	27	26	27	26	29	30	20	26	20	21	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	27	19	23	33	22	29	18	21	26	24	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	26	25	29	26	23	30	26	30	25	32	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	18	8	25	26	23	23	28	24	31	24	Sello <input type="checkbox"/>
10	37	31	29	25	22	20	13	35	29	42	Otro <input type="checkbox"/>
11	29	30	22	23	28	30	28	23	26	20	
12	24	25	30	25	34	23	29	29	30	25	
13	27	28	29	24	25	25	21	24	29	23	
14	22	29	26	20	21	32	19	19	23	19	
15	28	25	30	27	33	24	43	19	30	33	
16	21	22	33	25	32	30	22	23	26	38	
17	27	26	30	27	28	20	27	29	20	29	
18	31	28	29	25	25	25	24	27	28	12	
19	22	22	22	33	23	27	21	10	29	29	
20	22	32	23	24	23	32	28	29	32	6	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 17/01/2020

KM: 64+472

Tramo: YUCAY

Hora: 14:31

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	34	25	27	25	27	23	22	22	24	29	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	34	24	21	26	24	16	26	30	22	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	26	22	23	26	21	26	29	27	28	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	25	24	25	28	29	24	23	29	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	9	23	27	25	27	26	22	22	25	4	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	34	22	28	25	26	27	24	16	25	26	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	18	23	22	27	26	23	30	15	21	23	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	38	25	24	24	26	27	25	4	25	25	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	21	23	29	32	21	22	24	21	26	26	Sello <input type="checkbox"/>
10	23	22	23	25	24	18	25	40	24	26	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	25	23	22	24	27	27	27	22	23	
12	26	26	27	29	25	25	29	30	25	24	
13	27	21	27	21	28	25	24	28	24	28	
14	28	13	25	25	24	26	20	28	25	25	
15	26	22	25	25	23	30	26	20	27	25	
16	24	27	24	28	24	27	27	26	23	25	
17	26	22	32	20	30	26	24	24	25	5	
18	25	27	29	29	26	30	27	22	25	28	
19	27	20	23	22	25	28	25	25	32	21	
20	25	29	23	31	24	26	22	30	29	30	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 17/01/2020

KM: 63+772

Tramo: YUCAY

Hora: 14:52

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	27	24	23	23	31	23	23	32	22	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	32	28	24	29	23	24	29	39	36	29	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	31	24	29	24	29	30	30	26	25	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	25	23	28	27	29	23	20	26	27	30	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	33	24	31	27	26	23	25	26	23	24	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	28	22	26	24	24	18	29	30	26	27	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	24	27	25	27	25	24	30	25	31	27	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	27	30	28	28	23	22	30	23	31	24	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	27	26	25	28	28	25	26	29	39	27	Sello <input type="checkbox"/>
10	21	23	28	28	32	28	23	22	19	26	Otro <input type="checkbox"/>
11	29	26	26	24	25	28	24	22	24	29	
12	31	28	27	26	29	27	26	20	24	27	
13	25	26	24	29	23	27	27	22	40	24	
14	25	24	27	27	25	22	25	26	32	28	
15	24	20	29	27	29	24	27	29	27	27	
16	29	39	25	28	30	32	29	25	25	28	
17	23	17	26	25	25	28	17	27	27	27	
18	26	24	26	24	26	23	30	23	25	27	
19	26	29	25	24	26	26	30	23	27	28	
20	24	25	27	32	25	33	29	22	25	24	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 17/01/2020

KM: 63+372

Tramo: YUCAY

Hora: 15:10

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	27	26	25	26	24	25	22	27	25	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	25	48	25	24	31	29	26	27	23	28	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	30	28	24	33	25	23	26	26	23	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	26	19	25	28	20	26	27	28	25	27	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	24	17	26	27	30	25	24	25	27	25	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	5	25	27	20	23	23	27	28	24	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	24	20	26	24	28	30	30	22	30	19	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	31	42	25	28	28	27	25	28	25	19	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	26	25	28	26	30	26	20	26	24	25	Sello <input type="checkbox"/>
10	25	21	30	22	23	28	22	30	24	18	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	18	26	26	23	30	24	31	26	24	
12	32	23	28	23	23	27	29	25	24	29	
13	28	23	29	33	27	27	25	29	22	28	
14	26	26	28	23	21	28	28	31	29	25	
15	29	23	24	26	27	28	26	28	26	23	
16	27	25	25	27	25	27	26	27	25	30	
17	27	27	28	26	22	26	24	29	27	26	
18	26	25	23	25	24	26	29	21	27	25	
19	25	30	24	21	21	22	21	24	28	26	
20	27	27	23	22	22	31	24	22	25	22	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 17/01/2020

Tramo: YUCAY

Carril: IZQUIERDO

Ensayo N°: 5

KM: 62+072

Hora: 15:29

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	21	25	32	25	23	25	16	28	27	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	29	24	27	23	28	28	27	26	28	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	28	25	27	23	27	30	26	24	28	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	25	26	27	27	22	30	29	26	24	28	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	28	21	28	27	31	31	26	29	28	24	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	23	27	23	32	29	26	27	34	24	29	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	23	29	22	26	30	26	27	32	26	26	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	26	25	24	26	25	25	24	28	22	28	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	26	27	24	23	28	25	25	18	26	28	Sello <input type="checkbox"/>
10	27	25	30	25	26	24	25	34	26	19	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	26	29	26	19	26	24	23	28	27	
12	25	27	24	25	29	28	23	30	25	26	
13	25	27	26	25	25	26	26	21	27	31	
14	27	27	24	27	22	25	27	29	27	26	
15	29	30	28	29	28	28	29	29	28	25	
16	26	25	32	27	23	28	27	28	28	22	
17	23	27	29	22	27	27	25	28	26	30	
18	28	25	21	26	29	23	23	26	26	26	
19	28	24	24	26	27	24	22	30	27	27	
20	23	26	25	27	23	26	27	28	26	27	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 17/01/2020

KM: 62+572

Tramo: YUCAY

Hora: 12:00

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	26	28	23	24	23	27	34	24	27	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	25	27	31	25	39	32	15	22	30	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	24	25	36	40	26	33	34	24	26	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	26	27	20	31	25	32	25	27	29	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	20	28	26	28	27	27	28	26	27	23	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	27	36	20	24	27	26	26	24	27	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	23	20	35	28	33	22	32	35	20	34	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	19	25	20	21	34	34	27	22	24	27	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	25	31	30	29	28	31	12	25	26	24	Sello <input type="checkbox"/>
10	26	26	25	34	28	18	27	32	27	20	Otro <input type="checkbox"/>
11	28	25	26	24	26	29	30	32	26	24	
12	31	30	25	29	27	22	33	28	22	24	
13	19	25	19	41	30	27	32	32	26	29	
14	26	24	27	12	25	30	22	26	20	24	
15	27	26	17	27	23	29	27	29	31	30	
16	26	28	27	17	26	25	28	26	28	26	
17	25	36	41	31	26	26	30	27	21	31	
18	26	23	36	35	27	23	30	27	24	27	
19	26	19	29	28	23	21	27	40	18	29	
20	25	22	27	25	24	23	29	42	24	27	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 17/01/2020

KM: 62+972

Tramo: YUCAY

Hora: 12:16

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	21	23	18	28	30	29	31	15	36	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	28	23	25	24	26	24	31	29	24	50	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	30	33	27	27	28	27	32	32	30	37	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	30	29	27	20	26	23	26	24	20	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	24	28	26	25	30	27	28	33	20	29	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	29	13	33	29	29	21	28	21	20	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	29	34	21	28	25	26	24	27	29	39	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	28	28	25	26	27	27	20	26	23	33	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	32	29	29	32	26	23	21	26	23	34	Sello <input type="checkbox"/>
10	29	30	30	28	24	22	31	28	22	36	Otro <input type="checkbox"/>
11	28	28	17	32	29	29	27	27	38	25	
12	29	31	30	33	31	26	29	25	26	23	
13	31	26	26	29	30	31	27	32	23	27	
14	31	27	23	34	31	34	28	27	23	27	
15	30	25	31	33	24	32	32	23	12	26	
16	24	27	23	27	25	37	29	29	18	25	
17	26	24	32	29	33	24	27	30	37	29	
18	30	30	28	31	25	24	25	27	28	27	
19	19	31	24	31	21	21	21	26	24	24	
20	30	26	29	22	23	28	18	22	35	23	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 17/01/2020

KM: 63+372

Tramo: YUCAY

Hora: 12:31

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	23	22	30	21	29	20	24	28	25	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	26	27	29	25	34	27	29	29	24	22	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	21	22	23	27	27	21	30	26	36	34	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	24	27	26	20	30	24	26	33	29	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	26	29	23	28	24	27	26	27	27	30	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	21	20	30	25	25	34	22	25	28	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	27	26	29	23	25	20	33	28	24	20	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	22	25	23	23	24	22	18	27	23	31	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	30	26	24	30	29	19	26	29	23	23	Sello <input type="checkbox"/>
10	31	27	24	26	27	24	27	33	30	27	Otro <input type="checkbox"/>
11	25	28	27	21	25	27	37	25	31	29	
12	25	27	16	17	25	24	28	25	32	26	
13	29	22	30	24	26	26	30	27	25	24	
14	34	22	25	17	23	35	33	22	23	24	
15	37	22	21	26	23	25	15	25	28	25	
16	21	21	27	21	25	18	25	25	33	26	
17	34	23	31	26	25	1	23	22	26	20	
18	21	23	29	23	25	30	25	20	10	27	
19	22	21	30	23	39	23	21	21	30	23	
20	21	25	26	22	25	27	27	24	28	27	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 17/01/2020

KM: 63+772

Tramo: YUCAY

Hora: 12:49

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	24	23	28	27	33	26	26	34	30	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	23	27	35	38	25	20	28	24	26	29	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	22	22	27	33	27	23	25	30	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	26	20	27	25	27	33	33	27	20	35	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	24	19	28	23	25	23	32	27	31	30	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	29	35	28	29	18	34	30	28	24	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	27	33	24	32	29	30	28	29	24	26	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	25	17	31	28	27	34	20	19	28	27	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	27	28	24	28	26	35	24	26	38	23	Sello <input type="checkbox"/>
10	27	27	35	20	25	25	20	26	26	25	Otro <input type="checkbox"/>
11	26	30	16	25	26	29	27	24	24	25	
12	30	25	32	23	33	23	26	30	21	35	
13	29	25	26	27	30	20	21	21	24	23	
14	25	28	30	23	30	29	26	24	31	31	
15	27	24	30	20	22	28	25	29	27	21	
16	26	32	24	27	28	24	27	22	24	27	
17	28	27	13	31	26	26	25	34	17	22	
18	29	26	27	28	23	27	29	26	34	39	
19	27	31	31	25	31	28	28	23	30	39	
20	31	22	27	27	29	30	23	25	27	19	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 5

Fecha: 17/01/2020

KM: 64+172

Tramo: YUCAY

Hora: 13:09

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	13	25	25	17	32	34	22	17	35	19	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	33	20	20	25	26	22	31	40	24	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	5	29	29	3	5	26	38	37	27	27	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	45	22	22	29	46	15	19	23	29	23	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	3	25	25	20	28	22	18	45	29	25	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	38	25	25	40	18	27	29	25	10	28	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	31	26	26	25	28	24	41	31	17	20	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	50	8	8	19	11	22	40	22	25	20	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	31	25	25	18	44	20	19	25	22	29	Sello <input type="checkbox"/>
10	11	25	25	28	24	8	31	28	24	38	Otro <input type="checkbox"/>
11	25	18	18	27	17	17	30	30	21	28	
12	30	40	40	40	21	22	35	14	21	27	
13	33	25	25	17	30	11	35	17	24	18	
14	25	7	7	25	31	21	18	28	21	26	
15	5	27	27	29	24	25	28	11	22	27	
16	40	1	1	24	21	25	23	30	35	24	
17	17	35	35	20	27	22	20	4	26	20	
18	19	25	25	20	28	20	13	25	22	26	
19	21	22	22	27	26	31	25	24	27	31	
20	15	20	20	19	22	33	19	21	26	26	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 17/01/2020

KM: 73+850

Tramo: MOCCOPATA

Hora: 08:31

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	27	25	14	26	29	24	27	13	29	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	24	24	31	29	21	30	17	24	28	21	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	30	31	25	43	39	24	23	31	22	25	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	27	25	22	26	26	12	23	12	30	23	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	26	23	27	26	30	30	30	26	23	24	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	22	25	35	33	28	29	30	22	27	22	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	17	29	33	28	23	27	36	29	24	23	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	24	27	29	24	28	34	39	20	23	30	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	20	23	28	30	26	21	30	43	31	25	Sello <input type="checkbox"/>
10	26	20	24	30	31	19	18	32	29	28	Otro <input type="checkbox"/>
11	17	32	26	28	28	25	23	31	24	25	
12	30	23	31	25	24	33	23	31	23	35	
13	22	23	24	30	26	25	23	32	22	28	
14	26	28	29	21	22	22	27	37	25	26	
15	24	29	23	20	24	19	13	20	27	25	
16	33	28	24	21	30	29	25	15	27	26	
17	23	21	17	28	28	18	10	12	26	30	
18	28	30	31	37	24	21	19	34	25	31	
19	26	25	22	37	30	23	20	29	28	25	
20	24	28	25	30	28	22	22	27	34	25	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 17/01/2020

KM: 73+450

Tramo: MOCCOPATA

Hora: 08:46

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	32	26	26	25	26	27	16	24	34	22	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	26	30	25	19	25	22	28	23	28	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	24	27	23	21	20	25	32	35	31	25	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	21	37	21	18	32	21	26	24	26	18	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	24	25	29	23	25	24	23	31	20	27	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	20	25	29	37	24	24	33	32	27	22	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	29	26	28	24	28	28	25	28	30	30	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	28	24	24	39	35	18	24	22	24	20	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	25	27	33	27	23	25	23	24	22	29	Sello <input type="checkbox"/>
10	24	24	19	22	25	33	22	23	26	37	Otro <input type="checkbox"/>
11	31	24	21	27	31	27	33	27	27	24	
12	25	25	26	34	19	23	27	26	26	27	
13	23	24	22	28	22	28	22	25	27	28	
14	28	27	29	25	22	21	33	31	23	26	
15	26	27	27	36	28	23	24	32	32	20	
16	24	24	23	29	25	29	25	23	22	24	
17	23	18	20	27	23	29	35	23	22	21	
18	29	35	30	23	33	19	27	28	24	29	
19	23	22	28	25	47	21	27	28	29	26	
20	38	23	22	28	21	24	29	24	26	28	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 17/01/2020

KM: 73+050

Tramo: MOCCOPATA

Hora: 09:01

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	21	27	21	25	32	26	16	42	22	28	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	26	27	24	32	24	29	15	23	27	13	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	25	32	26	15	22	31	13	26	24	33	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	25	28	12	11	27	28	26	28	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	25	26	31	28	39	20	24	23	24	35	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	24	26	22	24	25	30	32	25	34	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	27	26	18	27	30	21	29	26	27	27	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	23	28	37	29	26	33	25	29	27	27	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	28	28	19	23	21	33	20	1	26	26	Sello <input type="checkbox"/>
10	35	30	23	31	22	39	23	28	29	31	Otro <input type="checkbox"/>
11	23	26	26	13	30	34	24	22	13	26	
12	23	24	25	26	21	26	26	22	21	29	
13	26	30	23	26	25	25	20	29	22	14	
14	27	28	25	25	22	26	7	22	26	27	
15	27	26	26	24	29	22	25	20	24	22	
16	22	27	27	26	23	16	11	28	22	25	
17	25	26	24	27	25	40	45	24	27	15	
18	24	29	20	35	29	30	26	22	23	24	
19	20	28	26	35	30	24	10	23	27	28	
20	29	27	21	27	22	42	35	27	37	30	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 17/01/2020

KM: 72+650

Tramo: MOCCOPATA

Hora: 09:16

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	27	22	21	28	25	26	30	17	28	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	24	25	13	24	38	15	25	29	26	31	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	25	24	24	27	30	28	27	41	23	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	29	29	30	24	36	28	25	25	24	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	15	34	29	22	23	29	27	27	27	26	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	27	34	29	24	26	9	24	31	26	24	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	27	30	27	21	28	34	25	26	25	23	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	27	27	27	23	20	21	27	25	24	30	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	23	29	19	24	22	24	27	25	24	25	Sello <input type="checkbox"/>
10	22	33	23	19	23	24	26	26	24	23	Otro <input type="checkbox"/>
11	16	33	15	30	22	22	26	25	27	21	
12	26	22	24	23	24	20	26	25	32	25	
13	27	44	22	24	22	29	29	26	31	29	
14	25	27	25	25	22	24	25	31	34	26	
15	30	20	33	22	26	21	29	25	39	28	
16	30	24	20	24	27	29	29	26	24	28	
17	24	27	24	24	20	27	25	21	11	20	
18	23	31	22	24	24	30	29	22	16	18	
19	21	24	32	26	26	23	26	25	27	22	
20	21	22	23	25	32	19	27	28	21	27	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 5

Fecha: 17/01/2020

KM: 72+250

Tramo: MOCCOPATA

Hora: 09:33

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	29	30	22	21	22	23	22	38	22	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	20	20	26	26	29	37	27	20	24	22	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	26	25	22	28	18	23	24	23	25	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	27	23	27	27	17	25	24	23	22	29	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	25	24	18	20	25	26	26	24	27	25	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	24	26	26	28	23	26	18	29	17	29	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	33	26	21	23	27	23	29	23	24	26	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	27	29	22	23	23	23	29	25	25	27	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	28	30	23	27	25	24	26	24	28	20	Sello <input type="checkbox"/>
10	23	28	30	24	19	23	24	21	28	31	Otro <input type="checkbox"/>
11	31	27	25	24	25	23	22	40	30	30	
12	29	23	18	24	23	25	29	24	26	28	
13	28	25	49	20	23	29	19	24	17	12	
14	26	25	21	21	29	24	23	20	32	26	
15	27	32	32	25	23	22	27	25	26	26	
16	24	26	27	25	28	30	27	28	20	23	
17	22	23	21	20	31	28	28	32	21	25	
18	25	22	28	29	27	22	21	23	33	21	
19	26	26	26	41	27	28	22	26	34	24	
20	32	26	25	24	25	24	20	27	34	26	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 17/01/2020

Tramo: MOCCOPATA

Carril: DERECHA

Ensayo N°: 1

KM: 72+850

Hora: 09:50

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	25	26	27	27	30	23	27	24	26	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	27	19	23	25	22	29	25	26	27	30	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	24	24	25	25	24	26	24	25	26	27	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	25	26	27	23	26	32	21	23	27	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	23	29	24	29	21	28	23	32	24	23	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	23	23	28	25	25	25	25	24	26	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	27	24	35	31	28	28	27	26	26	25	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	20	32	23	32	26	26	25	25	29	23	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	26	24	24	37	36	19	27	26	28	23	Sello <input type="checkbox"/>
10	29	22	22	25	32	26	23	25	29	24	Otro <input type="checkbox"/>
11	25	22	26	26	22	29	24	25	28	25	
12	23	25	22	22	36	22	24	28	26	27	
13	27	25	22	30	42	29	28	26	26	29	
14	26	26	26	26	19	19	25	27	23	24	
15	25	28	27	27	25	24	24	27	26	27	
16	23	22	22	20	29	28	25	25	25	27	
17	27	29	29	22	22	28	27	26	28	27	
18	24	25	23	24	26	21	25	27	25	26	
19	33	21	23	30	20	25	25	24	27	29	
20	23	21	23	25	25	27	27	25	23	25	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 17/01/2020

Tramo: MOCCOPATA

Carril: DERECHA

Ensayo N°: 2

KM: 72+250

Hora: 10:10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	23	30	23	22	21	25	25	30	18	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	26	21	26	24	32	22	23	28	27	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	25	21	27	23	28	25	26	27	26	23	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	22	25	27	25	35	24	25	24	25	20	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	25	21	24	27	31	17	24	40	27	28	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	27	26	28	25	27	16	24	25	37	26	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	30	28	25	26	28	23	23	31	26	21	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	25	11	24	25	28	27	30	23	12	23	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	23	28	29	26	25	26	27	31	34	25	Sello <input type="checkbox"/>
10	27	27	29	23	28	25	23	26	45	27	Otro <input type="checkbox"/>
11	27	36	24	28	31	26	27	26	24	25	
12	25	23	24	27	22	25	29	23	24	24	
13	30	21	26	28	50	26	26	24	22	24	
14	27	25	28	23	20	28	23	22	24	26	
15	24	21	27	29	19	28	23	17	25	45	
16	23	25	28	23	31	29	23	29	26	45	
17	32	30	24	25	26	26	25	32	24	45	
18	33	20	27	24	21	23	34	32	29	26	
19	27	22	28	23	27	24	27	32	24	23	
20	25	28	27	22	28	27	23	37	22	25	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 17/01/2020

Tramo: MOCCOPATA

Carril: DERECHA

Ensayo N°: 3

KM: 72+650

Hora: 10:24

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	50	23	23	31	32	23	33	21	32	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	24	16	25	29	28	25	22	24	27	27	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	29	22	29	24	24	15	23	22	25	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	23	26	27	26	26	26	34	16	29	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	23	26	28	31	24	25	29	28	21	27	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	28	27	22	31	25	29	23	32	24	23	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	25	28	27	22	26	29	21	24	27	21	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	25	23	23	27	21	28	26	26	24	21	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	22	22	24	24	28	7	27	20	29	29	Sello <input type="checkbox"/>
10	23	28	25	25	25	24	23	23	25	28	Otro <input type="checkbox"/>
11	26	26	23	25	30	23	25	30	18	23	
12	31	28	26	26	26	17	27	25	30	27	
13	28	23	26	21	29	9	25	30	15	24	
14	32	27	29	28	27	14	24	27	31	29	
15	25	26	18	25	10	25	24	24	33	20	
16	22	27	25	28	33	28	28	26	21	33	
17	23	24	22	27	19	23	34	26	22	28	
18	24	26	26	27	29	27	20	31	26	31	
19	15	24	24	26	29	28	26	33	26	16	
20	22	31	22	23	18	23	20	20	28	20	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 17/01/2020

KM: 73+050

Tramo: MOCCOPATA

Hora: 10:38

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	28	29	20	17	17	28	30	28	28	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	25	24	26	7	32	23	28	26	28	25	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	27	26	40	37	30	26	23	19	23	19	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	26	23	27	36	37	30	28	29	23	23	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	28	24	20	25	50	37	25	19	27	23	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	22	23	25	33	1	24	21	28	20	23	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	27	23	31	18	1	27	20	28	22	27	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	28	16	29	28	20	23	30	22	23	20	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
9	30	25	22	31	26	24	37	27	22	24	Sello <input type="checkbox"/>
10	27	24	31	13	42	34	32	28	28	31	Otro <input type="checkbox"/>
11	25	21	26	31	14	26	26	24	23	32	
12	30	26	23	29	26	29	28	29	33	34	
13	36	16	24	25	39	24	22	24	21	25	
14	26	23	36	30	42	25	26	18	36	24	
15	22	27	36	29	23	23	28	28	31	21	
16	21	27	24	26	21	25	28	18	24	11	
17	26	24	24	21	26	24	34	26	25	19	
18	20	27	23	23	25	23	19	20	20	24	
19	30	28	20	24	25	25	19	23	22	19	
20	25	23	18	24	22	25	24	21	21	28	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 5

Fecha: 17/01/2020

KM: 73+450

Tramo: MOCCOPATA

Hora: 10:57

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	31	23	36	27	25	21	26	25	30	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	21	30	23	20	24	24	28	29	23	21	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	29	25	28	24	21	23	22	17	24	25	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	31	24	24	23	38	23	21	27	24	26	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	28	21	26	30	18	26	23	28	27	26	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	21	25	17	25	33	28	18	21	28	19	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	24	28	28	30	30	25	20	24	26	32	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	30	25	26	25	16	28	29	26	24	27	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	32	28	25	29	22	29	32	23	25	31	Sello <input type="checkbox"/>
10	27	31	24	26	24	30	31	24	26	25	Otro <input type="checkbox"/>
11	30	29	25	25	32	25	28	26	34	32	
12	22	29	26	26	30	19	50	24	21	20	
13	50	26	27	27	35	23	20	27	31	24	
14	31	27	31	24	19	25	50	29	25	24	
15	29	22	22	34	19	26	15	31	29	26	
16	26	27	24	29	43	27	34	25	34	27	
17	39	29	24	31	28	32	32	26	33	18	
18	26	25	22	28	37	27	22	27	37	27	
19	23	19	27	20	28	26	26	27	29	27	
20	22	22	27	23	34	33	20	20	25	38	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 13/01/2020

KM: 79+000

Tramo: YANAHUARA

Hora: 14:53

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	30	27	24	35	27	29	23	25	28	22	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	24	22	25	10	26	28	2	22	23	21	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	29	30	26	27	23	24	26	35	29	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	22	22	27	24	26	20	23	29	22	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	23	24	30	23	25	26	23	26	27	21	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	25	28	25	31	24	24	25	27	25	22	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	26	26	24	32	27	31	22	20	26	30	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	30	30	28	23	22	25	2	28	27	20	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	27	21	25	22	27	36	26	23	25	24	Sello <input type="checkbox"/>
10	21	27	24	27	26	26	26	27	23	23	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	24	26	29	24	26	25	23	26	26	
12	22	25	24	24	28	27	29	21	27	25	
13	27	27	19	27	26	27	25	24	26	22	
14	27	28	29	24	26	22	29	26	23	25	
15	31	28	32	26	27	26	24	26	26	24	
16	24	26	26	28	21	24	37	31	26	26	
17	27	23	29	24	22	23	26	23	23	26	
18	28	22	27	29	26	27	21	27	24	27	
19	24	26	27	24	26	27	28	27	24	21	
20	23	28	20	35	26	28	26	26	24	27	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 13/01/2020

KM: 78+600

Tramo: YANAHUARA

Hora: 15:12

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	27	32	24	26	26	28	24	18	19	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	27	26	29	24	28	2	18	24	26	32	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	21	26	24	22	25	25	34	26	21	21	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	25	24	25	21	27	26	16	27	21	22	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	26	24	26	28	23	27	26	26	32	29	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	22	27	23	25	26	26	22	22	20	24	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	29	20	28	22	25	28	29	2	25	25	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	24	23	26	18	26	23	33	28	25	34	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	21	25	23	33	24	25	22	23	21	27	Sello <input type="checkbox"/>
10	26	24	27	18	25	25	22	32	29	24	Otro <input type="checkbox"/>
11	28	25	25	34	26	23	31	21	24	28	
12	26	24	17	26	25	17	27	24	28	24	
13	26	26	2	24	25	26	27	19	28	28	
14	20	28	26	23	28	24	22	20	46	26	
15	26	27	24	26	26	21	26	25	24	29	
16	26	29	25	20	25	25	28	22	26	22	
17	26	25	30	27	19	26	23	31	22	25	
18	29	26	20	21	27	25	28	35	23	26	
19	27	23	27	21	22	24	27	14	24	25	
20	25	27	28	29	26	23	29	38	24	27	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 13/01/2020

KM: 78+200

Tramo: YANAHUARA

Hora: 15:39

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	32	22	25	21	31	27	31	30	26	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	27	22	33	21	22	33	28	24	23	23	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	23	23	27	25	25	24	31	27	23	27	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	21	25	23	29	23	26	27	26	26	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	27	34	30	2	24	32	26	27	22	31	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	20	33	25	25	25	24	23	29	28	28	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	17	25	27	22	29	26	21	26	22	20	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	18	22	24	23	24	19	23	27	32	23	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	26	21	26	20	23	25	33	26	23	27	Sello <input type="checkbox"/>
10	25	21	31	28	25	26	27	26	23	24	Otro <input type="checkbox"/>
11	25	28	24	23	21	24	26	29	19	28	
12	31	30	23	13	25	19	18	27	24	23	
13	28	25	23	24	27	28	22	24	24	27	
14	29	25	28	24	28	27	25	24	24	27	
15	21	23	31	20	26	21	26	26	29	30	
16	27	24	24	17	27	30	23	19	23	25	
17	23	25	27	21	26	33	25	24	23	27	
18	22	22	22	25	26	25	27	27	18	24	
19	21	24	24	27	26	27	23	26	18	25	
20	29	27	25	26	20	21	24	29	25	24	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 13/01/2020

KM: 77+800

Tramo: YANAHUARA

Hora: 16:06

Carril: IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	19	20	30	25	30	32	26	26	21	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	24	35	26	24	23	32	25	25	24	33	
3	24	25	21	30	29	20	24	20	25	26	Afirmado <input type="checkbox"/>
4	24	10	25	26	25	30	30	12	28	28	
5	30	20	28	28	32	27	31	27	25	21	Base Granular <input type="checkbox"/>
6	26	34	24	22	25	25	30	23	13	16	
7	28	20	31	24	30	28	30	22	20	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
8	25	23	25	14	22	28	19	29	29	19	
9	32	30	25	25	25	19	14	28	22	36	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
10	21	29	22	26	16	22	12	23	37	22	
11	27	28	24	27	26	26	17	18	19	33	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
12	24	25	33	20	22	33	25	26	19	24	
13	26	29	33	25	31	31	28	32	23	27	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
14	28	29	33	32	15	23	27	31	30	19	
15	43	27	40	27	27	21	21	27	27	26	Recapeo asfaltico <input type="checkbox"/>
16	17	23	22	12	26	17	26	24	23	31	
17	18	24	30	24	5	17	16	24	22	27	Sello <input type="checkbox"/>
18	15	21	22	20	9	18	15	22	29	34	
19	23	19	20	29	19	23	19	16	22	23	Otro <input type="checkbox"/>
20	26	29	30	29	17	29	18	25	24	25	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 13/01/2020

Tramo: YANAHUARA

Carril: IZQUIERDO

Ensayo N°: 5

KM: 77+400

Hora: 16:34

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	17	30	31	26	24	25	20	24	50	23	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	21	20	23	27	25	26	21	21	31	39	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	29	25	32	22	24	26	20	23	41	20	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	19	23	22	26	29	27	19	27	42	21	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	17	25	24	27	26	23	25	24	26	23	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	30	24	24	25	26	32	2	31	20	21	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	32	28	19	26	23	24	31	31	28	18	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	25	30	25	22	31	26	23	20	23	45	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	29	22	18	21	23	25	28	27	27	26	Sello <input type="checkbox"/>
10	19	23	27	24	17	28	32	22	26	27	Otro <input type="checkbox"/>
11	29	24	17	23	26	19	36	22	30	23	
12	23	25	19	26	25	23	11	27	23	25	
13	23	24	24	21	23	26	23	22	17	22	
14	16	19	26	26	24	22	27	22	23	25	
15	18	22	24	28	19	23	37	25	25	25	
16	29	23	25	19	23	23	22	24	30	21	
17	24	24	22	23	26	24	27	24	25	24	
18	27	26	25	23	24	26	23	48	25	27	
19	22	29	25	23	25	35	20	21	22	24	
20	25	20	25	24	24	24	19	22	21	27	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 1

Fecha: 13/01/2020

KM: 77+000

Tramo: YANAHUARA

Hora: 17:00

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	18	24	27	20	18	30	28	26	26	38	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	22	28	24	25	32	26	23	19	29	32	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	25	31	50	25	25	28	30	32	22	30	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	26	41	21	23	22	39	19	29	50	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	26	26	22	25	23	15	12	24	18	25	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	26	28	31	22	26	28	10	37	30	25	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	26	31	23	25	24	18	5	31	23	24	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	29	21	26	23	25	13	31	19	39	24	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	27	25	26	14	28	24	25	19	26	25	Sello <input type="checkbox"/>
10	24	31	16	26	22	21	20	22	34	22	Otro <input type="checkbox"/>
11	24	16	38	45	21	21	29	25	33	26	
12	25	24	40	28	21	23	230	27	28	28	
13	22	26	40	13	30	45	26	19	19	19	
14	39	7	36	28	27	17	23	24	24	27	
15	31	24	32	30	22	21	25	23	20	40	
16	28	24	27	21	29	28	36	27	30	25	
17	40	34	50	19	22	18	17	42	19	31	
18	24	41	23	26	25	22	34	40	19	18	
19	25	41	19	21	23	30	25	19	35	23	
20	24	10	39	14	26	24	23	30	20	13	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 2

Fecha: 13/01/2020

KM: 77+400

Tramo: YANAHUARA

Hora: 17:27

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	20	26	5	24	23	22	38	11	23	17	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	25	22	25	31	25	28	24	25	21	25	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	28	17	26	27	25	30	29	9	35	23	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	23	17	13	25	33	27	23	23	22	19	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	30	30	28	24	33	13	1	38	25	18	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	23	29	28	24	34	26	5	7	26	44	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	18	29	26	25	34	29	23	1	4	47	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	13	12	20	23	25	20	33	4	22	22	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	18	32	29	23	19	17	23	35	22	24	Sello <input type="checkbox"/>
10	38	44	21	29	20	40	31	35	21	17	Otro <input type="checkbox"/>
11	28	22	21	28	25	17	20	31	26	21	
12	34	27	18	8	27	40	48	31	24	28	
13	29	12	26	29	2	26	26	36	24	20	
14	24	14	32	28	19	17	21	36	20	20	
15	24	31	28	34	30	29	22	20	26	21	
16	41	17	31	19	24	34	21	29	20	27	
17	24	28	18	26	23	10	19	30	23	31	
18	23	28	35	20	13	24	33	27	30	21	
19	21	24	24	21	19	28	26	23	22	27	
20	12	18	23	26	27	34	19	22	16	20	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 3

Fecha: 13/01/2020

KM: 77+800

Tramo: YANAHUARA

Hora: 17:48

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	20	18	31	30	22	13	14	21	25	26	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	17	24	22	25	24	28	31	28	26	23	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	17	24	25	18	15	33	22	21	27	32	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	28	32	26	19	49	19	23	28	28	24	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	21	29	28	24	18	21	24	24	25	33	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	34	18	18	25	20	20	36	26	26	31	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	19	15	24	26	22	32	22	21	28	26	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	31	26	19	28	24	25	26	20	20	25	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	12	27	35	24	25	19	28	36	21	22	Sello <input type="checkbox"/>
10	11	28	32	22	26	24	32	25	21	19	Otro <input type="checkbox"/>
11	21	27	28	17	2	19	19	21	22	23	
12	28	22	30	30	21	22	16	28	31	32	
13	20	24	13	26	24	26	17	27	27	23	
14	27	22	25	25	24	23	24	17	28	28	
15	20	25	20	20	36	24	23	23	20	19	
16	20	50	27	29	28	20	23	25	26	15	
17	24	9	20	26	27	18	46	25	22	27	
18	25	16	19	24	34	21	22	23	20	29	
19	25	22	25	24	20	19	22	24	22	20	
20	32	22	25	23	12	20	23	21	27	25	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluated por: Ed Gutierrez Carlotto

Ensayo N°: 4

Fecha: 13/01/2020

KM: 78+200

Tramo: YANAHUARA

Hora: 18:12

Carril: DERECHA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	16	25	29	24	26	21	27	21	19	34	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	32	25	22	24	22	26	28	20	28	25	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	34	25	21	27	20	23	23	28	23	24	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	37	30	26	28	23	36	27	24	21	25	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	18	26	27	32	33	22	27	23	28	24	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	21	29	33	29	16	30	32	24	20	26	Carpeta en frio <input type="checkbox"/>
7	23	27	23	21	24	26	19	21	19	22	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	25	27	20	25	22	27	29	19	31	16	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	22	27	20	22	22	21	32	27	19	28	Sello <input type="checkbox"/>
10	20	27	31	16	23	26	31	21	32	26	Otro <input type="checkbox"/>
11	33	43	25	27	38	16	24	32	26	25	
12	31	25	20	26	24	15	22	22	22	36	
13	25	28	23	22	24	25	24	24	30	24	
14	25	26	26	33	30	21	34	22	28	20	
15	22	24	29	22	22	16	25	26	22	18	
16	28	24	32	26	23	24	25	26	30	22	
17	32	30	30	28	27	18	28	29	32	23	
18	17	32	20	30	24	20	33	24	23	35	
19	22	22	17	29	31	24	24	28	26	23	
20	36	26	25	15	23	30	38	38	25	31	

Observaciones:



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo

Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto

Fecha: 13/01/2020

Tramo: YANAHUARA

Carril: DERECHA

Ensayo N°: 5

KM: 78+600

Hora: 18:37

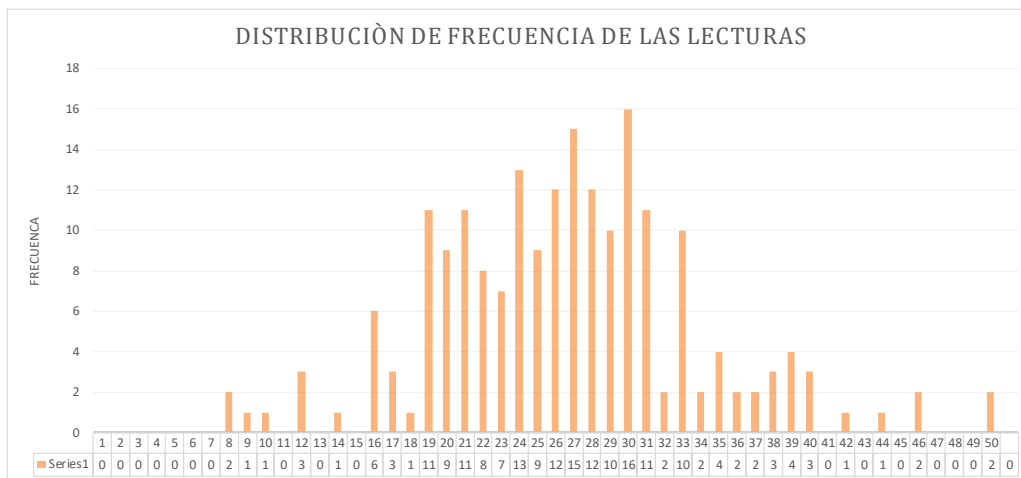
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	21	43	50	36	25	16	27	32	23	24	Tipo de pavimento: <input type="checkbox"/>
2	20	22	22	16	40	24	33	19	27	24	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	24	22	27	28	18	23	22	31	17	23	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	25	27	27	26	24	25	22	20	18	28	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	25	31	23	42	21	16	23	22	24	22	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	20	19	25	23	25	27	16	26	25	34	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
7	22	27	37	22	22	19	19	15	28	29	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
8	28	23	24	25	18	25	24	24	26	22	Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/>
9	36	26	38	25	24	22	32	20	19	22	Sello <input type="checkbox"/>
10	21	27	22	26	30	26	26	21	19	20	Otro <input type="checkbox"/>
11	18	31	25	19	17	24	26	24	24	26	
12	30	25	21	31	43	23	17	26	24	28	
13	29	27	25	23	16	14	26	22	21	15	
14	17	24	32	18	25	21	24	20	22	30	
15	37	21	24	26	29	19	27	21	21	28	
16	30	20	27	25	29	29	21	24	28	23	
17	25	19	22	22	25	21	25	24	22	30	
18	23	22	35	26	19	23	30	28	26	24	
19	23	29	22	32	23	22	22	23	22	24	
20	21	30	22	18	25	29	21	18	29	19	

Observaciones:



ANEXOS A: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DEL IRI
IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 32+760

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	2
9	1
10	1
11	0
12	3
13	0
14	1
15	0
16	6
17	3
18	1
19	11
20	9
21	11
22	8
23	7
24	13
25	9
26	12
27	15
28	12
29	10
30	16
31	11
32	2
33	10
34	2
35	4
36	2
37	2
38	3
39	4
40	3
41	0
42	1
43	0
44	1
45	0
46	2
47	0
48	0
49	0
50	2



Ancho del histograma = 23.42

Extremo inicial = 0.67

Extremo final = 0.75

Rango D = 117.08 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 6.11

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 110.24

IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

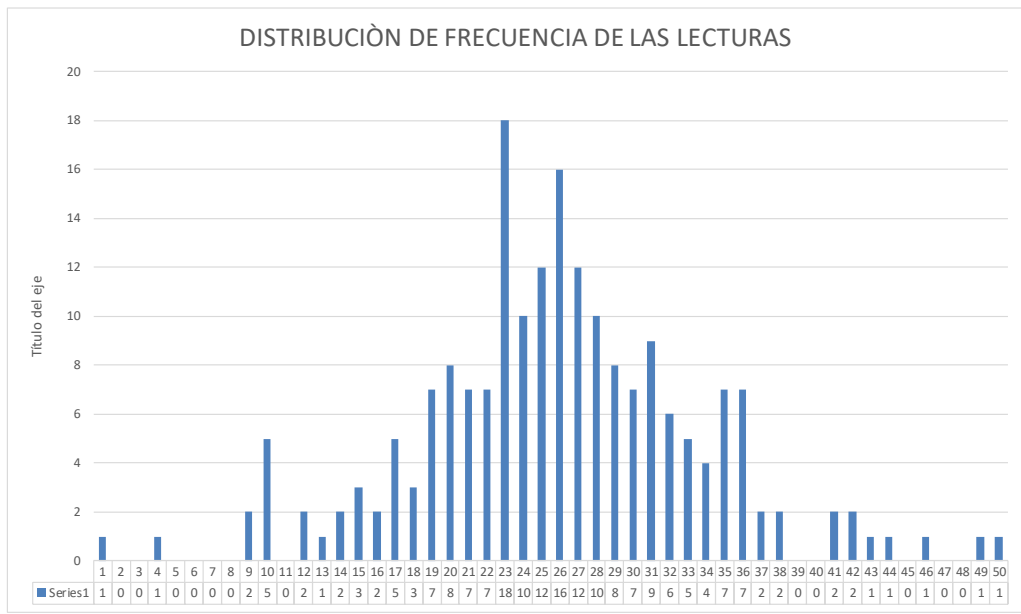
IRI = 5.785

FRECUENCIA



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 32+360

1	1
2	0
3	0
4	1
5	0
6	0
7	0
8	0
9	2
10	5
11	0
12	2
13	1
14	2
15	3
16	2
17	5
18	3
19	7
20	8
21	7
22	7
23	18
24	10
25	12
26	16
27	12
28	10
29	8
30	7
31	9
32	6
33	5
34	4
35	7
36	7
37	2
38	2
39	0
40	0
41	2
42	2
43	1
44	1
45	0
46	1
47	0
48	0
49	1
50	1



Ancho del histograma = 26.00
 Extremo inicial = 0.50
 Extremo final = 0.50

Rango D = 130.00 mm

IRI para el carril izquierdo
 $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
IRI = 6.72

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 122.4

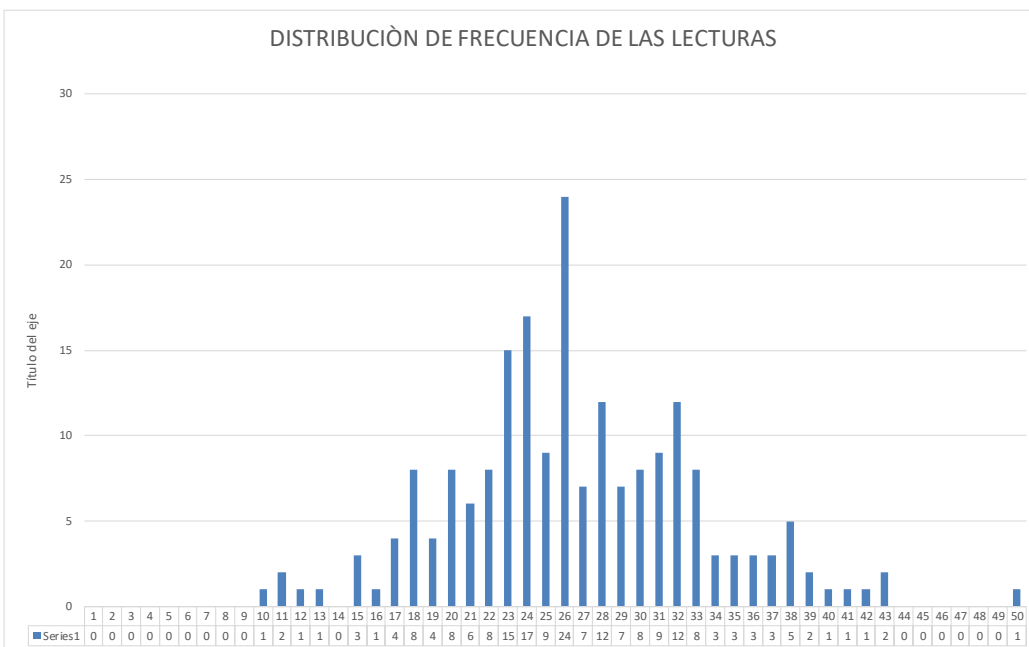
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO
IRI = 6.358

FRECUENCIA



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 31+960

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	1
11	2
12	1
13	1
14	0
15	3
16	1
17	4
18	8
19	4
20	8
21	6
22	8
23	15
24	17
25	9
26	24
27	7
28	12
29	7
30	8
31	9
32	12
33	8
34	3
35	3
36	3
37	3
38	5
39	2
40	1
41	1
42	1
43	2
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	1



Ancho del histograma = 21.35
 Extremo inicial = 0.75
 Extremo final = 0.60

Rango D = 106.75 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 5.62

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPEJOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 100.5092

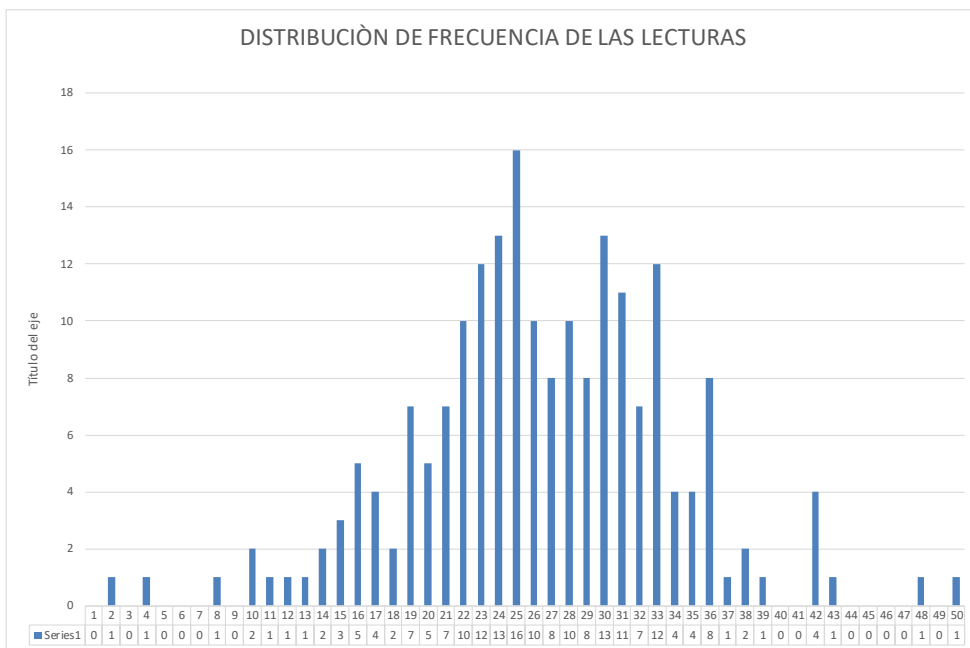
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

IRI = 5.327



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 31+560

1	0
2	1
3	0
4	1
5	0
6	0
7	0
8	1
9	0
10	2
11	1
12	1
13	1
14	2
15	3
16	5
17	4
18	2
19	7
20	5
21	7
22	10
23	12
24	13
25	16
26	10
27	8
28	10
29	8
30	13
31	11
32	7
33	12
34	4
35	4
36	8
37	1
38	2
39	1
40	0
41	0
42	4
43	1
44	0
45	0
46	0
47	0
48	1
49	0
50	1



Ancho del histograma = 21.00
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.00

Rango D = 105.00 mm

IRI para el carril izquierdo

IRI=0.593+0.0471*D

IRI = 5.54

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.9415

D CORREGIDO = 98.8615

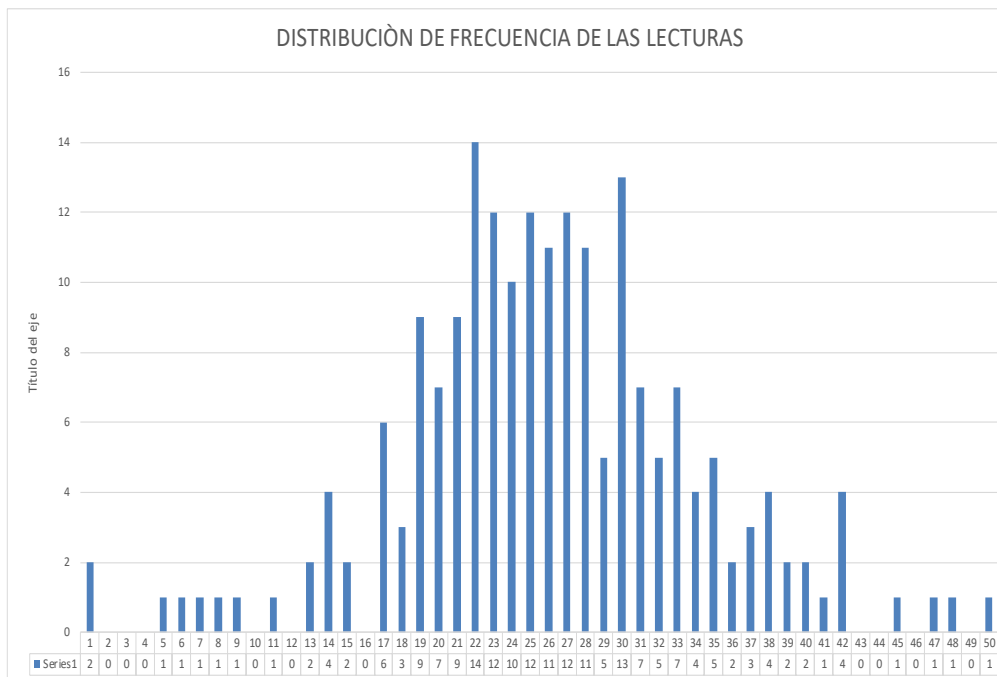
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

IRI = 5.2494



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 31+160

1	2
2	0
3	0
4	0
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	0
11	1
12	0
13	2
14	4
15	2
16	0
17	6
18	3
19	9
20	7
21	9
22	14
23	12
24	10
25	12
26	11
27	12
28	11
29	5
30	13
31	7
32	5
33	7
34	4
35	5
36	2
37	3
38	4
39	2
40	2
41	1
42	4
43	0
44	0
45	1
46	0
47	1
48	1
49	0
50	1



Ancho del histograma = 25.50
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.50

Rango D = 127.50 mm

IRI para el carril izquierdo

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

IRI = 6.60

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.94154

D CORREGIDO = 120.046

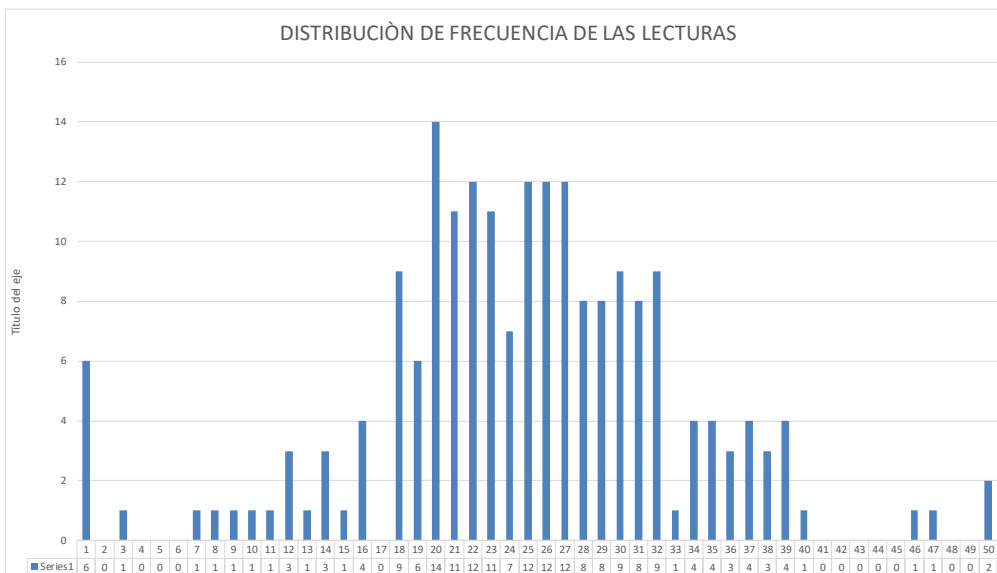
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

IRI = 6.24717



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN DERECHA KM 30+760

1	6
2	0
3	1
4	0
5	0
6	0
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	3
13	1
14	3
15	1
16	4
17	0
18	9
19	6
20	14
21	11
22	12
23	11
24	7
25	12
26	12
27	12
28	8
29	8
30	9
31	8
32	9
33	1
34	4
35	4
36	3
37	4
38	3
39	4
40	1
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	1
47	1
48	0
49	0
50	2



Ancho del histograma = 27.67
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.67

Rango D = 138.33 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 7.11

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.9415

D CORREGIDO = 130.246

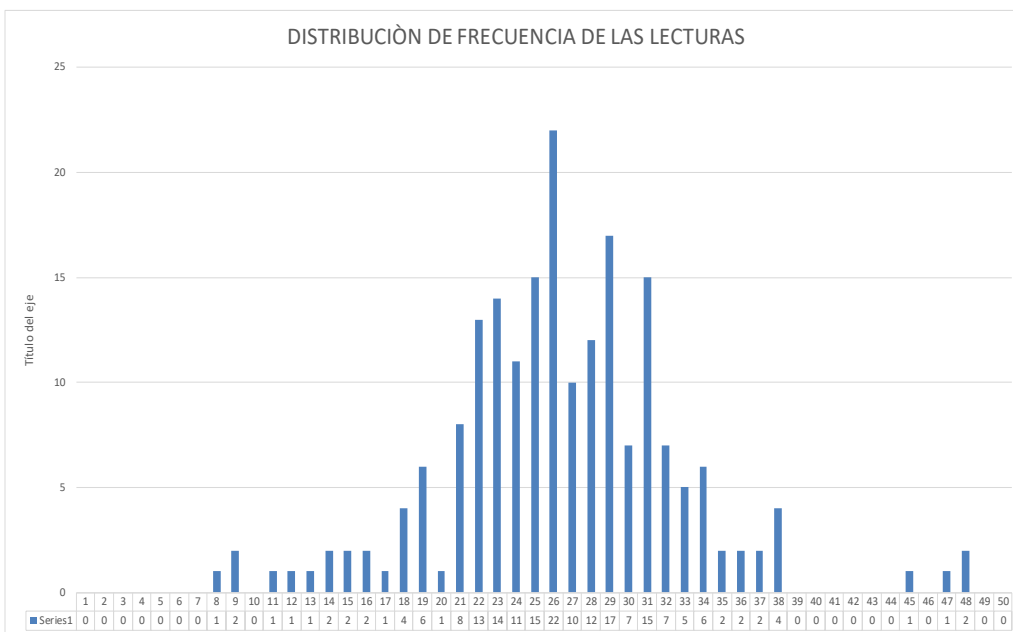
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 6.7276



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN DERECHA KM 31+160

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	1
9	2
10	0
11	1
12	1
13	1
14	2
15	2
16	2
17	1
18	4
19	6
20	1
21	8
22	13
23	14
24	11
25	15
26	22
27	10
28	12
29	17
30	7
31	15
32	7
33	5
34	6
35	2
36	2
37	2
38	4
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	1
46	0
47	1
48	2
49	0
50	0



Ancho del histograma = 21.00
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.00

Rango D = 105.00 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 5.54

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.9415

D CORREGIDO = 98.8615

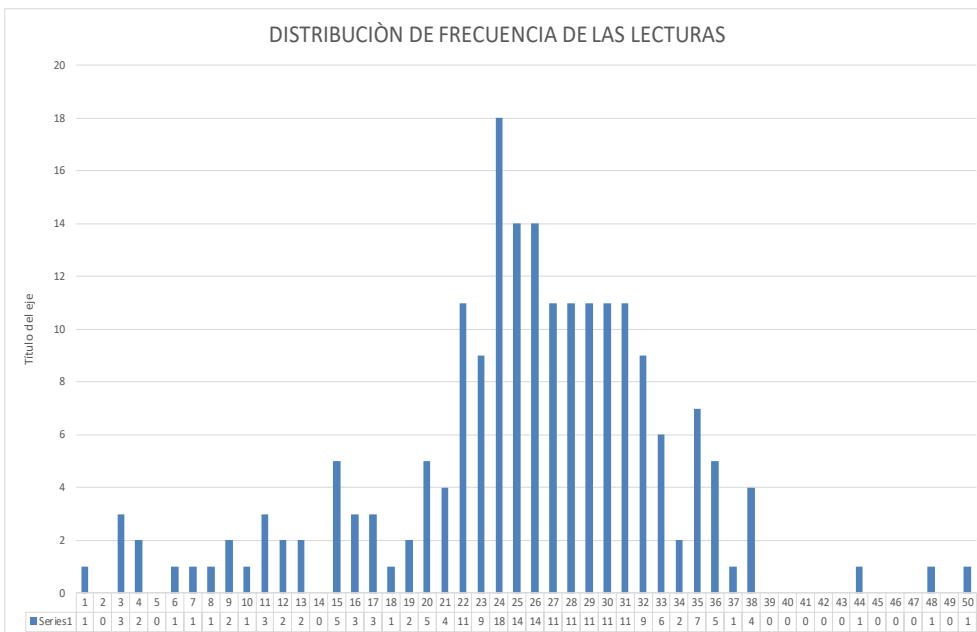
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 5.2494



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN DERECHA KM 31+560

1	1
2	0
3	3
4	2
5	0
6	1
7	1
8	1
9	2
10	1
11	3
12	2
13	2
14	0
15	5
16	3
17	3
18	1
19	2
20	5
21	4
22	11
23	9
24	18
25	14
26	14
27	11
28	11
29	11
30	11
31	11
32	9
33	6
34	2
35	7
36	5
37	1
38	4
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	1
45	0
46	0
47	0
48	1
49	0
50	1



Ancho del histograma = 25.10
 Extremo inicial = 0.50
 Extremo final = 0.60

Rango D = 125.50 mm

IRI para el carril izquierdo

IRI = 0.593 + 0.0471 * D

IRI = 6.50

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.9415

D CORREGIDO = 118.163

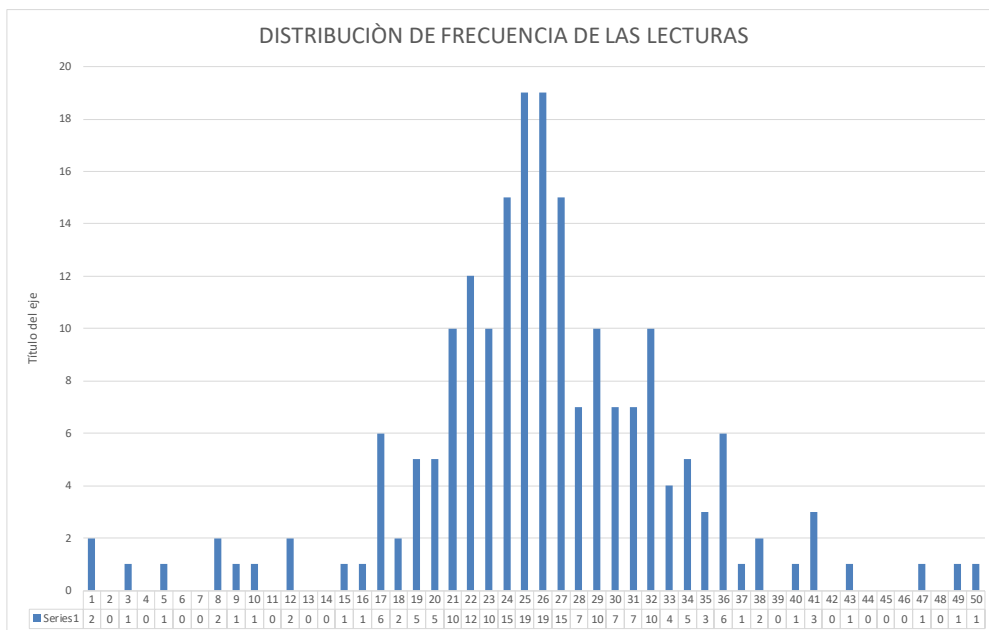
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 6.1585



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN DERECHA KM 31+960

1	2
2	0
3	1
4	0
5	1
6	0
7	0
8	2
9	1
10	1
11	0
12	2
13	0
14	0
15	1
16	1
17	6
18	2
19	5
20	5
21	10
22	12
23	10
24	15
25	19
26	19
27	15
28	7
29	10
30	7
31	7
32	10
33	4
34	5
35	3
36	6
37	1
38	2
39	0
40	1
41	3
42	0
43	1
44	0
45	0
46	0
47	1
48	0
49	1
50	1



Ancho del histograma = 23.00
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.00

Rango D = 115.00 mm
 IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
 IRI = 6.01

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.9415

D CORREGIDO = 108.277

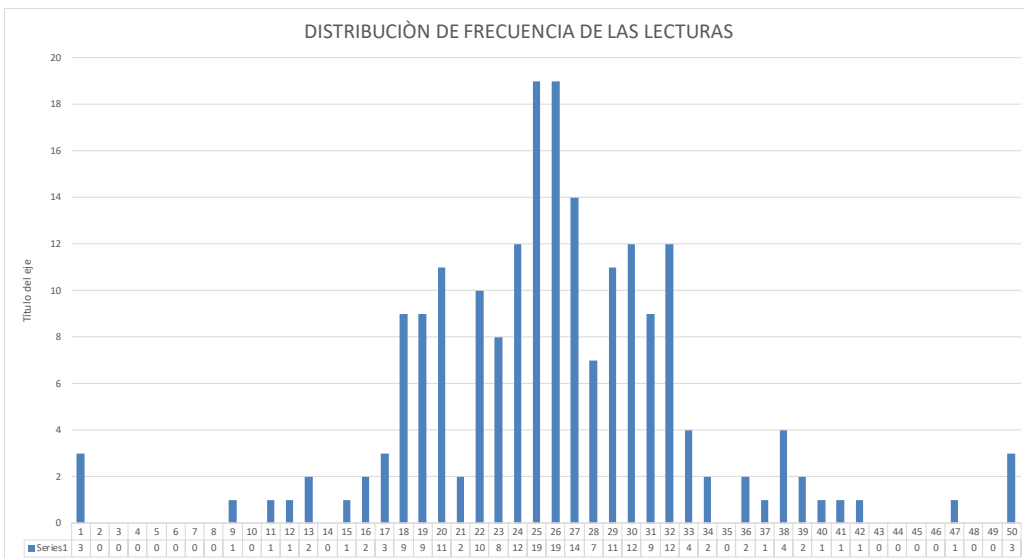
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 5.6928



IRI TRAMO PISAC DIRECCIÓN DERECHA KM 32+360

1	3
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	1
10	0
11	1
12	1
13	2
14	0
15	1
16	2
17	3
18	9
19	9
20	11
21	2
22	10
23	8
24	12
25	19
26	19
27	14
28	7
29	11
30	12
31	9
32	12
33	4
34	2
35	0
36	2
37	1
38	4
39	2
40	1
41	1
42	1
43	0
44	0
45	0
46	0
47	1
48	0
49	0
50	3



Ancho del histograma = 21.25
 Extremo inicial = 0.50
 Extremo final = 0.75

Rango D = 106.25 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 5.60

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.9415

D CORREGIDO = 100.038

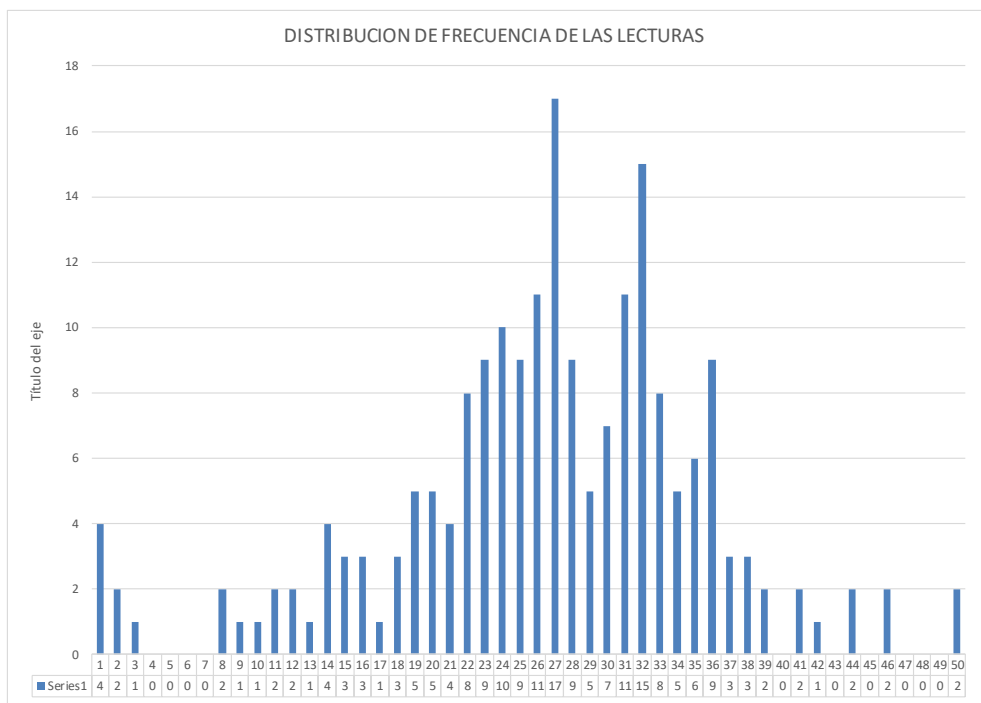
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 5.305



IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 41+766

1 4
 2 2
 3 1
 4 0
 5 0
 6 0
 7 0
 8 2
 9 1
 10 1
 11 2
 12 2
 13 1
 14 4
 15 3
 16 3
 17 1
 18 3
 19 5
 20 5
 21 4
 22 8
 23 9
 24 10
 25 9
 26 11
 27 17
 28 9
 29 5
 30 7
 31 11
 32 15
 33 8
 34 5
 35 6
 36 9
 37 3
 38 3
 39 2
 40 0
 41 2
 42 1
 43 0
 44 2
 45 0
 46 2
 47 0
 48 0
 49 0
 50 2



Ancho del histograma = 28.50
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.50

Rango D = 142.50 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 7.30

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 134.17

IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

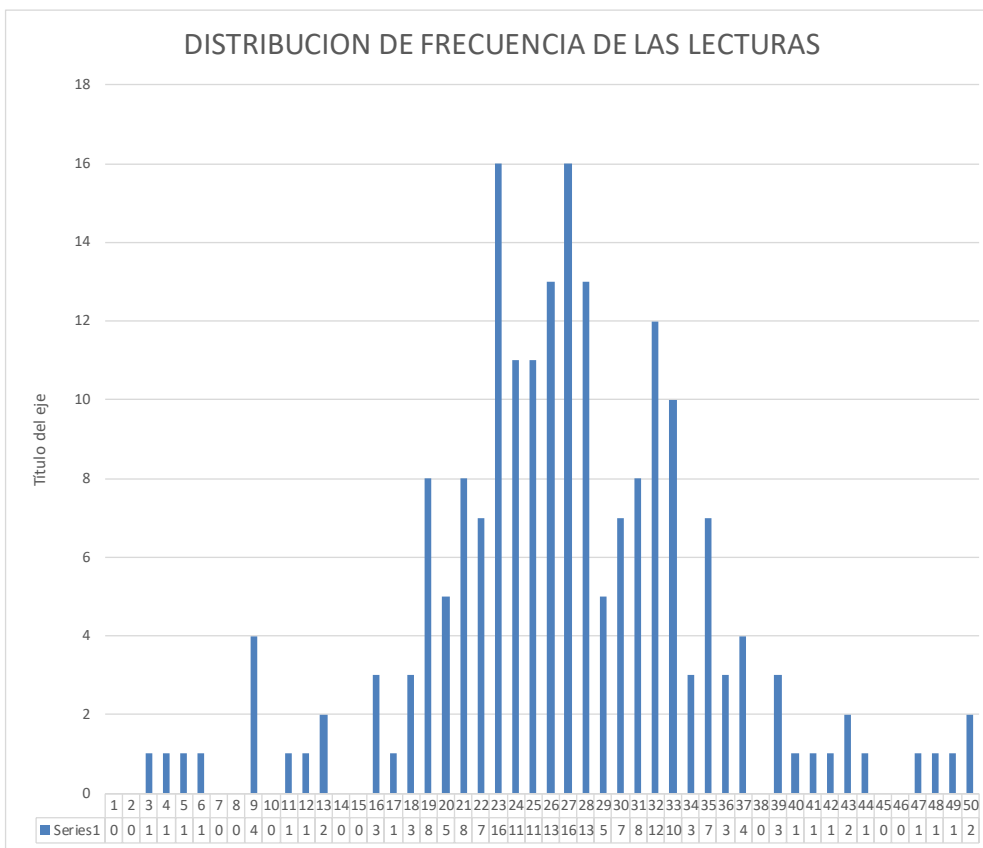
IRI = 6.91

FRECUENCIA



IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 41+366

1	0
2	0
3	1
4	1
5	1
6	1
7	0
8	0
9	4
10	0
11	1
12	1
13	2
14	0
15	0
16	3
17	1
18	3
19	8
20	5
21	8
22	7
23	16
24	11
25	11
26	13
27	16
28	13
29	5
30	7
31	8
32	12
33	10
34	3
35	7
36	3
37	4
38	0
39	3
40	1
41	1
42	1
43	2
44	1
45	0
46	0
47	1
48	1
49	1
50	2



Ancho del histograma = 23.00
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.00

Rango D = 115.00 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 6.01

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 108.28

IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

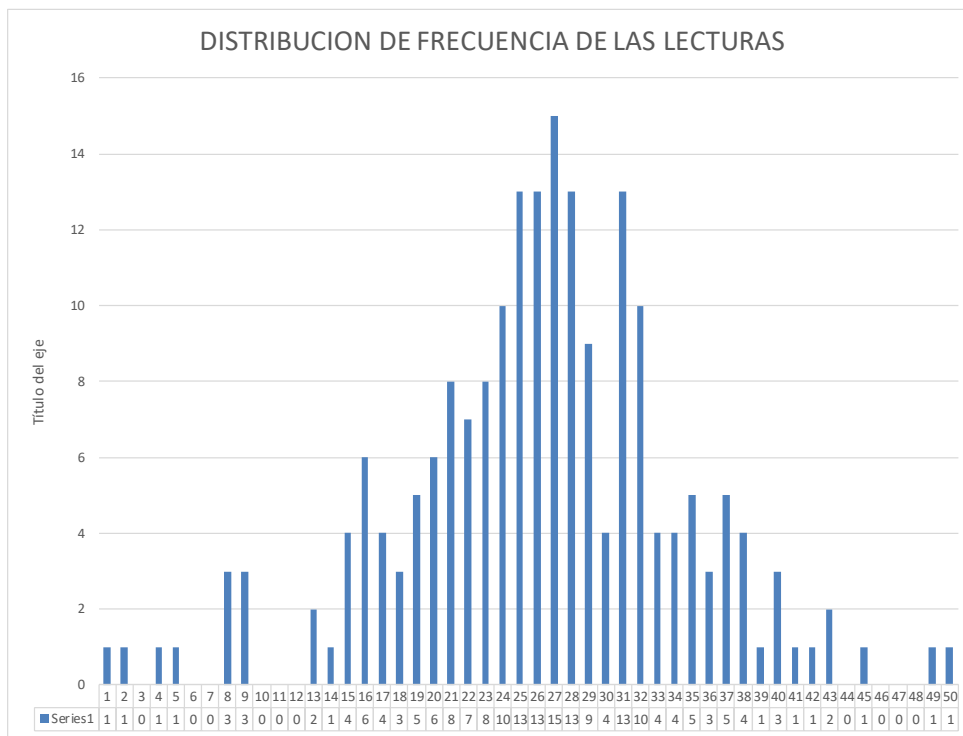
IRI = 5.69

FRECUENCIA



IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 40+966

1	1
2	1
3	0
4	1
5	1
6	0
7	0
8	3
9	3
10	0
11	0
12	0
13	2
14	1
15	4
16	6
17	4
18	3
19	5
20	6
21	8
22	7
23	8
24	10
25	13
26	13
27	15
28	13
29	9
30	4
31	13
32	10
33	4
34	4
35	5
36	3
37	5
38	4
39	1
40	3
41	1
42	1
43	2
44	0
45	1
46	0
47	0
48	0
49	1
50	1



Ancho del histograma = 26.50
 Extremo inicial = 0.50
 Extremo final = 0.00

Rango D = 132.50 mm
IRI para el carril izquierdo
 $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
IRI = 6.83

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

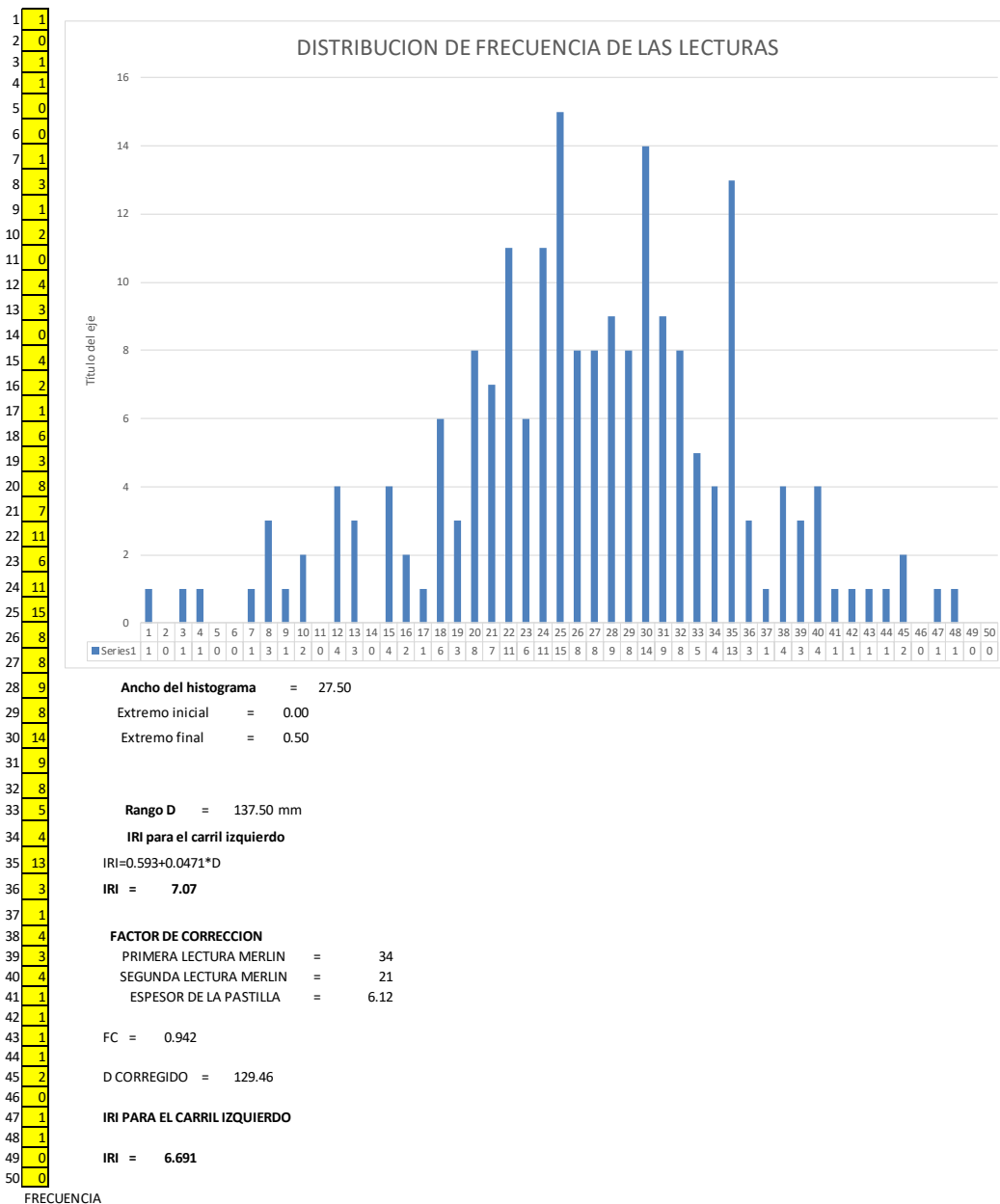
FC = 0.942
 D CORREGIDO = 124.75

IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO
IRI = 6.47

FRECUENCIA



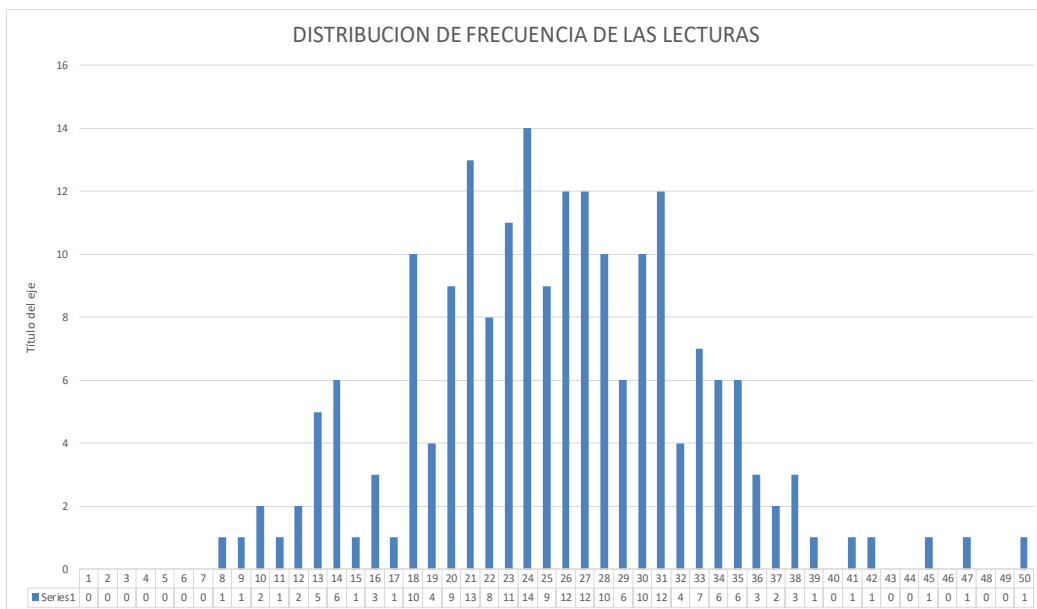
IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 40+566





IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 40+166

1 0
 2 0
 3 0
 4 0
 5 0
 6 0
 7 0
 8 1
 9 1
 10 2
 11 1
 12 2
 13 5
 14 6
 15 1
 16 3
 17 1
 18 10
 19 4
 20 9
 21 13
 22 8
 23 11
 24 14
 25 9
 26 12
 27 12
 28 10
 29 6
 30 10
 31 12
 32 4
 33 7
 34 6
 35 6
 36 3
 37 2
 38 3
 39 1
 40 0
 41 1
 42 1
 43 0
 44 0
 45 1
 46 0
 47 1
 48 0
 49 0
 50 1



Ancho del histograma = 23.90
 Extremo inicial = 0.40
 Extremo final = 0.50

Rango D = 119.50 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 6.22

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 112.51

IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

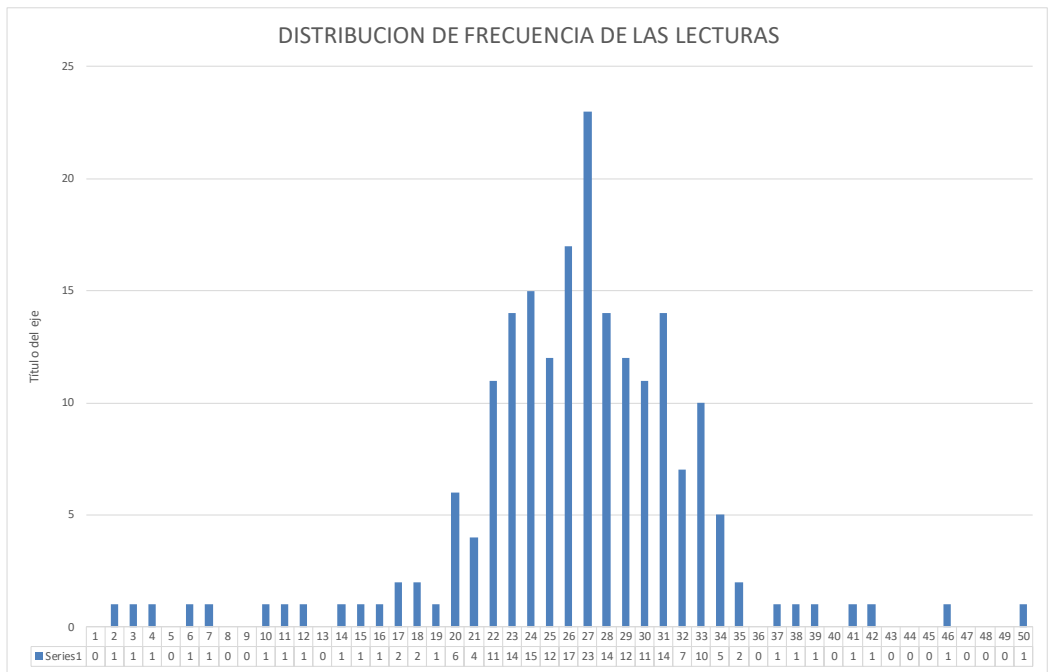
IRI = 5.892

FRECUENCIA



IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN DERECHA KM 39+766

1	0
2	1
3	1
4	1
5	0
6	1
7	1
8	0
9	0
10	1
11	1
12	1
13	0
14	1
15	1
16	1
17	2
18	2
19	1
20	6
21	4
22	11
23	14
24	15
25	12
26	17
27	23
28	14
29	12
30	11
31	14
32	7
33	10
34	5
35	2
36	0
37	1
38	1
39	1
40	0
41	1
42	1
43	0
44	0
45	0
46	1
47	0
48	0
49	0
50	1



Ancho del histograma = 18.80
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.80

Rango D = 94.00 mm

IRI para el carril derecho

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 5.02

FACTOR DE CORRECCION

- PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
- SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
- ESPOSOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 88.505

IRI PARA EL CARRIL DERECHO

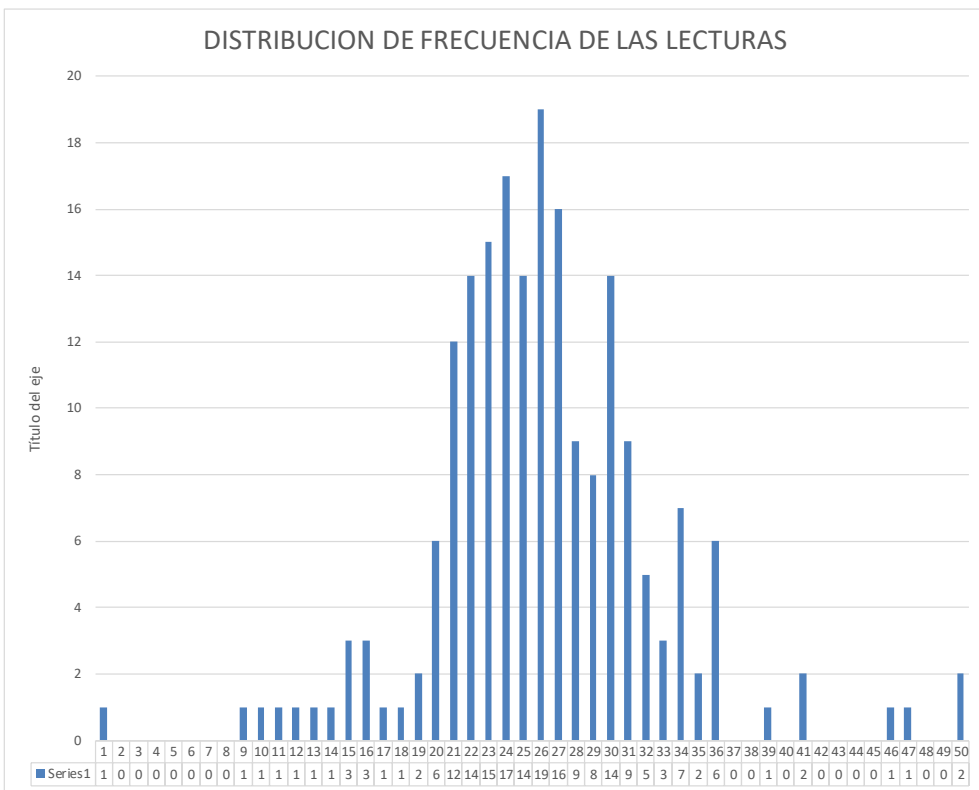
IRI = 4.762

FRECUENCIA



IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN DERECHA KM 40+166

1	1
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	3
16	3
17	1
18	1
19	2
20	6
21	12
22	14
23	15
24	17
25	14
26	19
27	16
28	9
29	8
30	14
31	9
32	5
33	3
34	7
35	2
36	6
37	0
38	0
39	1
40	0
41	2
42	0
43	0
44	0
45	0
46	1
47	1
48	0
49	0
50	2



Ancho del histograma = 20.50
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.50

Rango D = 102.50 mm
IRI para el carril derecho
 $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
IRI = 5.42

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12
 FC = 0.942
 D CORREGIDO = 96.508

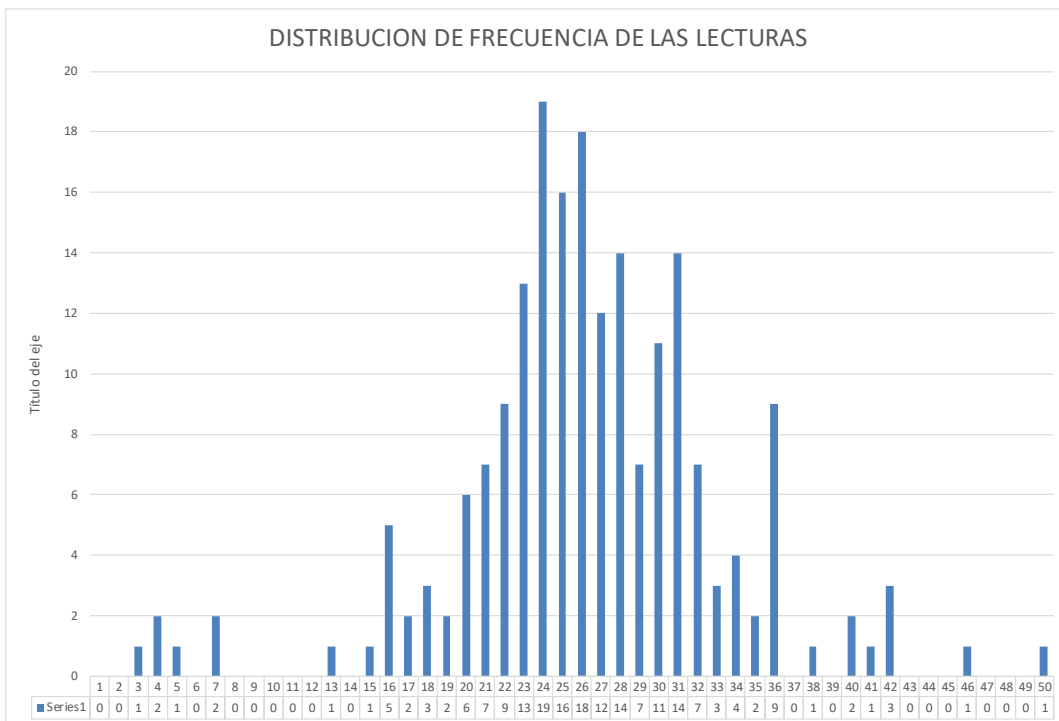
IRI PARA EL CARRIL DERECHO
IRI = 5.139

FRECUENCIA



IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN DERECHA KM 40+566

1 0
 2 0
 3 1
 4 2
 5 1
 6 0
 7 2
 8 0
 9 0
 10 0
 11 0
 12 0
 13 1
 14 0
 15 1
 16 5
 17 2
 18 3
 19 2
 20 6
 21 7
 22 9
 23 13
 24 19
 25 16
 26 18
 27 12
 28 14
 29 7
 30 11
 31 14
 32 7
 33 3
 34 4
 35 2
 36 9
 37 0
 38 1
 39 0
 40 2
 41 1
 42 3
 43 0
 44 0
 45 0
 46 1
 47 0
 48 0
 49 0
 50 1



Ancho del histograma = 20.49
 Extremo inicial = 0.60
 Extremo final = 0.89

Rango D = 102.44 mm

IRI para el carril derecho

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 5.42

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 96.455

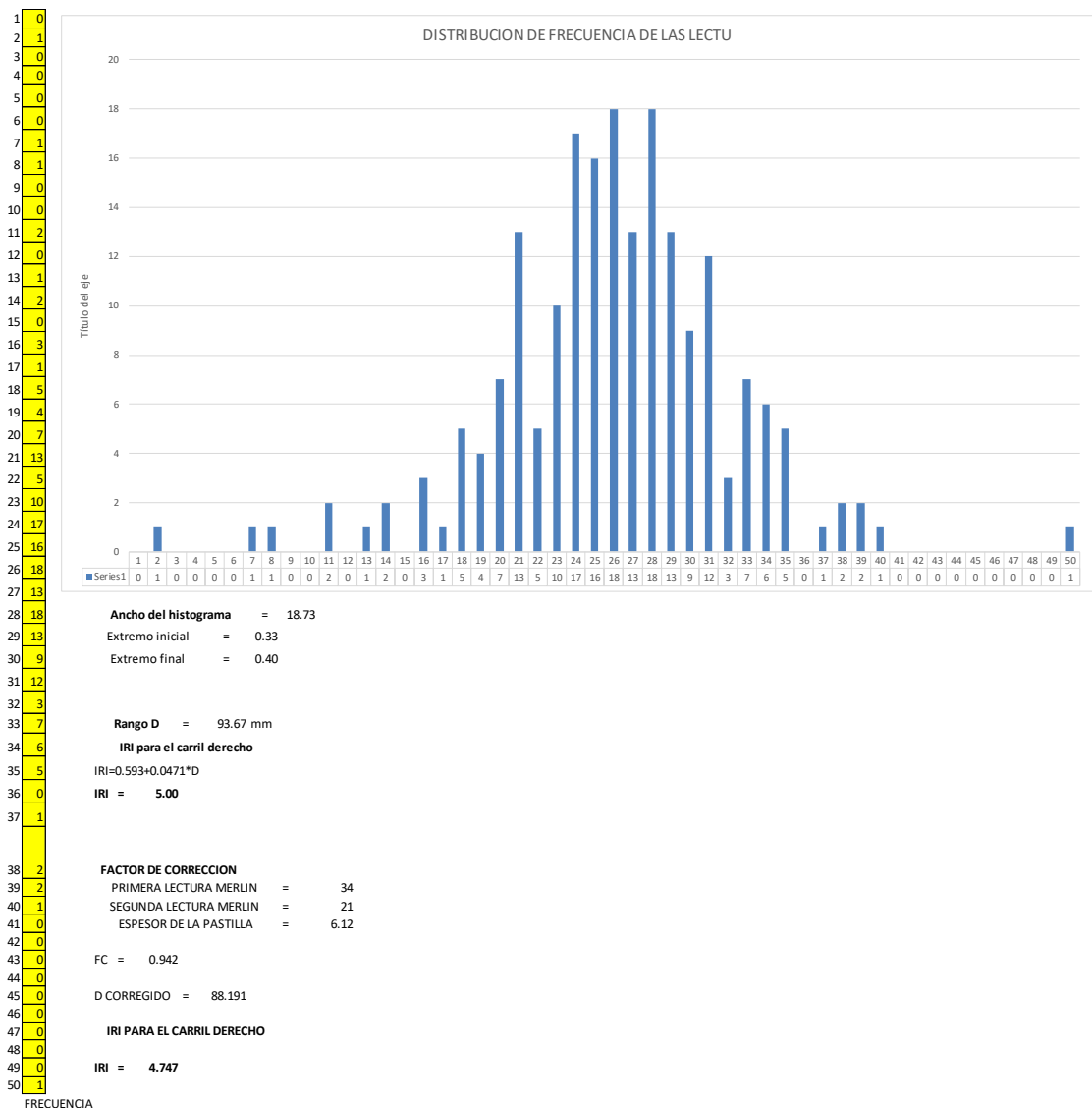
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 5.136

FRECUENCIA



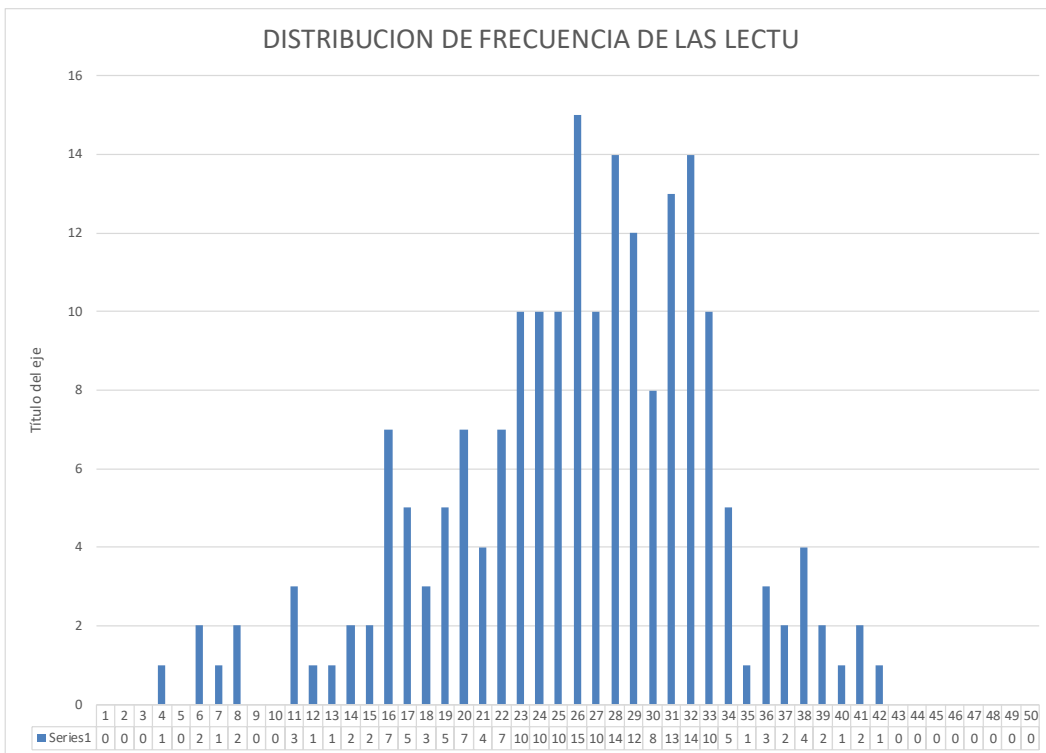
IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN DERECHA KM 40+966





IRI TRAMO LAMAY DIRECCIÓN DERECHA KM 41+366

1 0
 2 0
 3 0
 4 1
 5 0
 6 2
 7 1
 8 2
 9 0
 10 0
 11 3
 12 1
 13 1
 14 2
 15 2
 16 7
 17 5
 18 3
 19 5
 20 7
 21 4
 22 7
 23 10
 24 10
 25 10
 26 15
 27 10
 28 14
 29 12
 30 8
 31 13
 32 14
 33 10
 34 5
 35 1
 36 3
 37 2
 38 4
 39 2
 40 1
 41 2
 42 1
 43 0
 44 0
 45 0
 46 0
 47 0
 48 0
 49 0
 50 0



Ancho del histograma = 25.00
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.00

Rango D = 125.00 mm

IRI para el carril derecho

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 6.48

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 117.69

IRI PARA EL CARRIL DERECHO

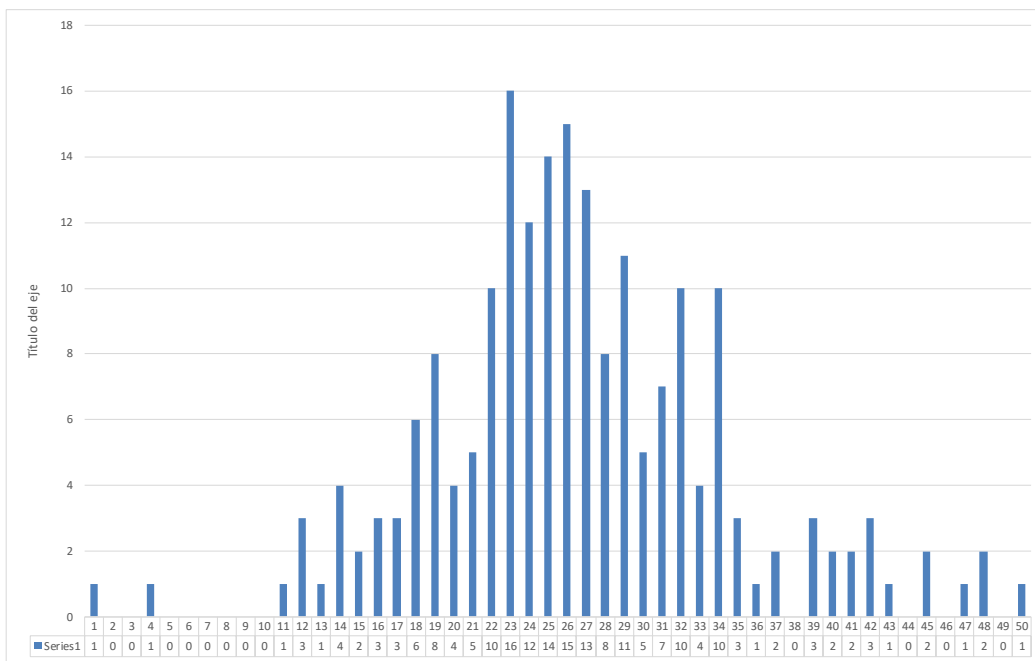
IRI = 6.136

FRECUENCIA



IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 52+000

1 1
 2 0
 3 0
 4 1
 5 0
 6 0
 7 0
 8 0
 9 0
 10 0
 11 1
 12 3
 13 1
 14 4
 15 2
 16 3
 17 3
 18 6
 19 8
 20 4
 21 5
 22 10
 23 16
 24 12
 25 14
 26 15
 27 13
 28 8
 29 11
 30 5
 31 7
 32 10
 33 4
 34 10
 35 3
 36 1
 37 2
 38 0
 39 3
 40 2
 41 2
 42 3
 43 1
 44 0
 45 2
 46 0
 47 1
 48 2
 49 0
 50 1



Ancho del histograma = 26.25
 Extremo inicial = 0.25
 Extremo final = 0.00

Rango D = 131.25 mm

IRI para el carril izquierdo
 $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
IRI = 6.77

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 123.58

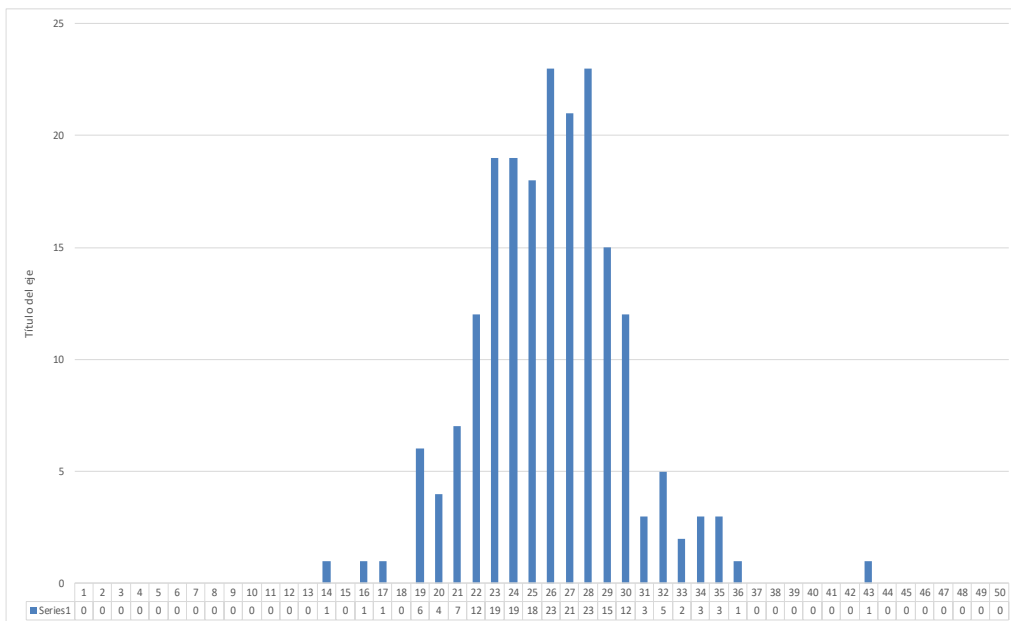
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO
IRI = 6.413

FRECUENCIA



IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 51+600

1 0
 2 0
 3 0
 4 0
 5 0
 6 0
 7 0
 8 0
 9 0
 10 0
 11 0
 12 0
 13 0
 14 1
 15 0
 16 1
 17 1
 18 0
 19 6
 20 4
 21 7
 22 12
 23 19
 24 19
 25 18
 26 23
 27 21
 28 23
 29 15
 30 12
 31 3
 32 5
 33 2
 34 3
 35 3
 36 1
 37 0
 38 0
 39 0
 40 0
 41 0
 42 0
 43 1
 44 0
 45 0
 46 0
 47 0
 48 0
 49 0
 50 0



Ancho del histograma = 12.75
Extremo inicial = 0.75
Extremo final = 0.00

Rango D = 63.75 mm
IRI para el carril izquierdo
 $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
IRI = 3.60

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942
D CORREGIDO = 60.023

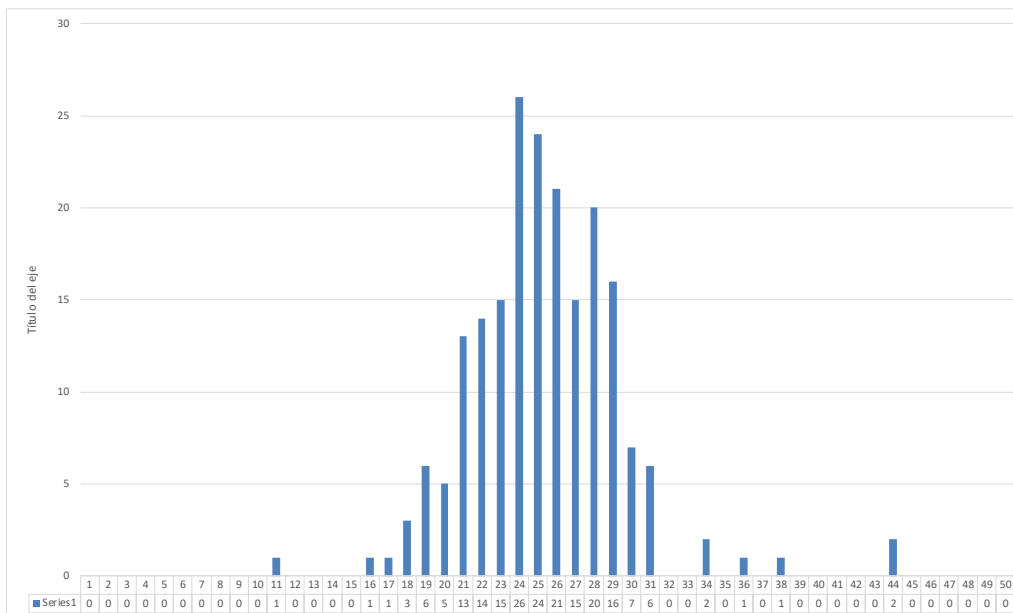
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO
IRI = 3.42

FRECUENCIA



IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 51+200

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	1
12	0
13	0
14	0
15	0
16	1
17	1
18	3
19	6
20	5
21	13
22	14
23	15
24	26
25	24
26	21
27	15
28	20
29	16
30	7
31	6
32	0
33	0
34	2
35	0
36	1
37	0
38	1
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	2
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



Ancho del histograma = 11.67
 Extremo inicial = 0.33
 Extremo final = 0.33

Rango D = 58.33 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 3.34

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 54.923

IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

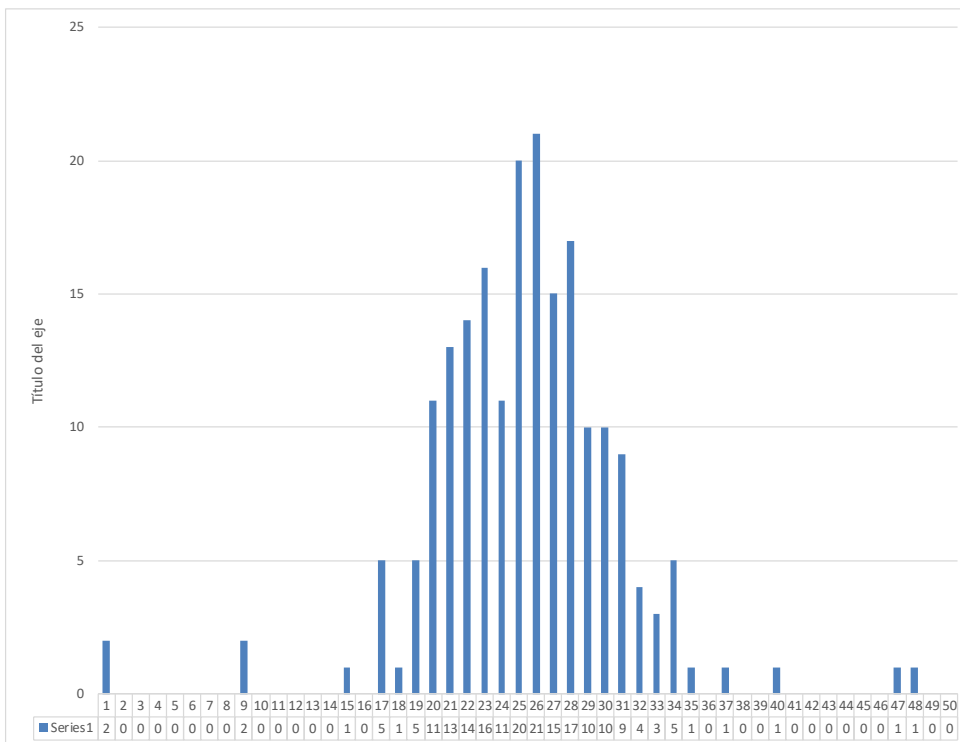
IRI = 3.18

FRECUENCIA



IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 49+800

1	2
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	2
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	1
16	0
17	5
18	1
19	5
20	11
21	13
22	14
23	16
24	11
25	20
26	21
27	15
28	17
29	10
30	10
31	9
32	4
33	3
34	5
35	1
36	0
37	1
38	0
39	0
40	1
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	1
48	1
49	0
50	0



Ancho del histograma = 16.00
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.00

Rango D = 80.00 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 4.36

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 75.323

IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

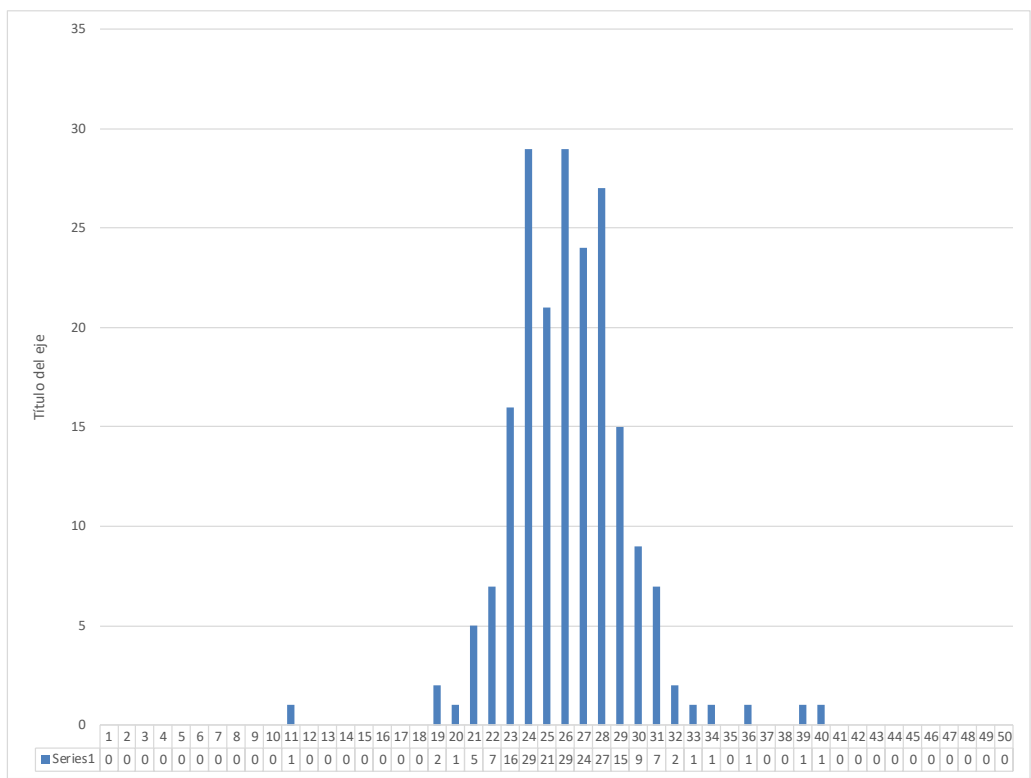
IRI = 4.141

FRECUENCIA



IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 49+400

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	1
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	2
20	1
21	5
22	7
23	16
24	29
25	21
26	29
27	24
28	27
29	15
30	9
31	7
32	2
33	1
34	1
35	0
36	1
37	0
38	0
39	1
40	1
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



Ancho del histograma = 9.43
 Extremo inicial = 0.86
 Extremo final = 0.57

Rango D = 47.14 mm

IRI para el carril izquierdo

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

IRI = 2.81

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 44.387

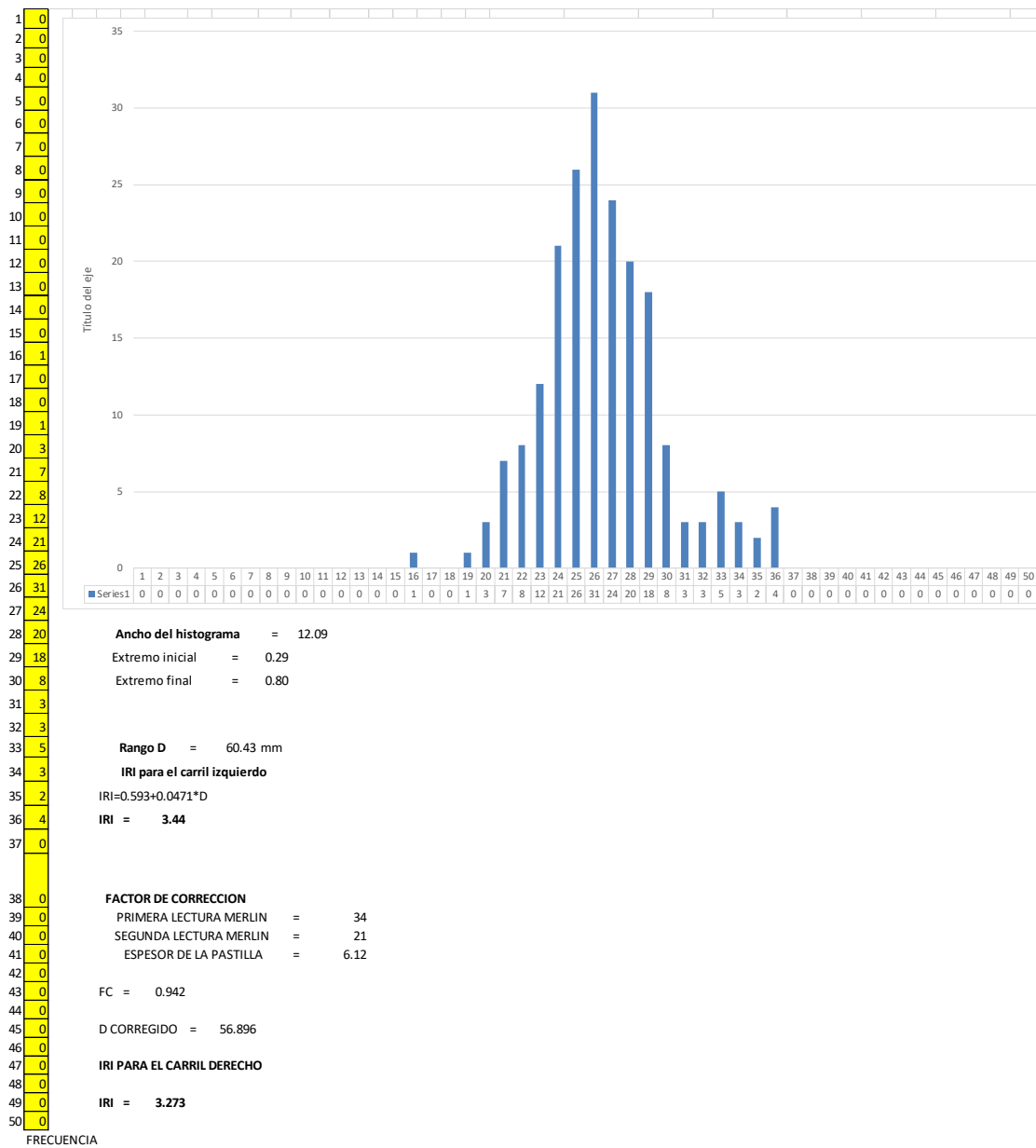
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

IRI = 2.684

FRECUENCIA



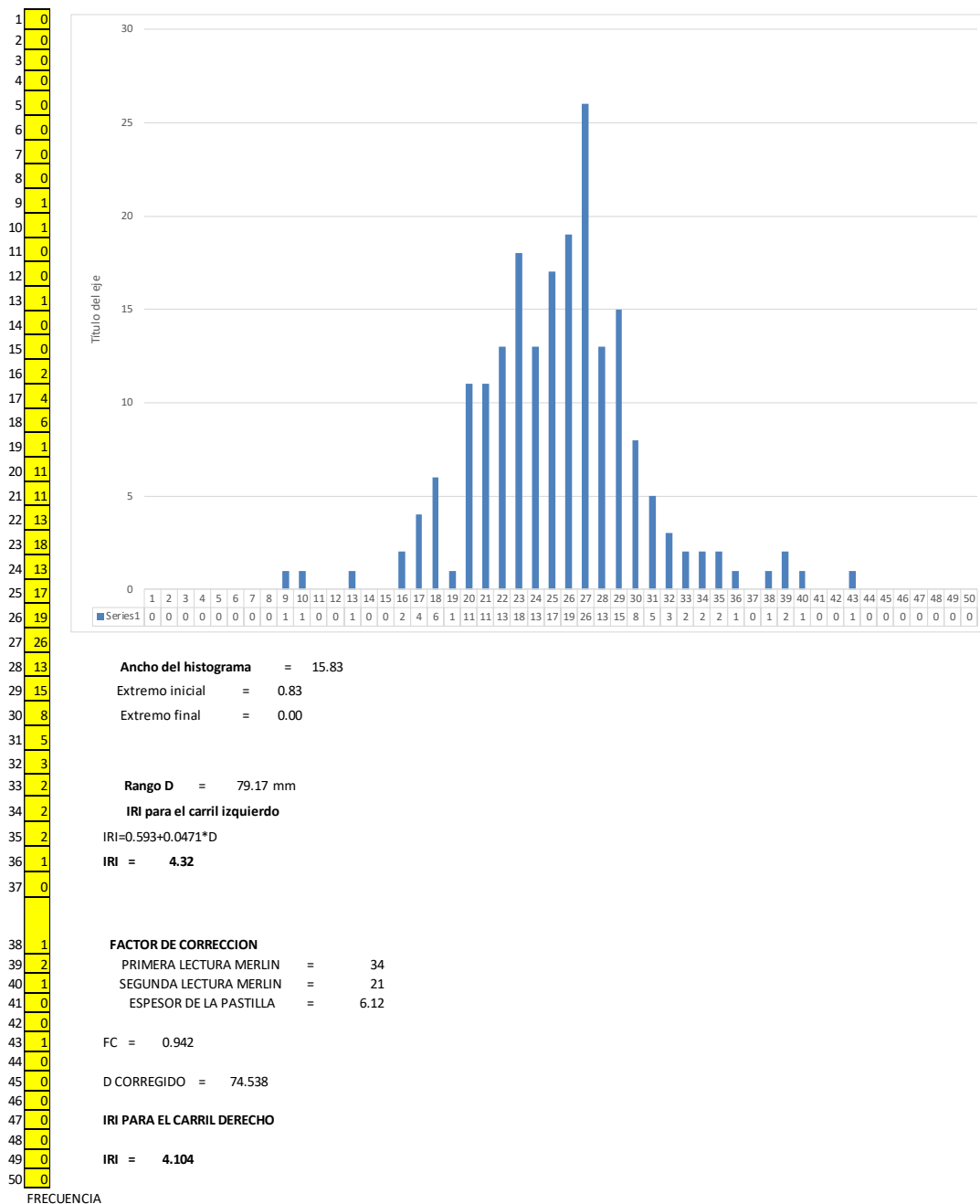
IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN DERECHA KM 49+000



FRECUENCIA



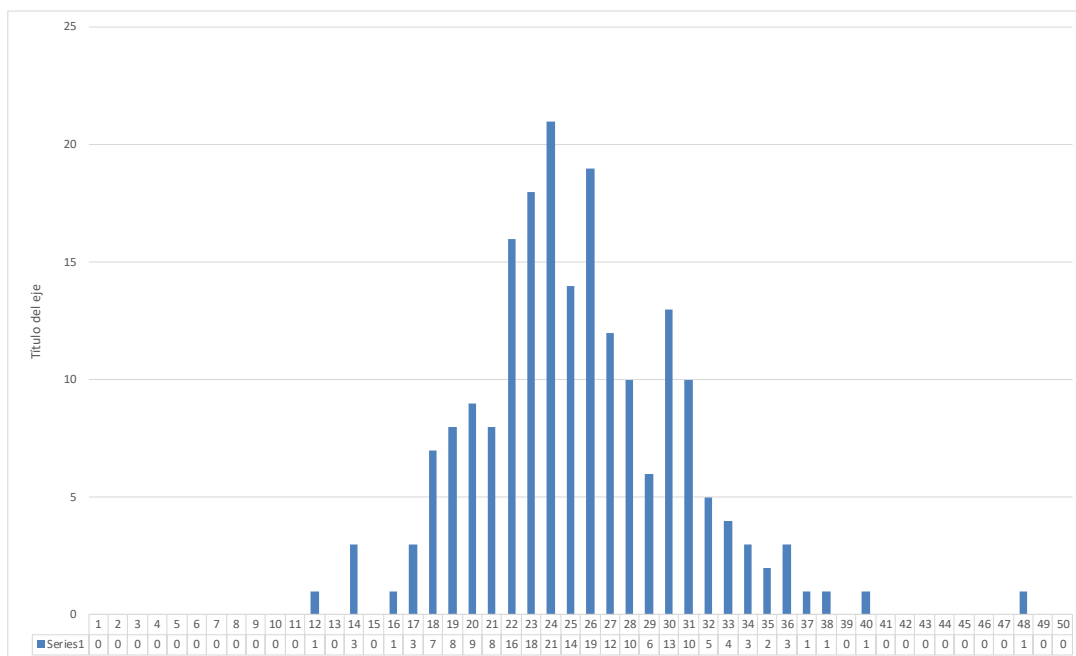
IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN DERECHA KM 49+400





IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN DERECHA KM 49+800

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	1
13	0
14	3
15	0
16	1
17	3
18	7
19	8
20	9
21	8
22	16
23	18
24	21
25	14
26	19
27	12
28	10
29	6
30	13
31	10
32	5
33	4
34	3
35	2
36	3
37	1
38	1
39	0
40	1
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	1
49	0
50	0



Ancho del histograma = 16.38
 Extremo inicial = 0.71
 Extremo final = 0.67

Rango D = 81.90 mm

IRI para el carril izquierdo

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

IRI = 4.45

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPESES DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 77.116

IRI PARA EL CARRIL DERECHO

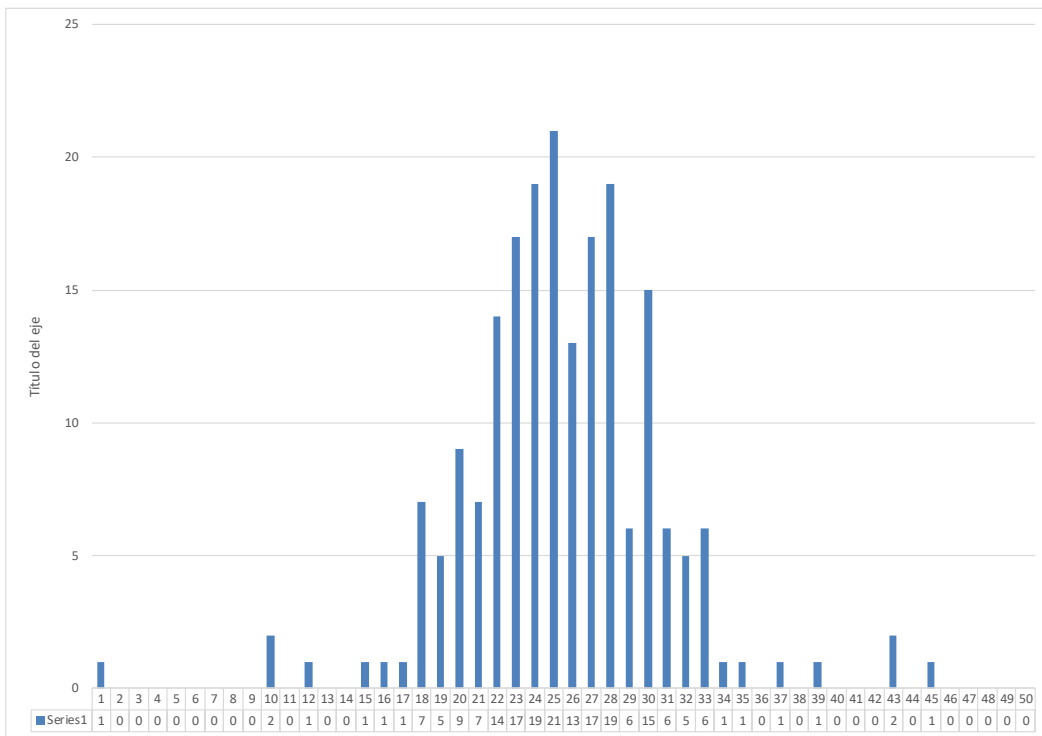
IRI = 4.225

FRECUENCIA



IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN DERECHA KM 50+200

1 1
 2 0
 3 0
 4 0
 5 0
 6 0
 7 0
 8 0
 9 0
 10 2
 11 0
 12 1
 13 0
 14 0
 15 1
 16 1
 17 1
 18 7
 19 5
 20 9
 21 7
 22 14
 23 17
 24 19
 25 21
 26 13
 27 17
 28 19
 29 6
 30 15
 31 6
 32 5
 33 6
 34 1
 35 1
 36 0
 37 1
 38 0
 39 1
 40 0
 41 0
 42 0
 43 2
 44 0
 45 1
 46 0
 47 0
 48 0
 49 0
 50 0



Ancho del histograma = 15.07
 Extremo inicial = 0.57
 Extremo final = 0.50

Rango D = 75.36 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 4.14

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34

SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21

ESPEJOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 70.952

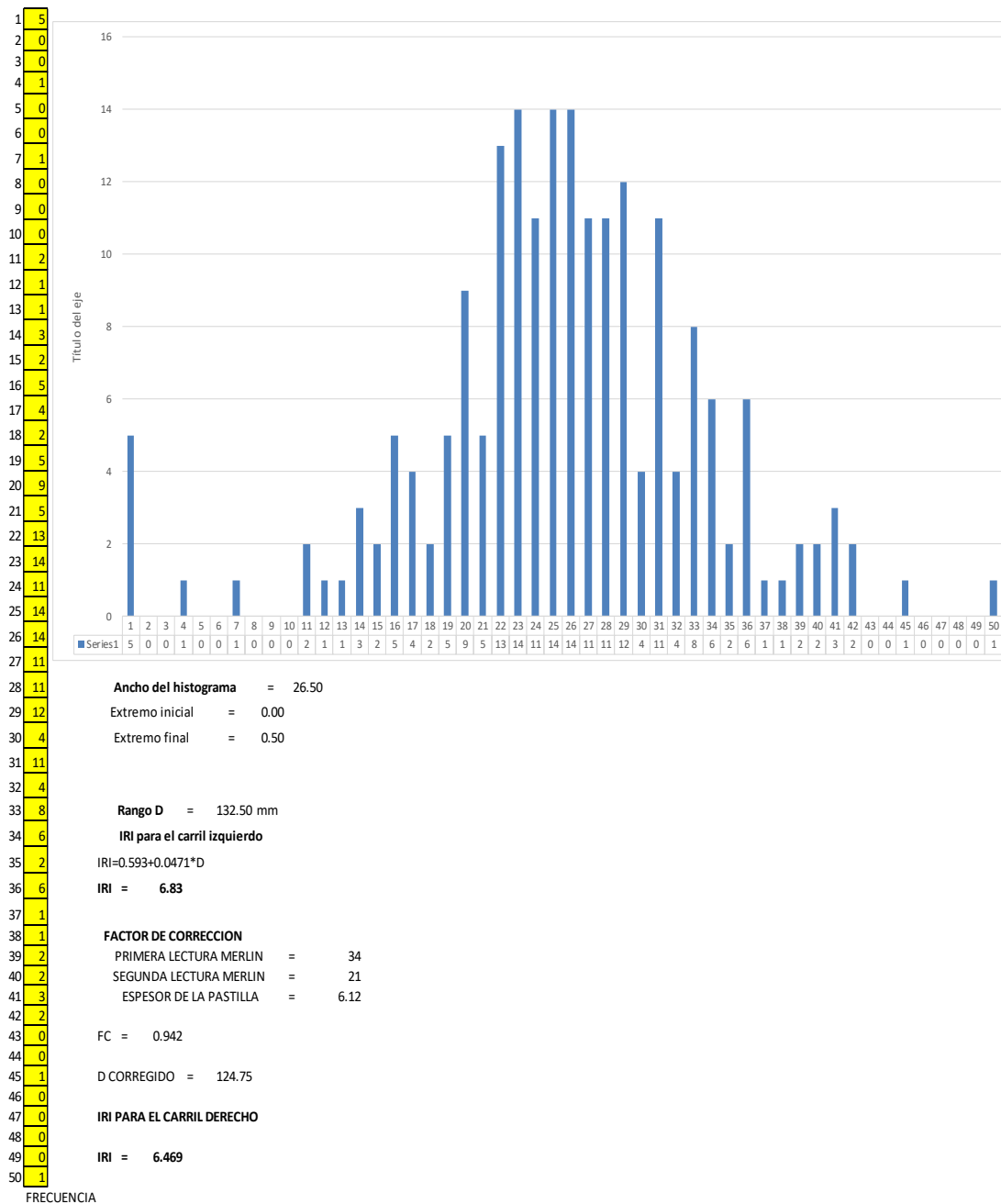
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 3.935

FRECUENCIA



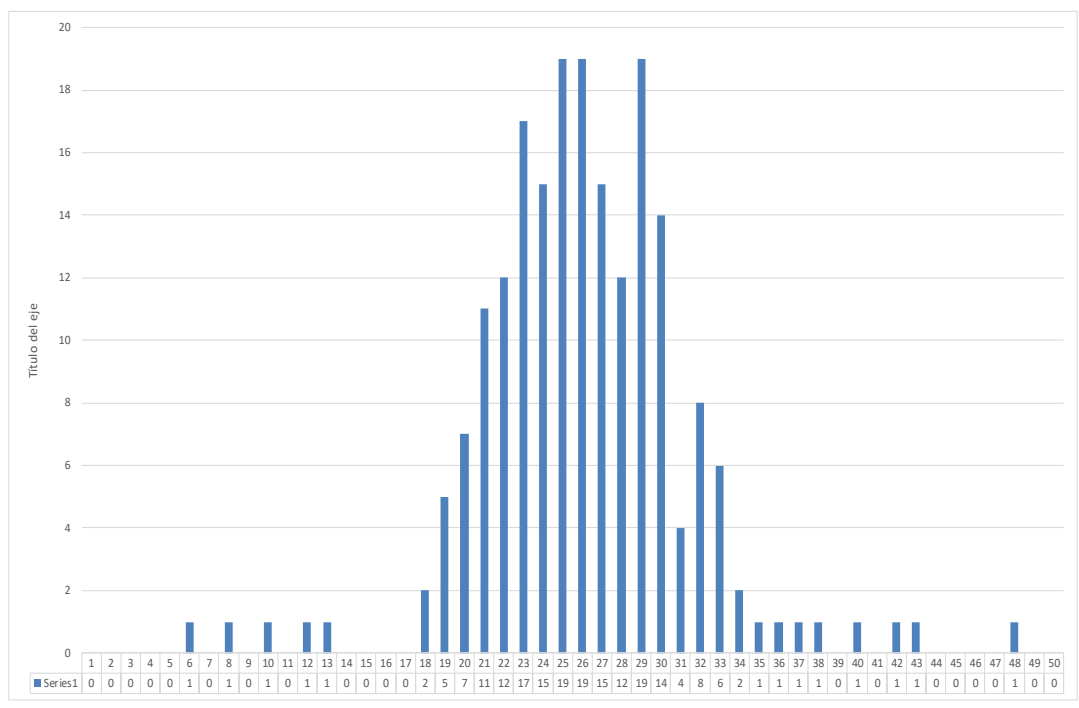
IRI TRAMO CALCA DIRECCIÓN DERECHA KM 50+600





IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 64+572

1 0
 2 0
 3 0
 4 0
 5 0
 6 1
 7 0
 8 1
 9 0
 10 1
 11 0
 12 1
 13 1
 14 0
 15 0
 16 0
 17 0
 18 2
 19 5
 20 7
 21 11
 22 12
 23 17
 24 15
 25 19
 26 19
 27 15
 28 12
 29 19
 30 14
 31 4
 32 8
 33 6
 34 2
 35 1
 36 1
 37 1
 38 1
 39 0
 40 1
 41 0
 42 1
 43 1
 44 0
 45 0
 46 0
 47 0
 48 1
 49 0
 50 0



Ancho del histograma = 14.40
 Extremo inicial = 0.40
 Extremo final = 0.00

Rango D = 72.00 mm
 IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
 IRI = 3.98

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 67.791

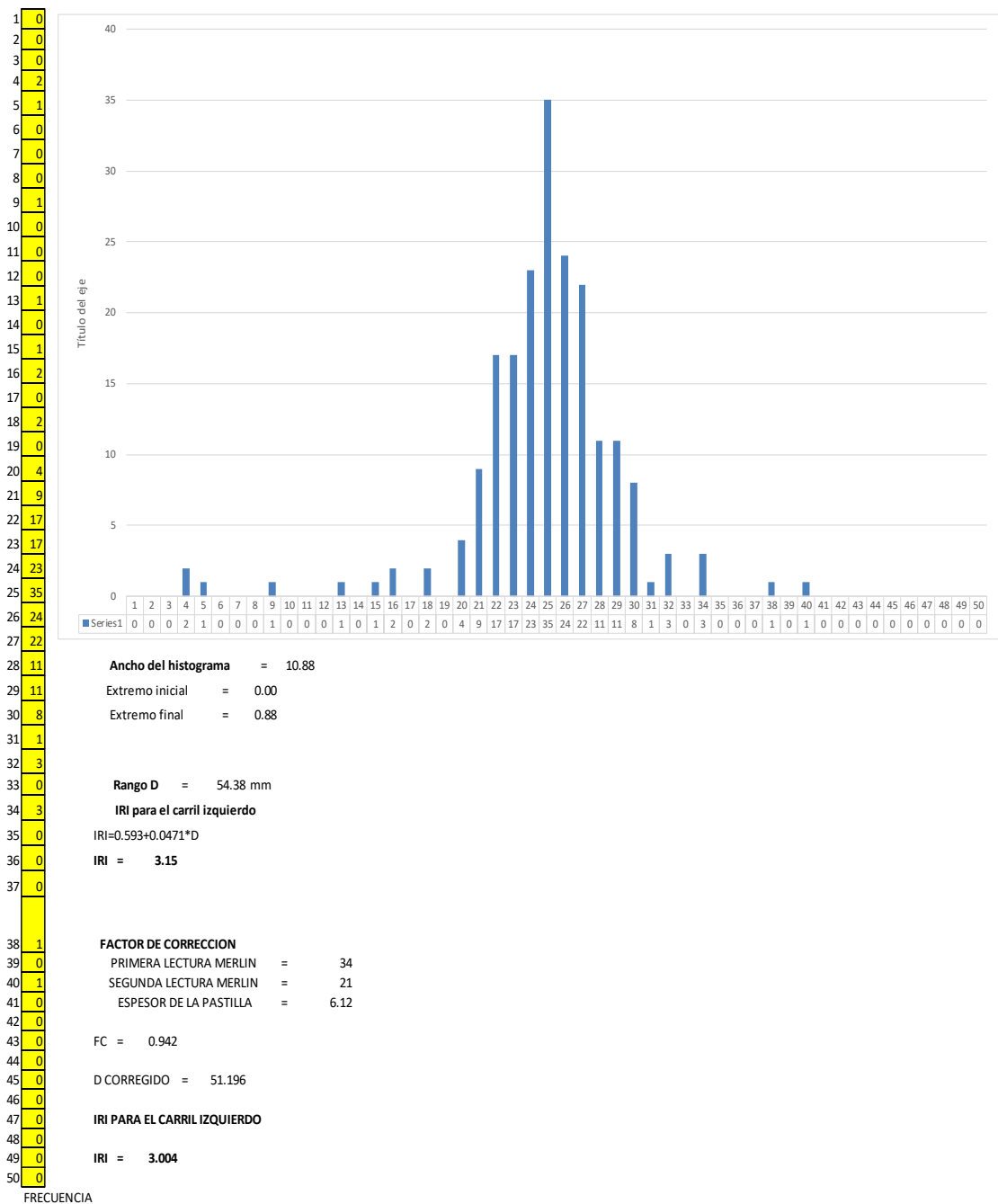
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

IRI = 3.786

FRECUENCIA

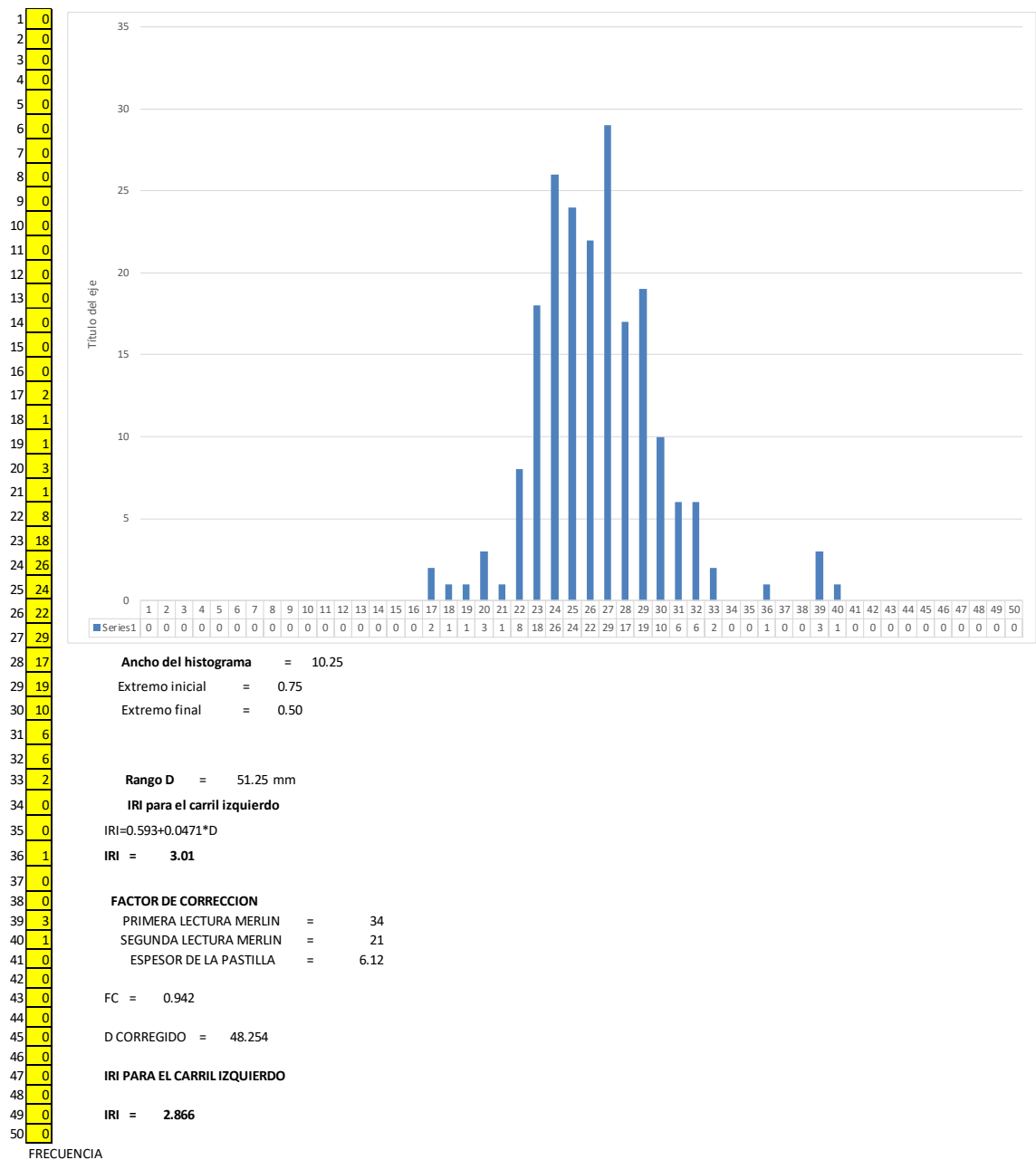


IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 64+172



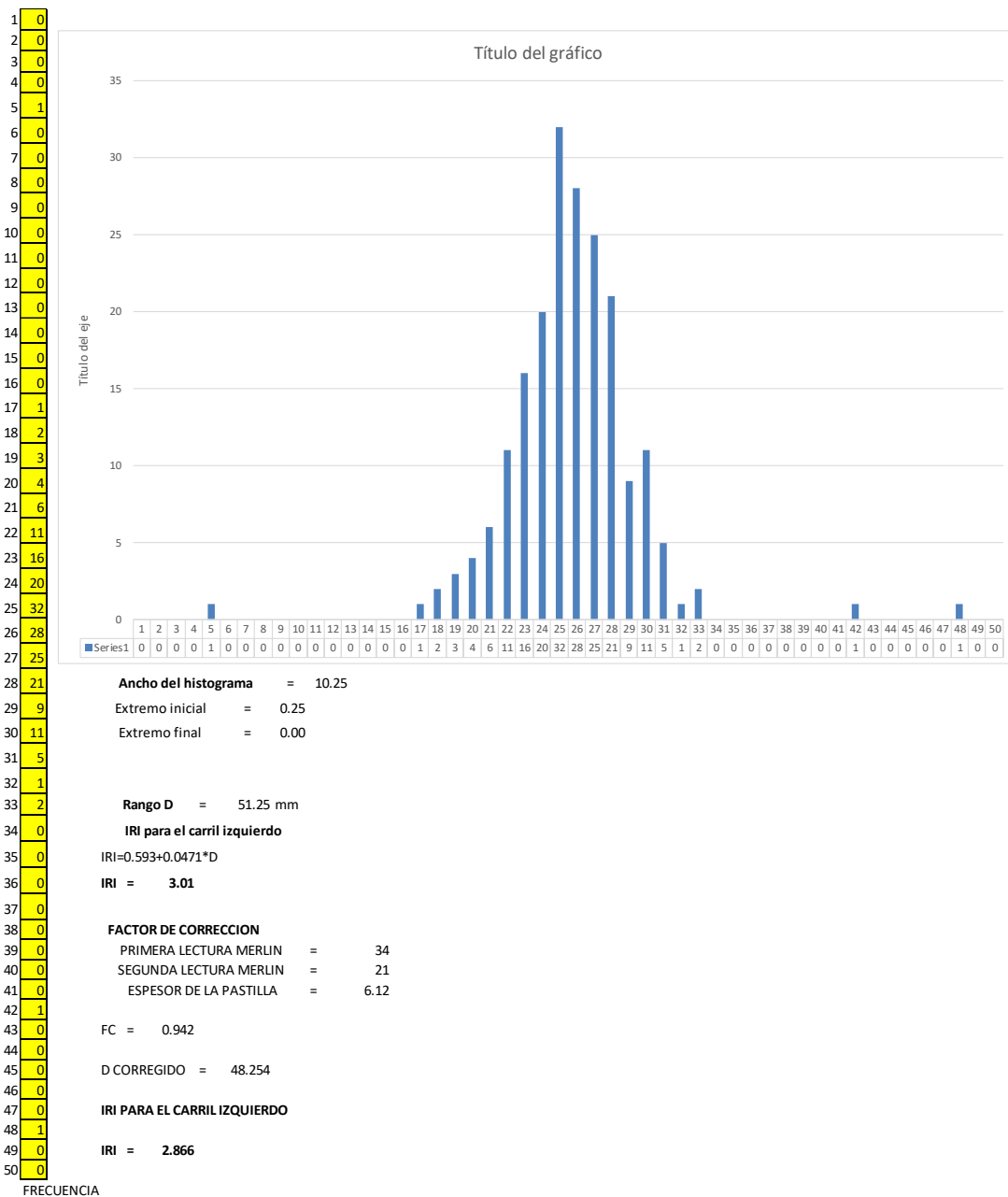


IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 63+772





IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 63+372





IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 62+072

1 0
 2 0
 3 0
 4 0
 5 0
 6 0
 7 0
 8 0
 9 0
 10 0
 11 0
 12 0
 13 0
 14 0
 15 0
 16 1
 17 0
 18 1
 19 2
 20 0
 21 4
 22 7
 23 15
 24 18
 25 25
 26 34
 27 34
 28 27
 29 15
 30 8
 31 3
 32 4
 33 0
 34 2
 35 0
 36 0
 37 0
 38 0
 39 0
 40 0
 41 0
 42 0
 43 0
 44 0
 45 0
 46 0
 47 0
 48 0
 49 0
 50 0



Ancho del histograma = 8.59
Extremo inicial = 0.71
Extremo final = 0.88

Rango D = 42.95 mm

IRI para el carril izquierdo
 $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
IRI = 2.62

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942
 D CORREGIDO = 40.436

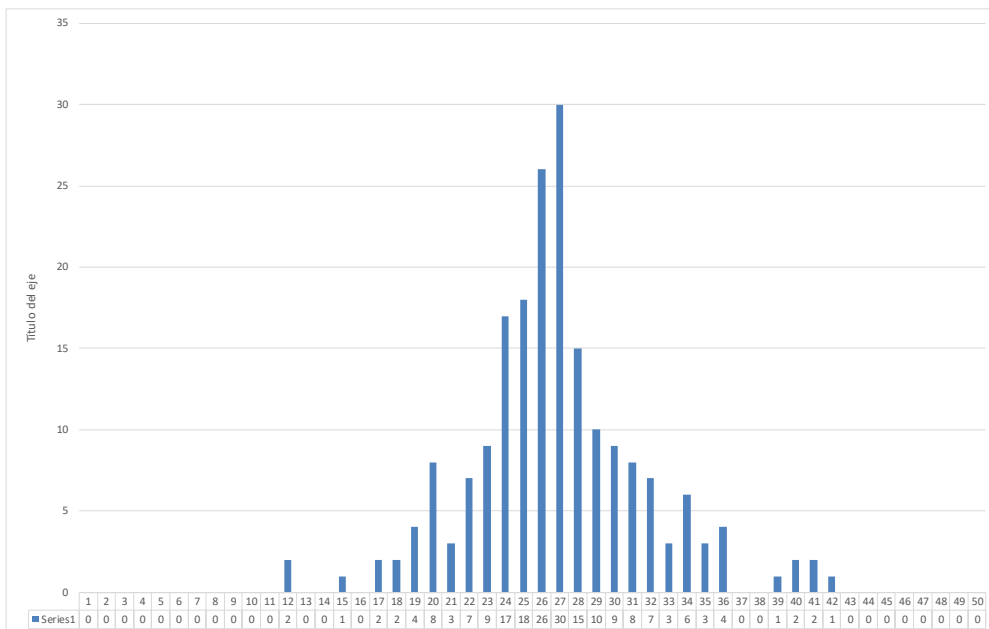
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO
IRI = 2.498

FRECUENCIA



IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN DERECHA KM 62+572

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	2
13	0
14	0
15	1
16	0
17	2
18	2
19	4
20	8
21	3
22	7
23	9
24	17
25	18
26	26
27	30
28	15
29	10
30	9
31	8
32	7
33	3
34	6
35	3
36	4
37	0
38	0
39	1
40	2
41	2
42	1
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



Ancho del histograma = 16.25
 Extremo inicial = 0.25
 Extremo final = 0.00

Rango D = 81.25 mm
IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
IRI = 4.42

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 76.5

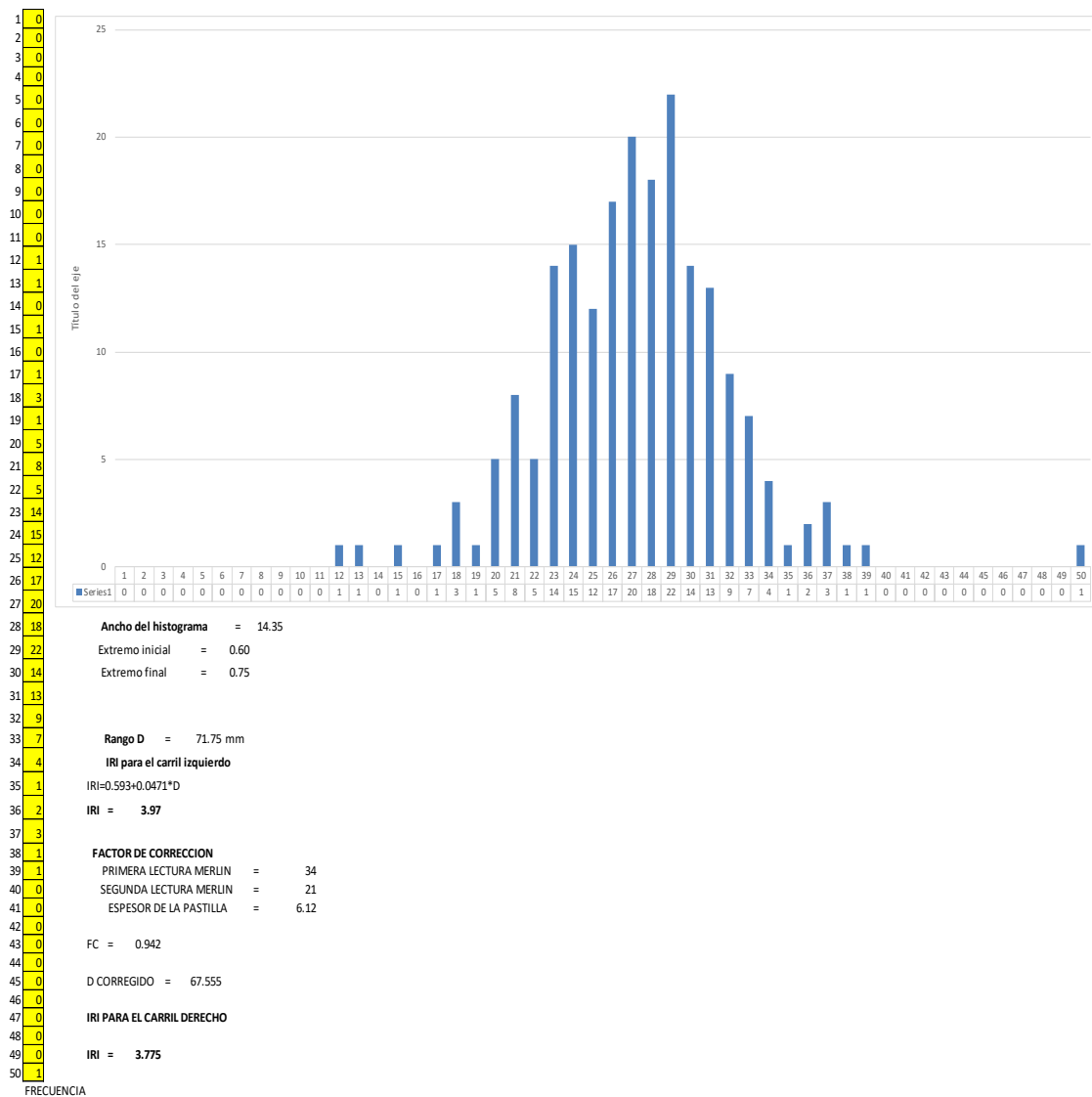
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 4.196

FRECUENCIA



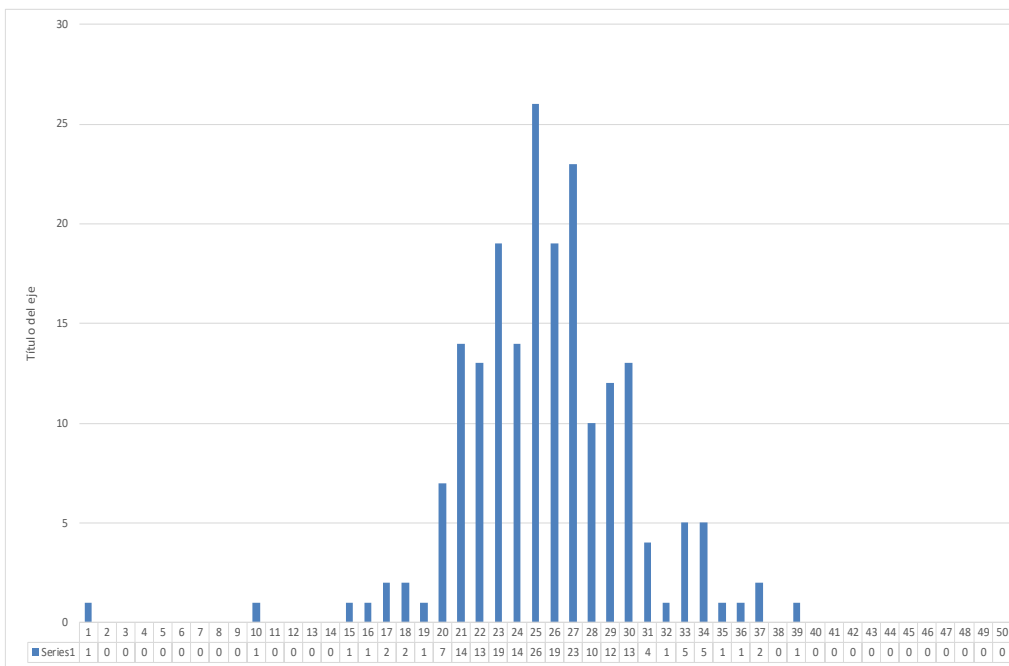
IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN DERECHA KM 62+972





IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN DERECHA KM 63+372

1	1
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	1
11	0
12	0
13	0
14	0
15	1
16	1
17	2
18	2
19	1
20	7
21	14
22	13
23	19
24	14
25	26
26	19
27	23
28	10
29	12
30	13
31	4
32	1
33	5
34	5
35	1
36	1
37	2
38	0
39	1
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



Ancho del histograma = 13.86
Extremo inicial = 0.86
Extremo final = 0.00

Rango D = 69.29 mm
IRI para el carril izquierdo
 IRI=0.593+0.0471*D
IRI = **3.86**

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 65.235

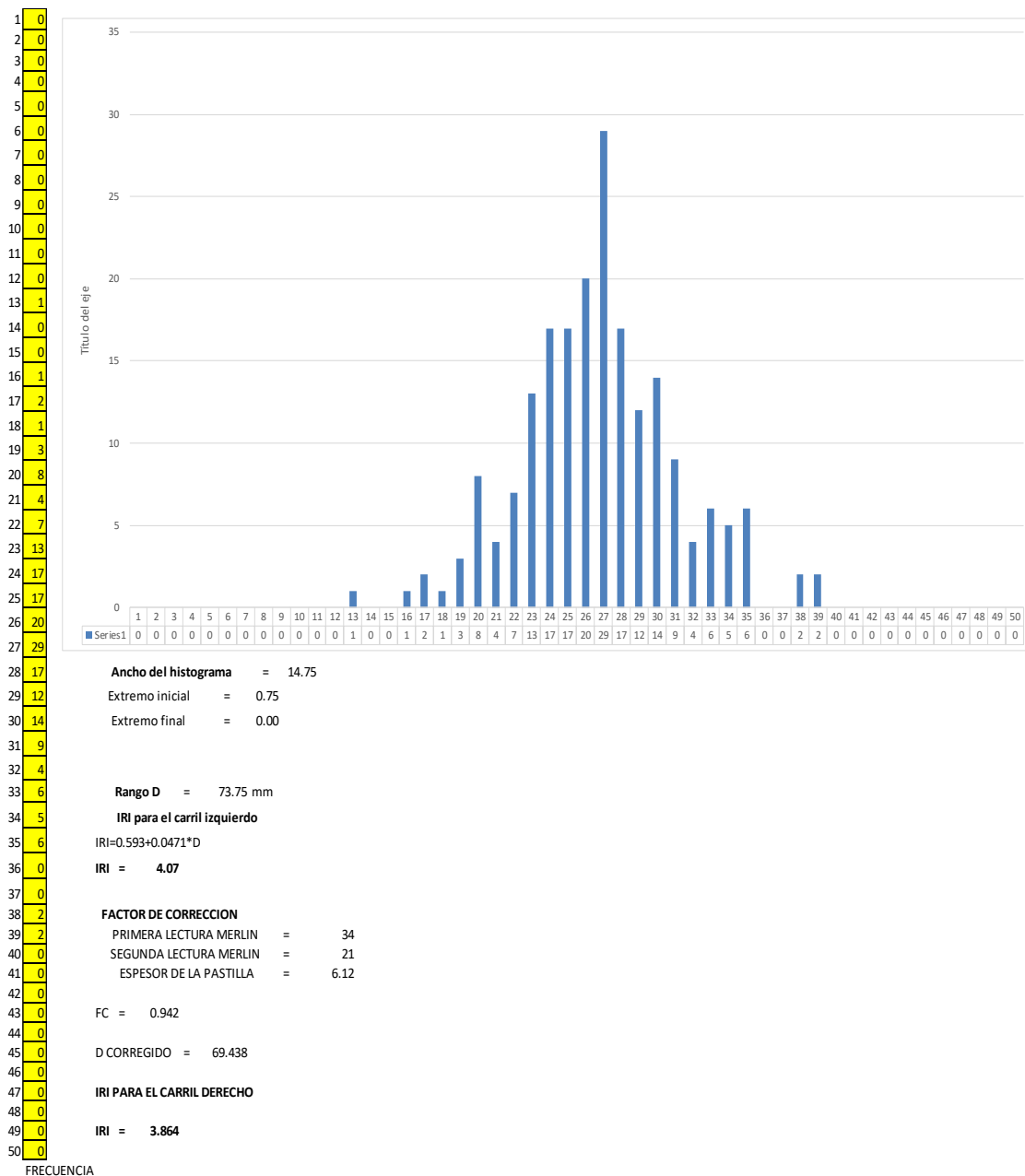
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = **3.666**

FRECUENCIA



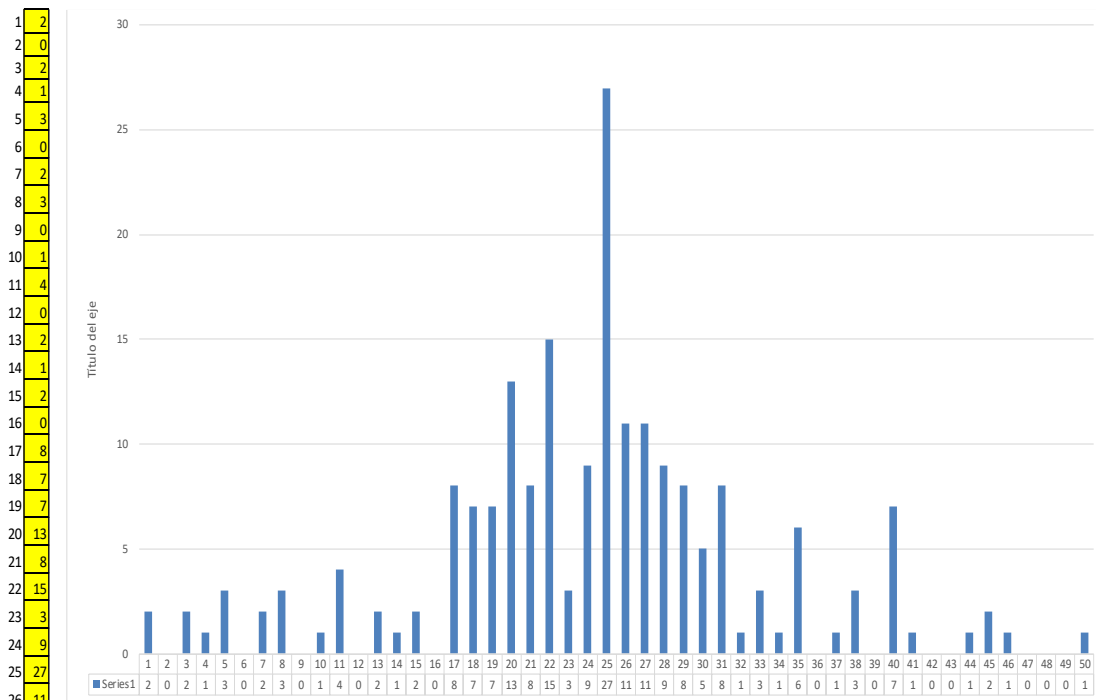
IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN DERECHA KM 63+772



FRECUENCIA



IRI TRAMO YUCAY DIRECCIÓN DERECHA KM 63+172



1 2
2 0
3 2
4 1
5 3
6 0
7 2
8 3
9 0
10 1
11 4
12 0
13 2
14 1
15 2
16 0
17 8
18 7
19 7
20 13
21 8
22 15
23 3
24 9
25 27
26 11
27 11
28 9
29 8
30 5
31 8
32 1
33 3
34 1
35 6
36 0
37 1
38 3
39 0
40 7
41 1
42 0
43 0
44 1
45 2
46 1
47 0
48 0
49 0
50 1

Ancho del histograma = 27.43
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.43

Rango D = 137.14 mm
 IRI para el carril izquierdo
 $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
 IRI = 7.05

FACTOR DE CORRECCION
 PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 129.13

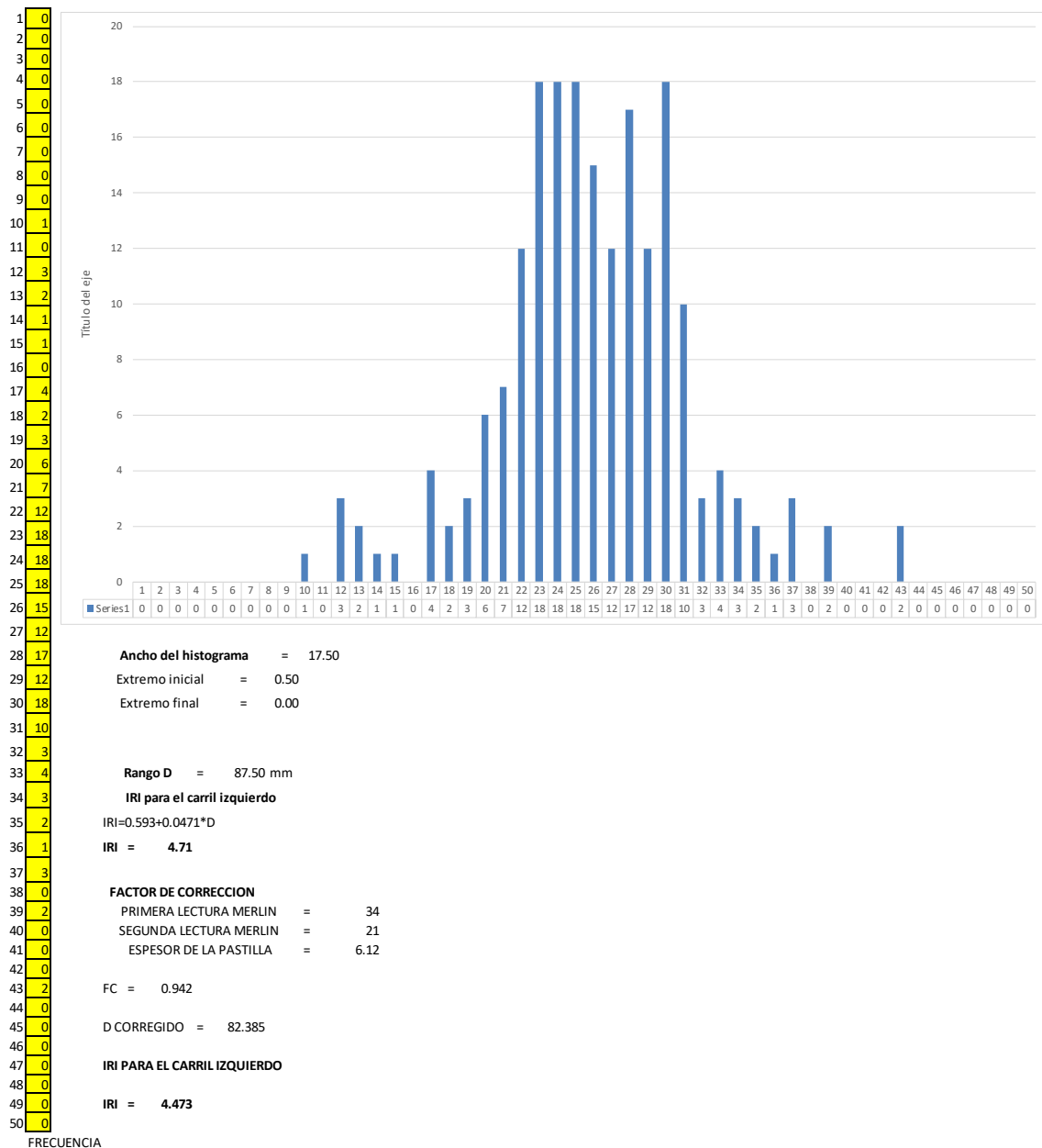
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 6.675

FRECUENCIA

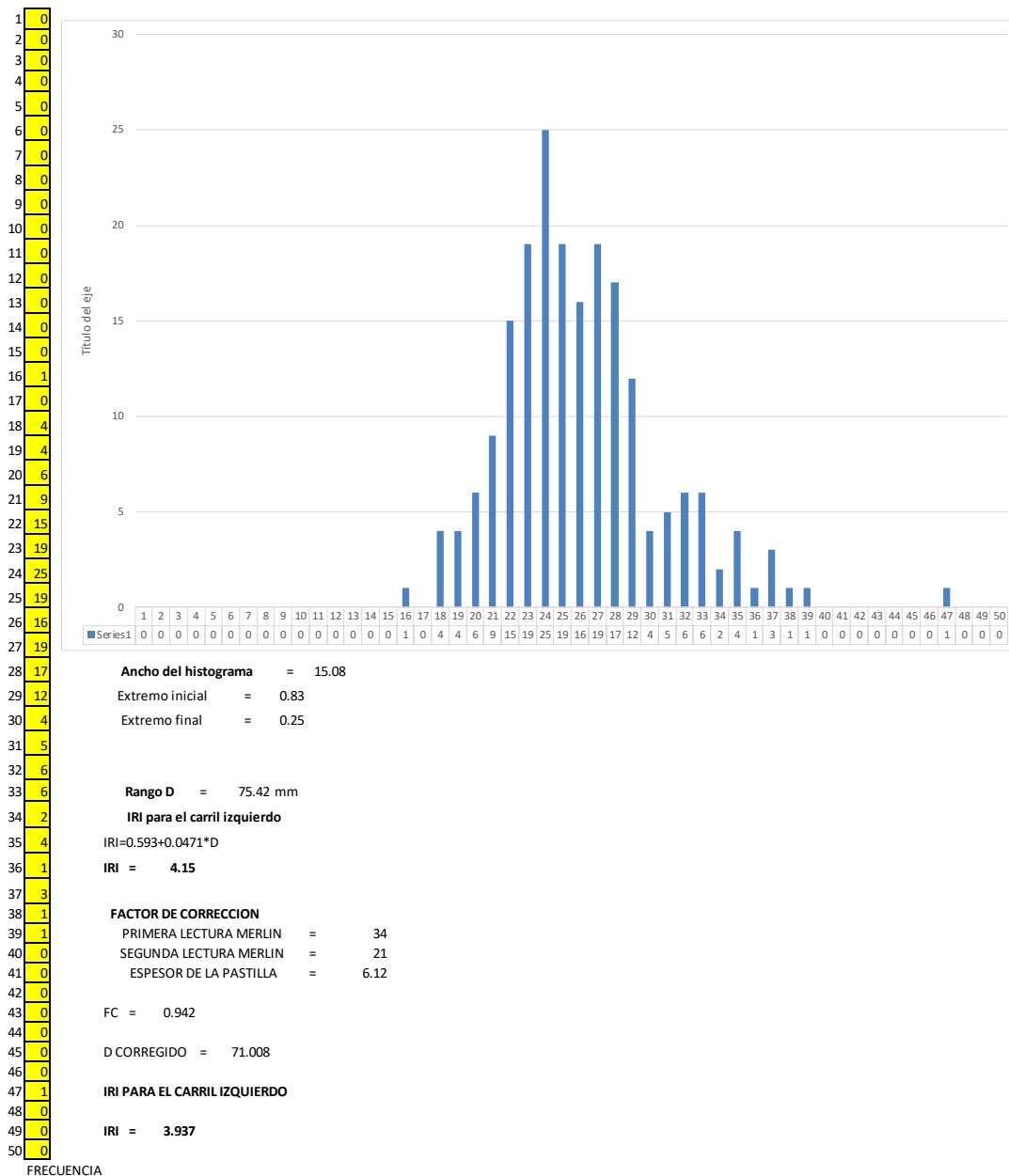


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 73+850



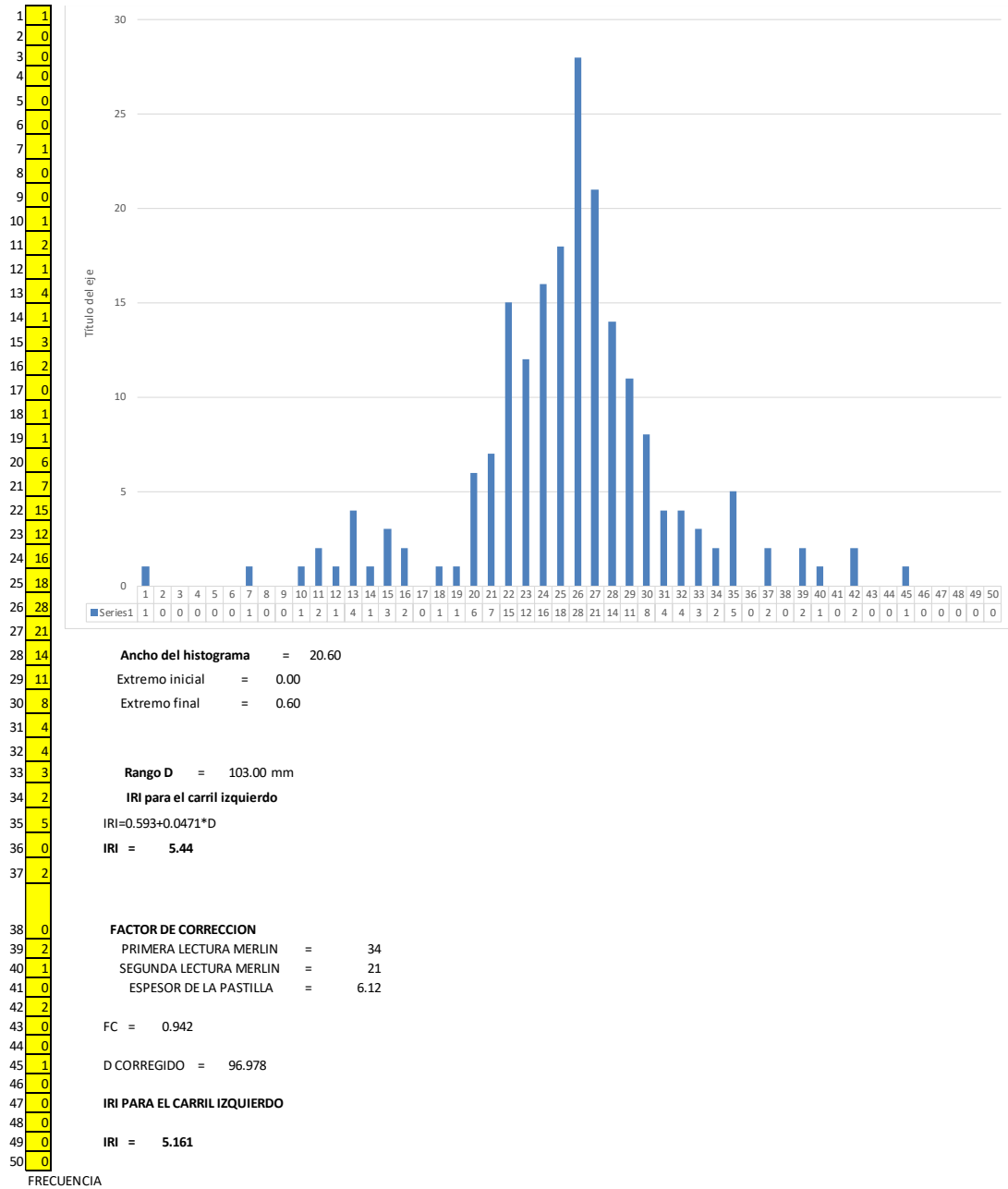


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 73+050





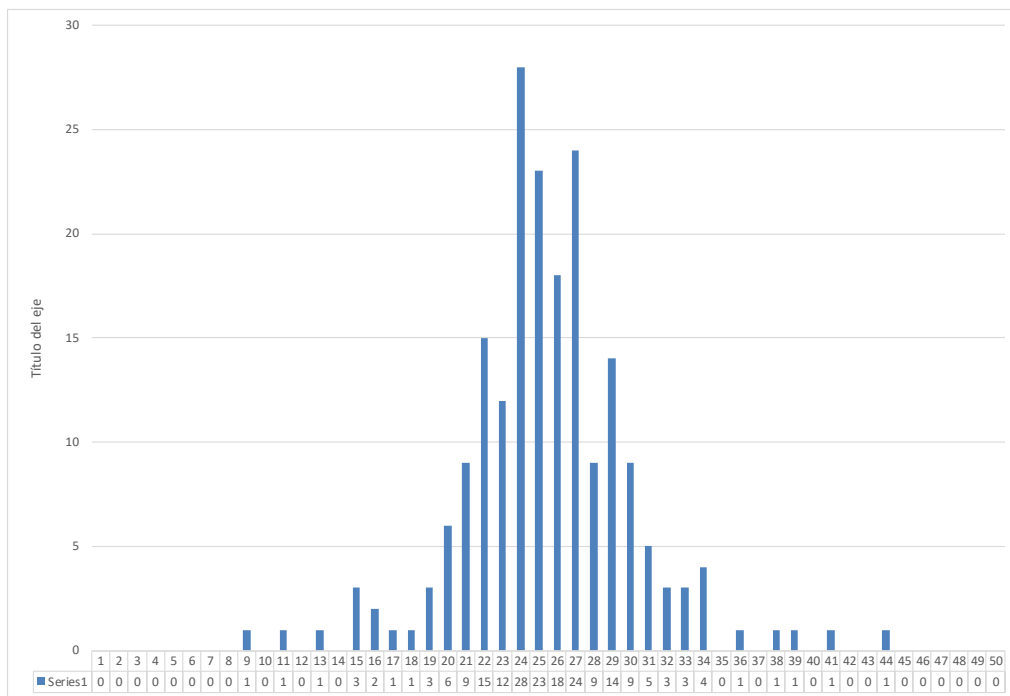
IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 73+850





IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 72+650

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	1
10	0
11	1
12	0
13	1
14	0
15	3
16	2
17	1
18	1
19	3
20	6
21	9
22	15
23	12
24	28
25	23
26	18
27	24
28	9
29	14
30	9
31	5
32	3
33	3
34	4
35	0
36	1
37	0
38	1
39	1
40	0
41	1
42	0
43	0
44	1
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0



Ancho del histograma = 14.67
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.67

Rango D = 73.33 mm

IRI para el carril izquierdo

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 4.05

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 69.046

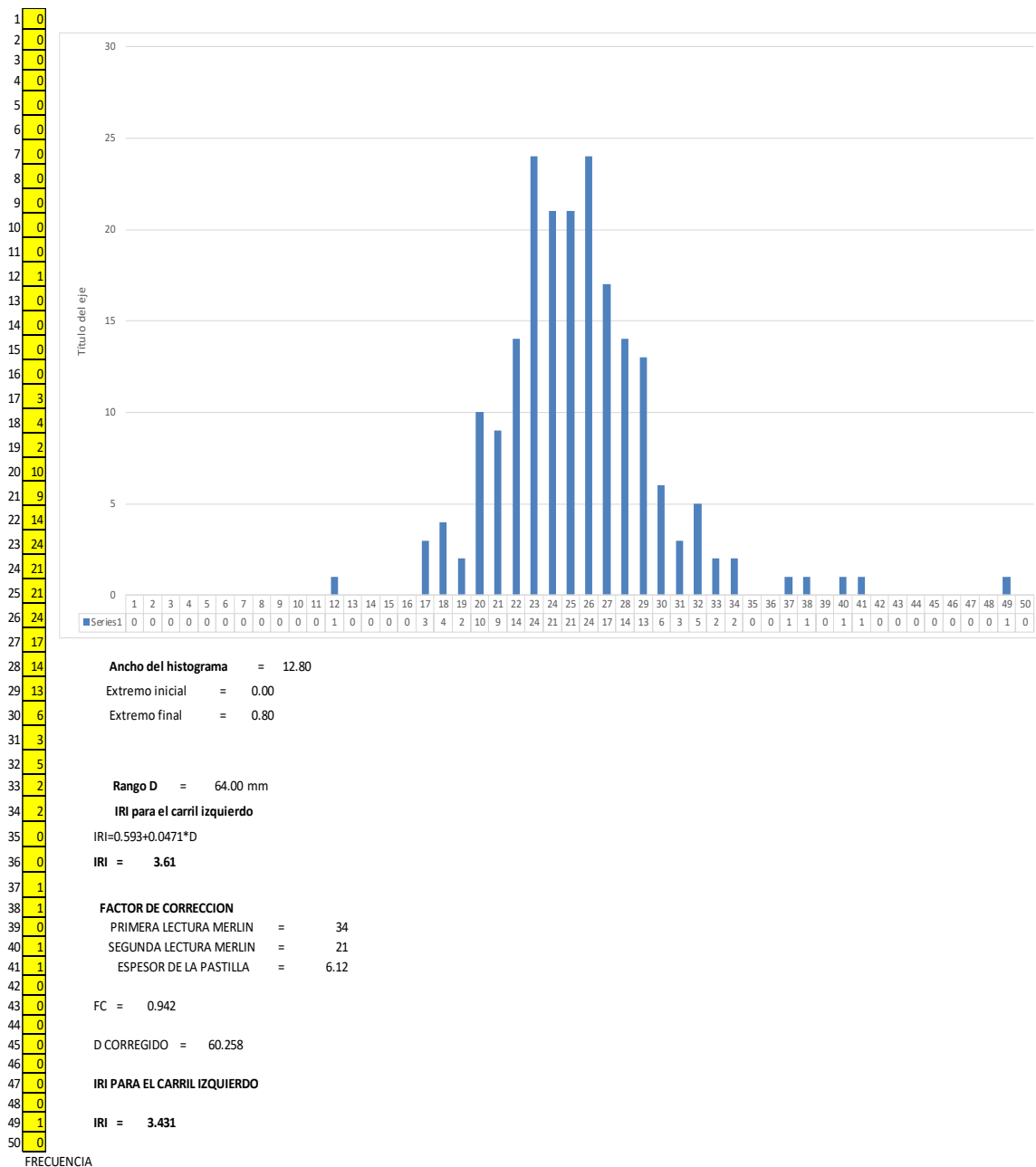
IRI PARA EL CARRIL IZQUIERDO

IRI = 3.845

FRECUENCIA

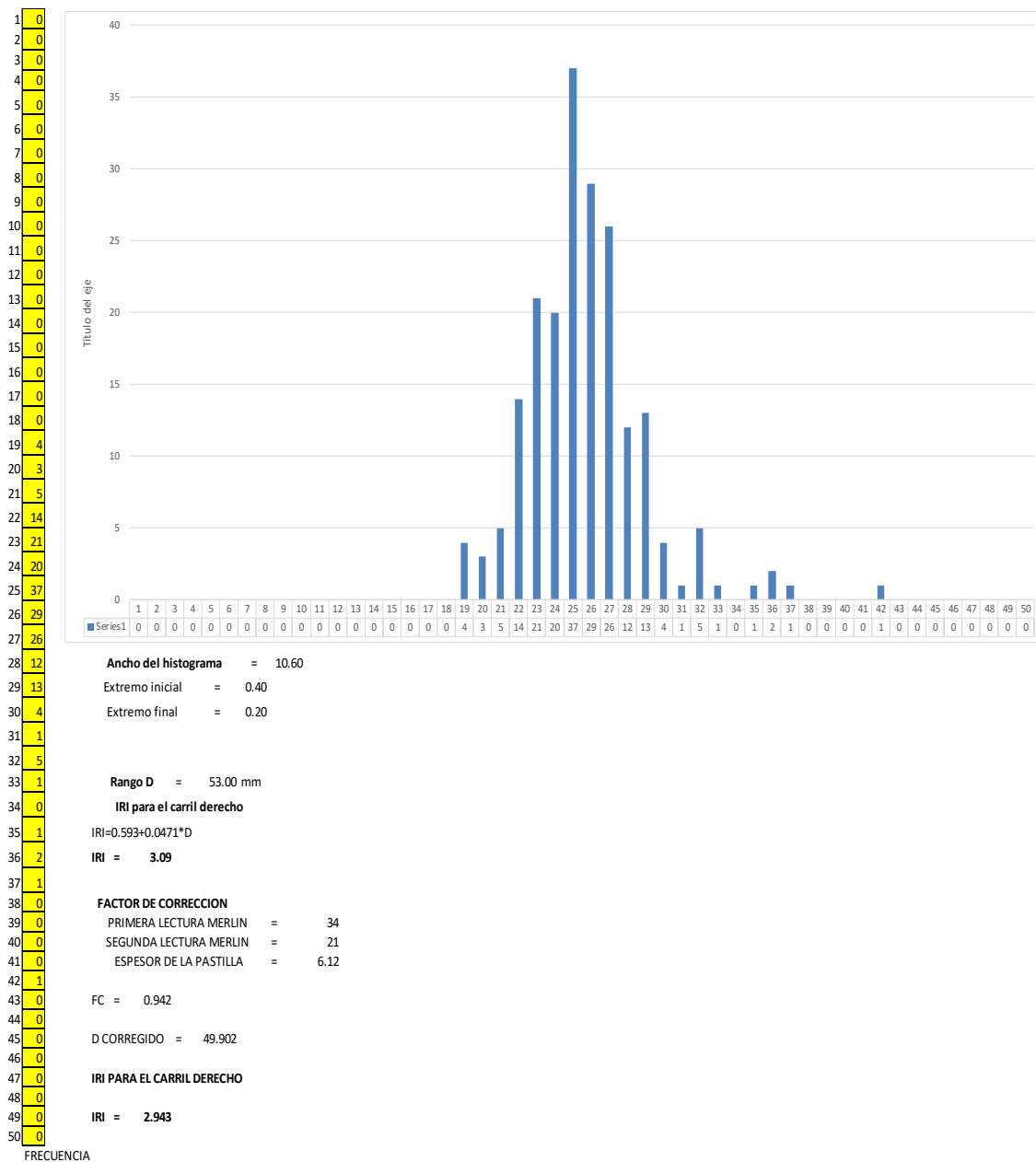


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 72+250



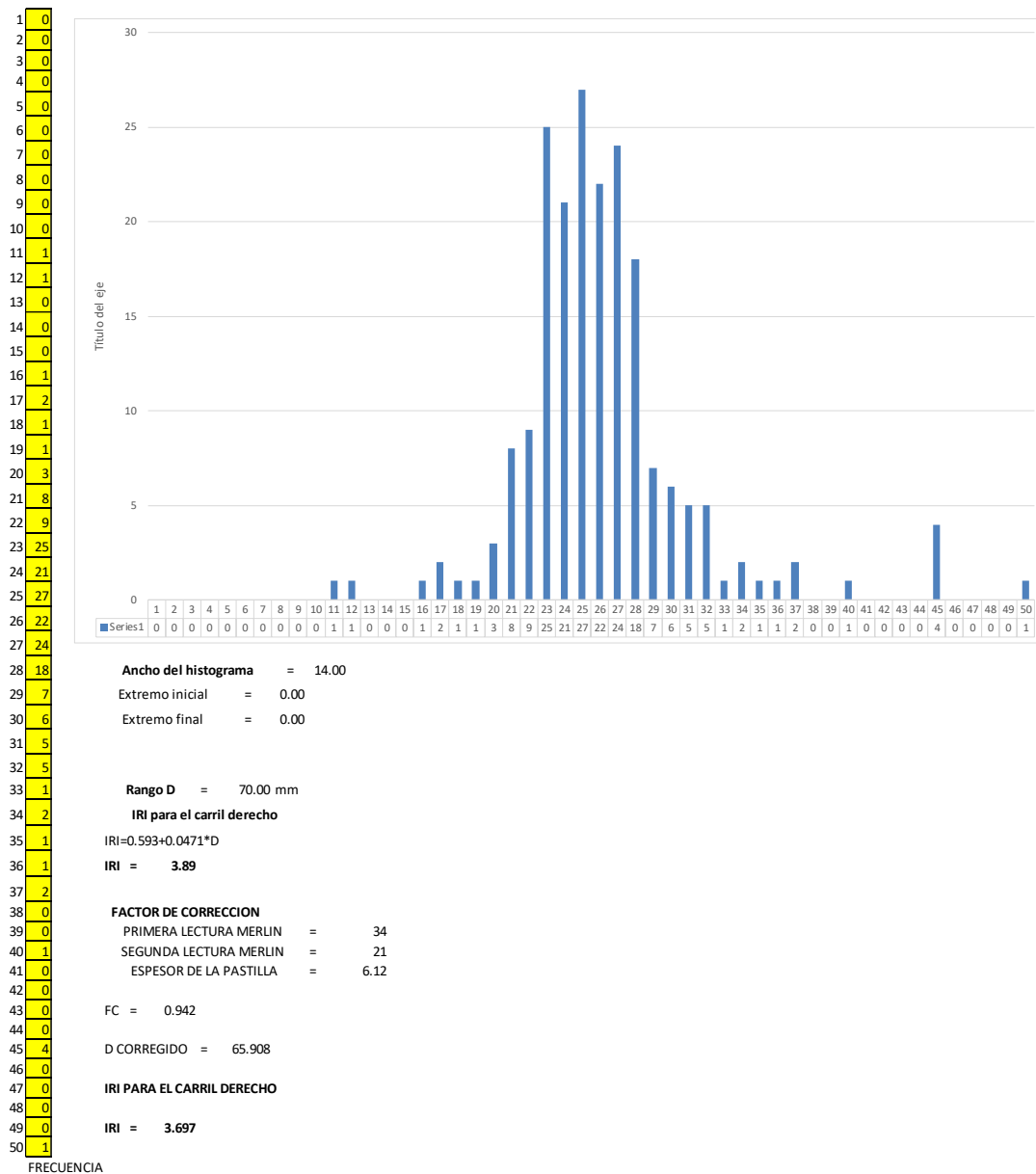


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN DERECHA KM 71+850



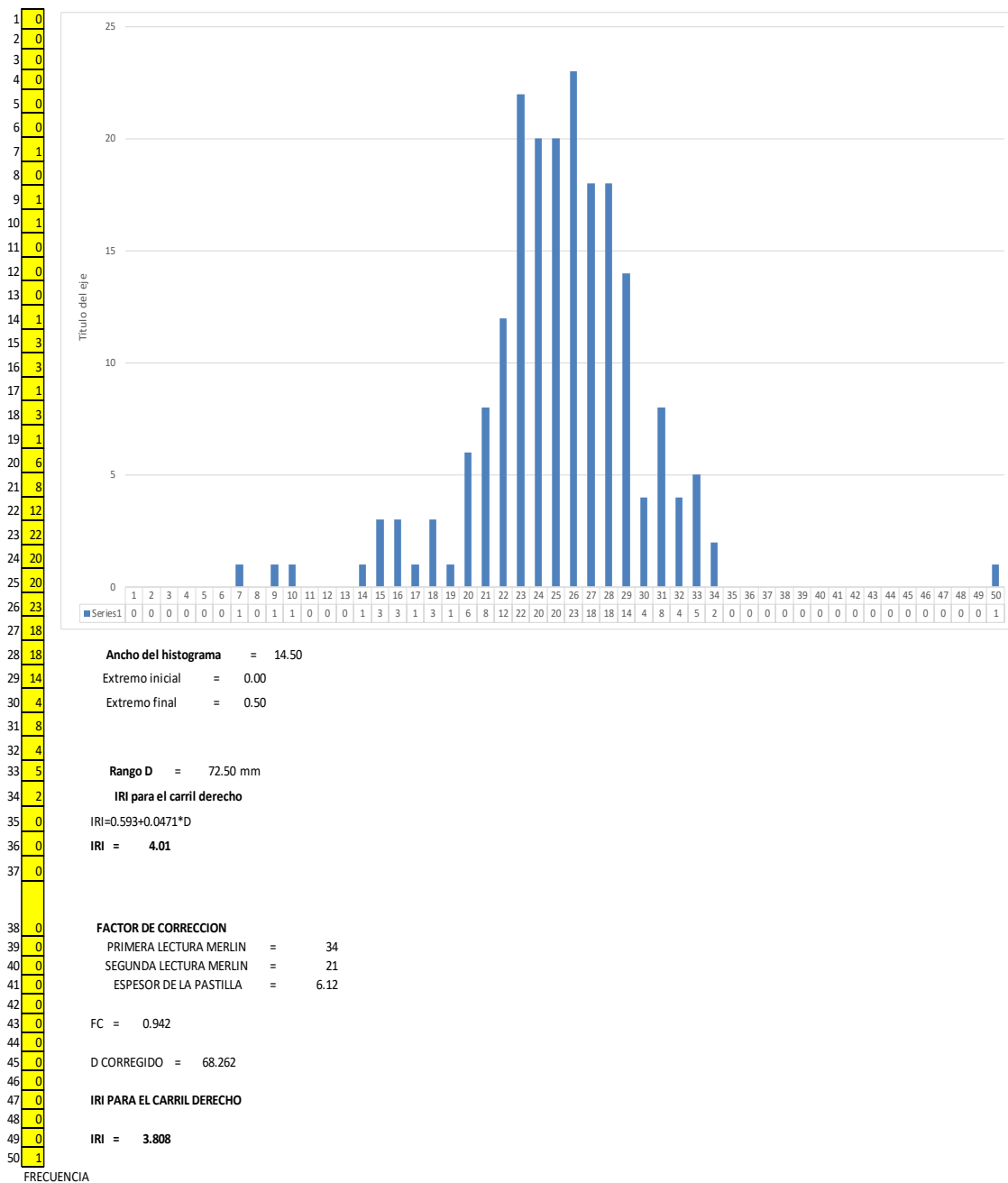


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN DERECHA KM 72+250



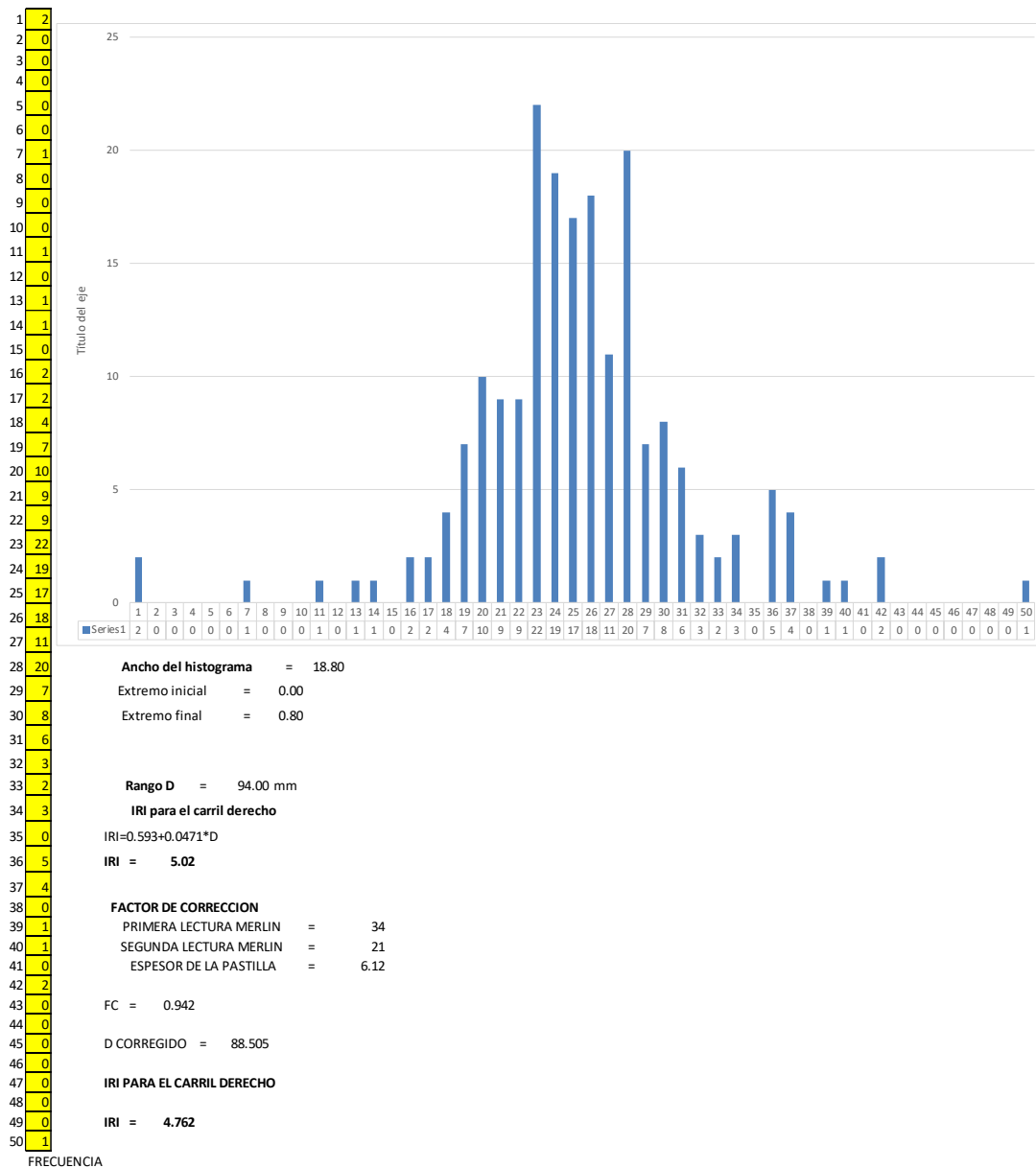


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN DERECHA KM 72+650



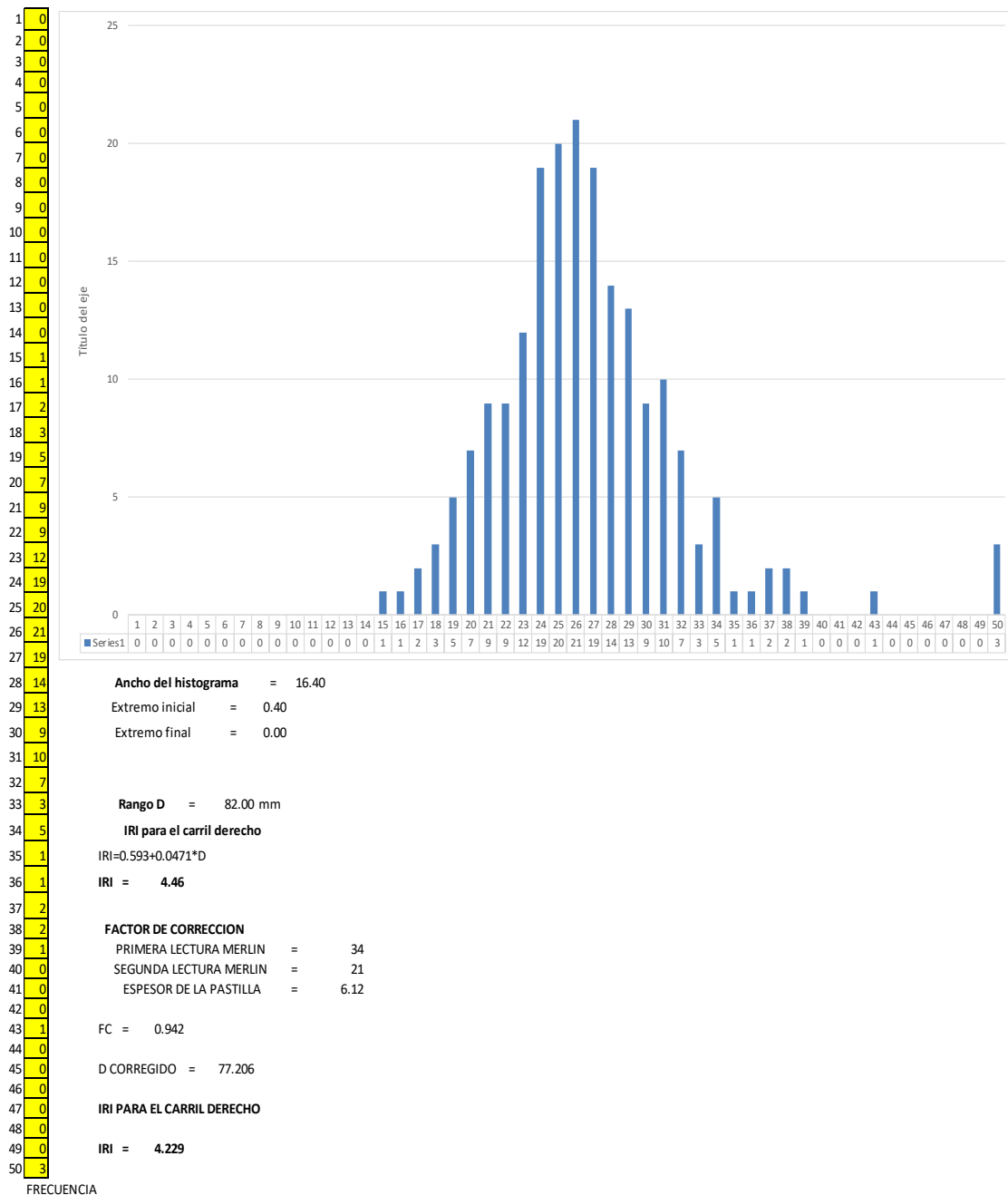


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN DERECHA KM 73+050



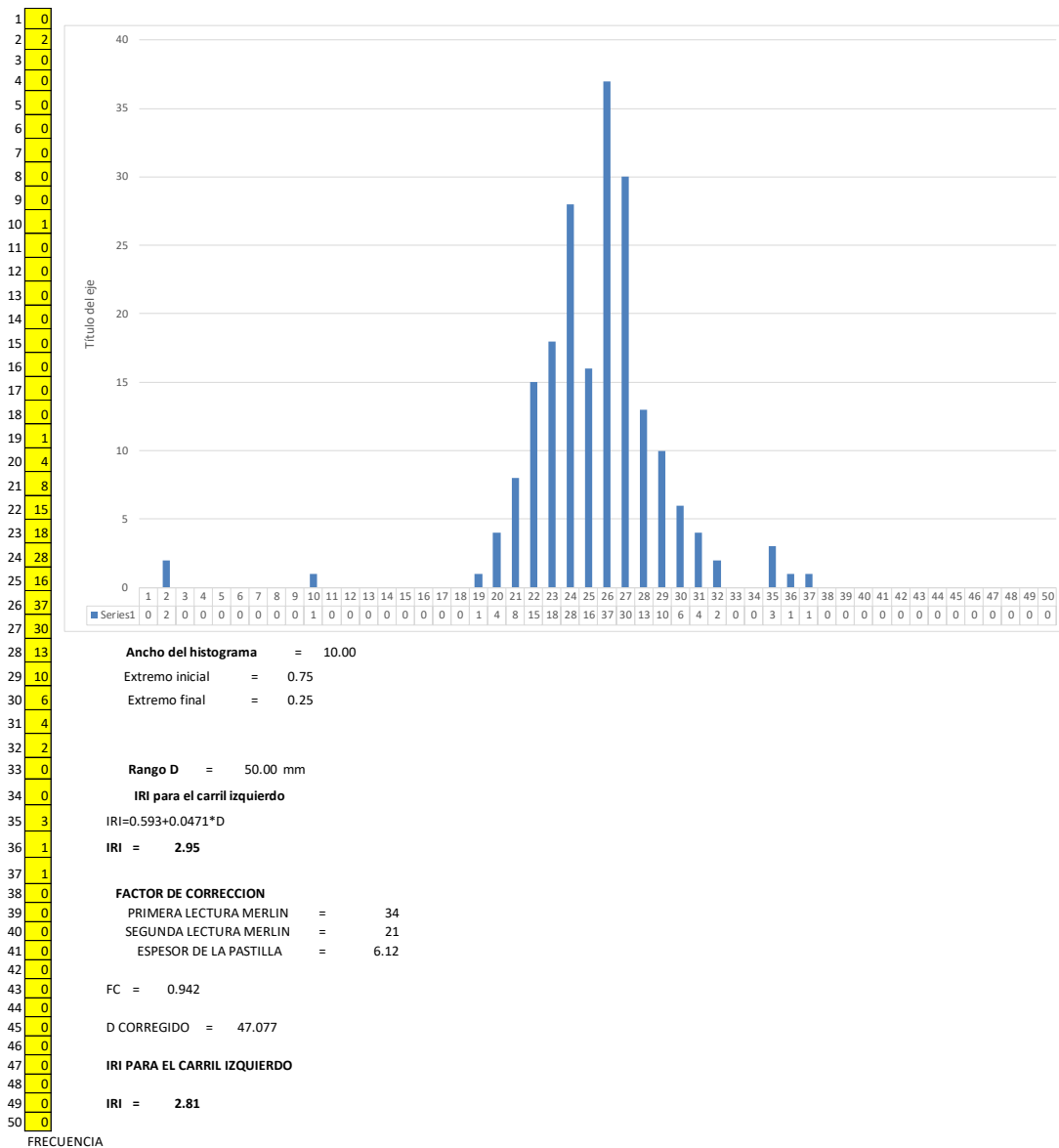


IRI TRAMO MOCCOPATA DIRECCIÓN DERECHA KM 73+450



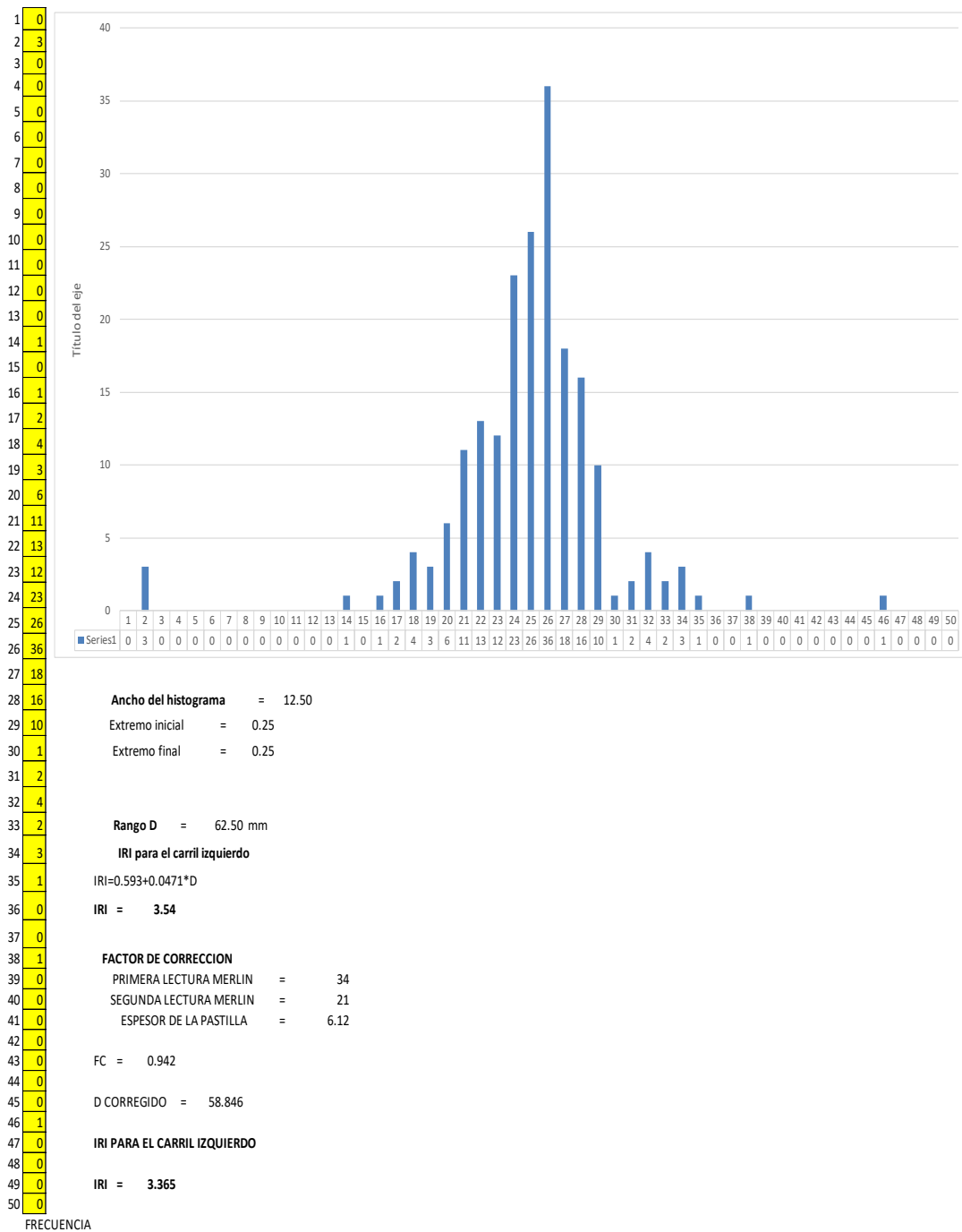


IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 79+000



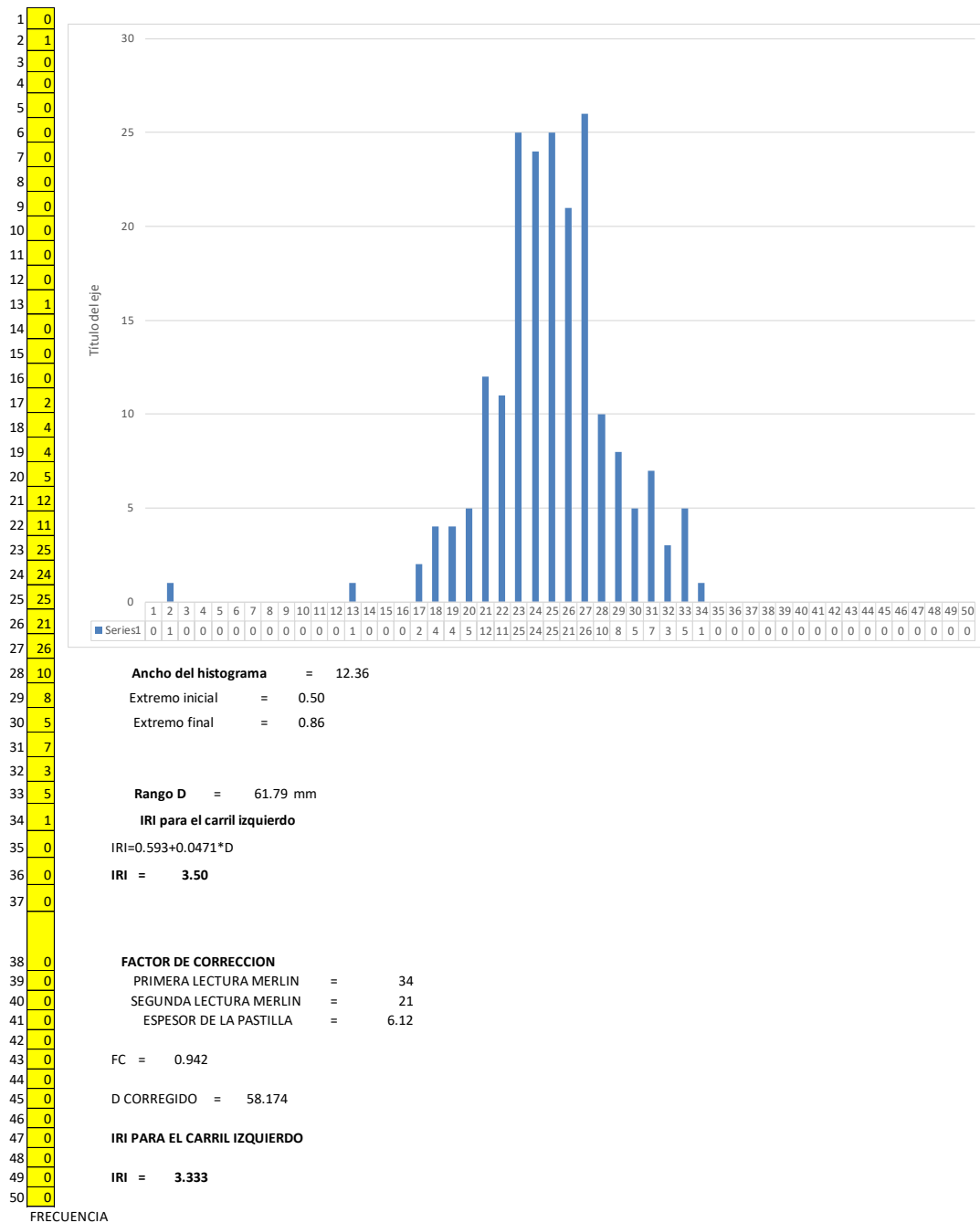


IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 78+600



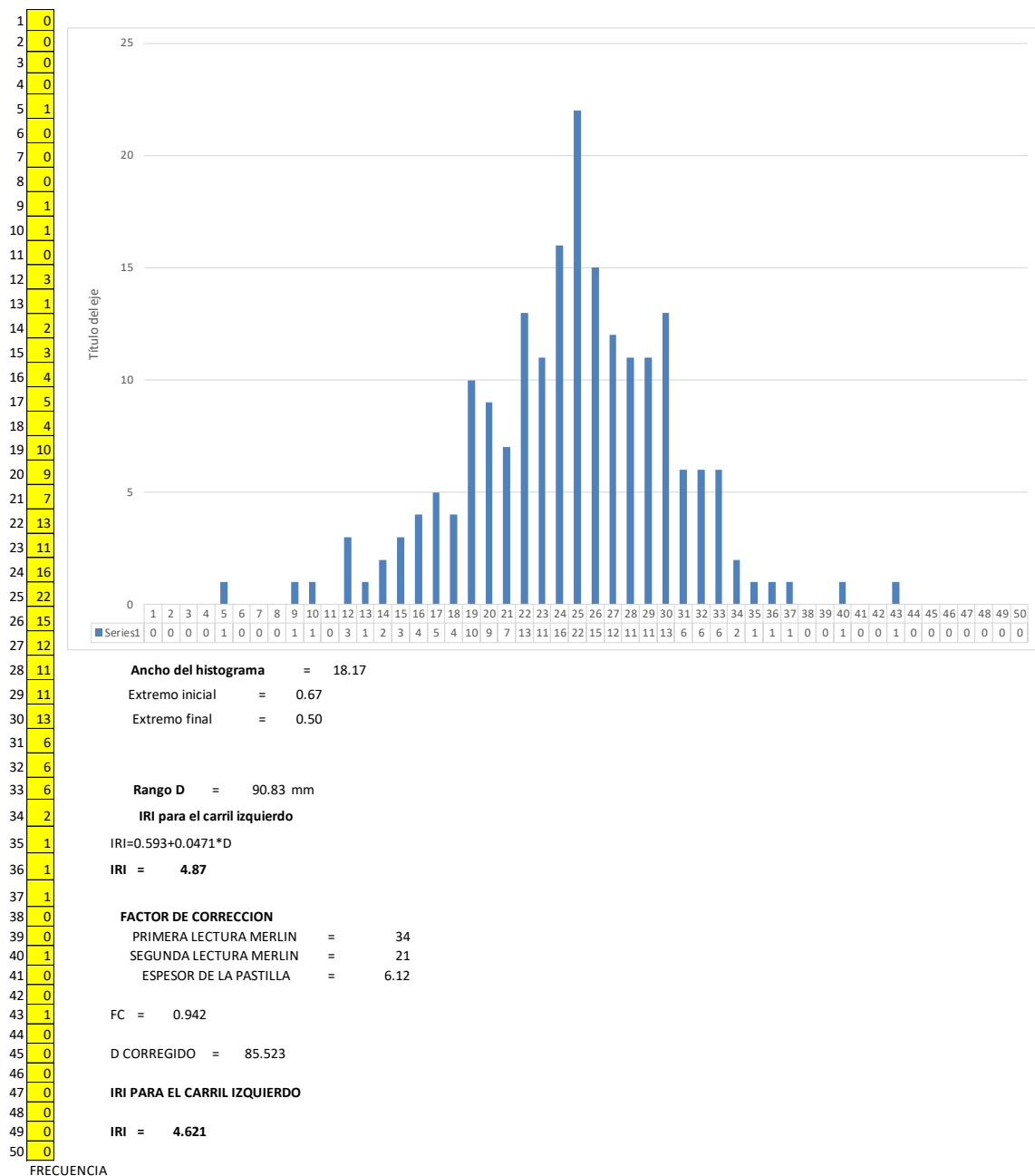


IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 78+200



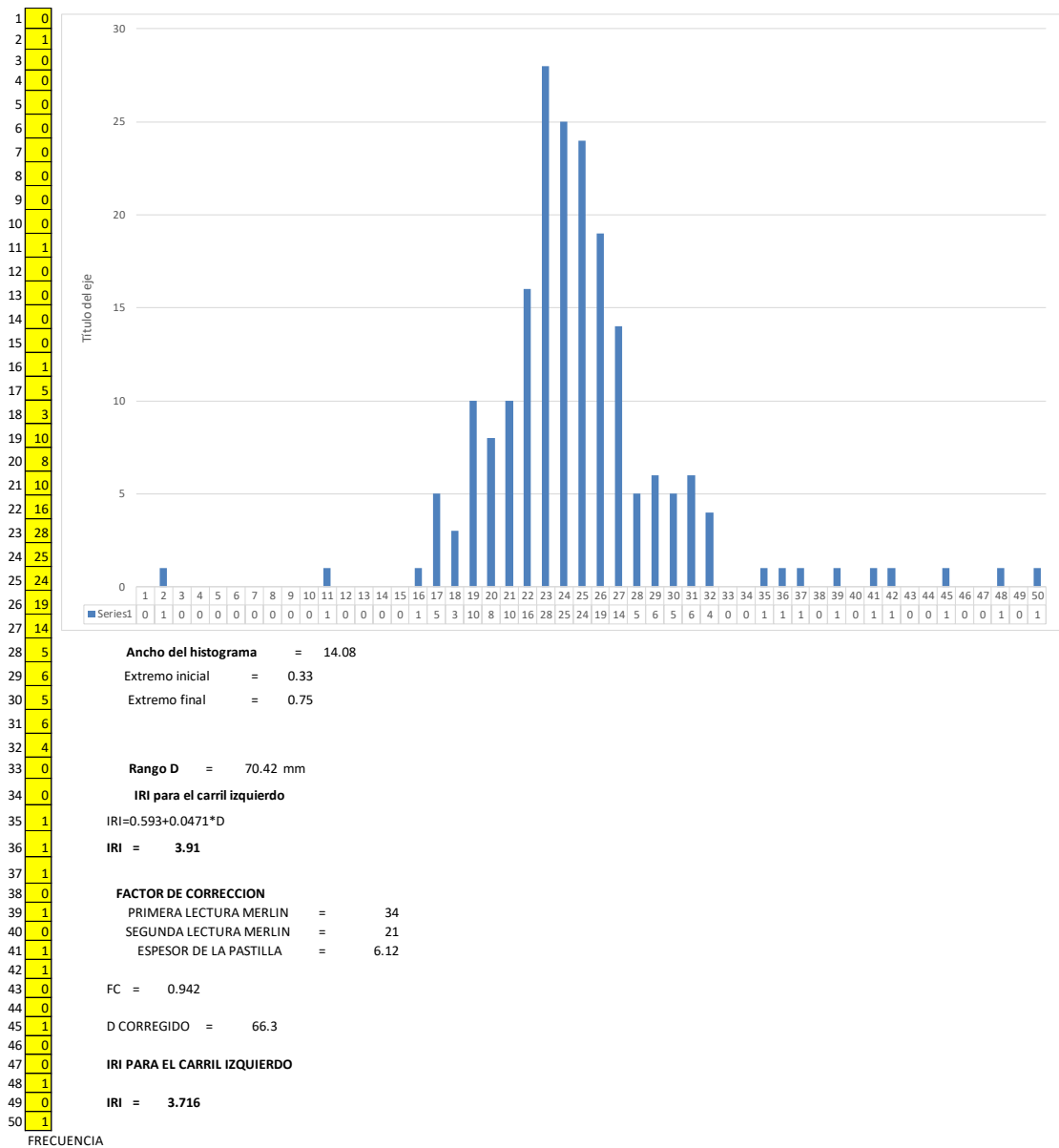


IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 77+800



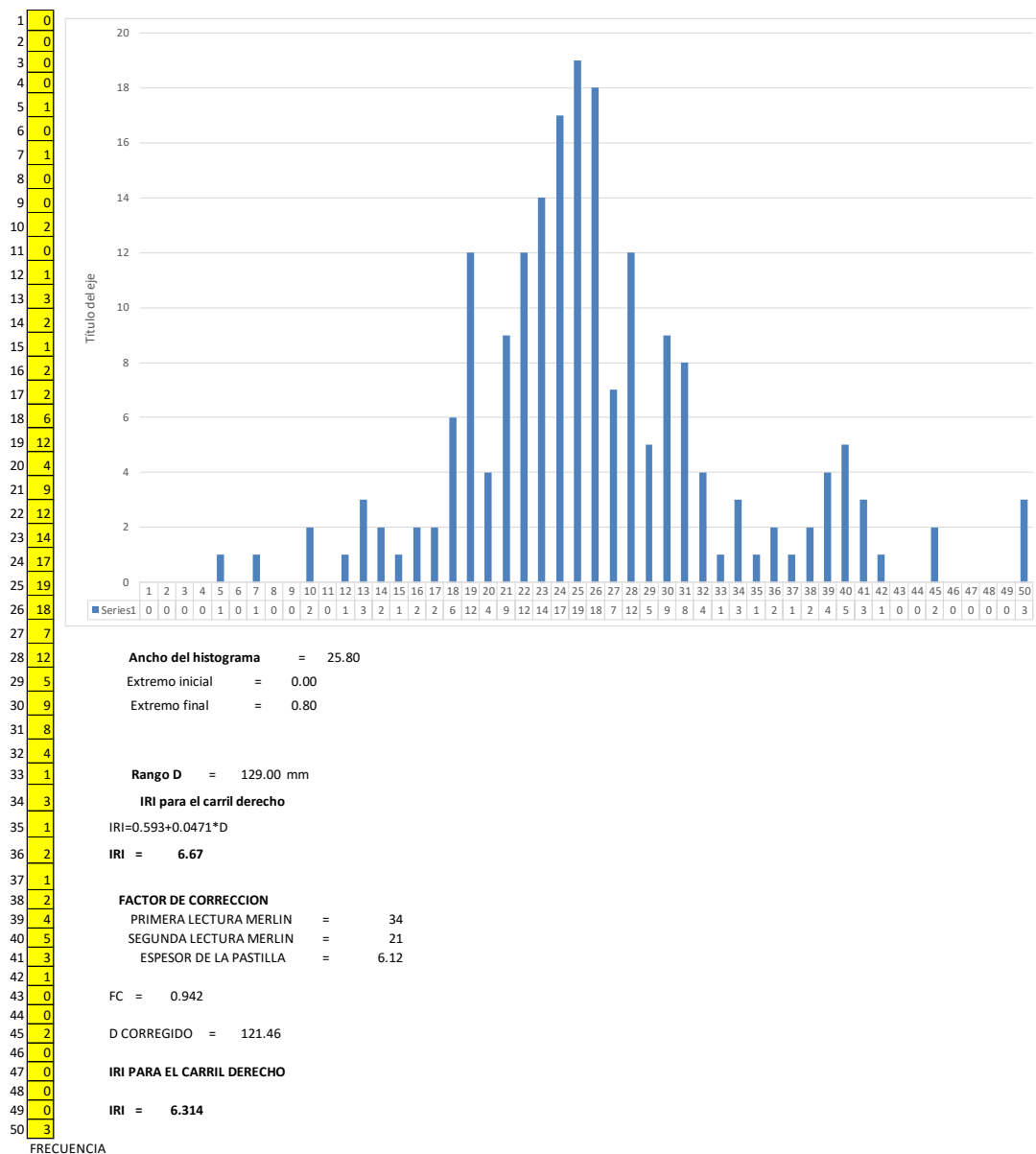


IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN IZQUIERDA KM 77+400





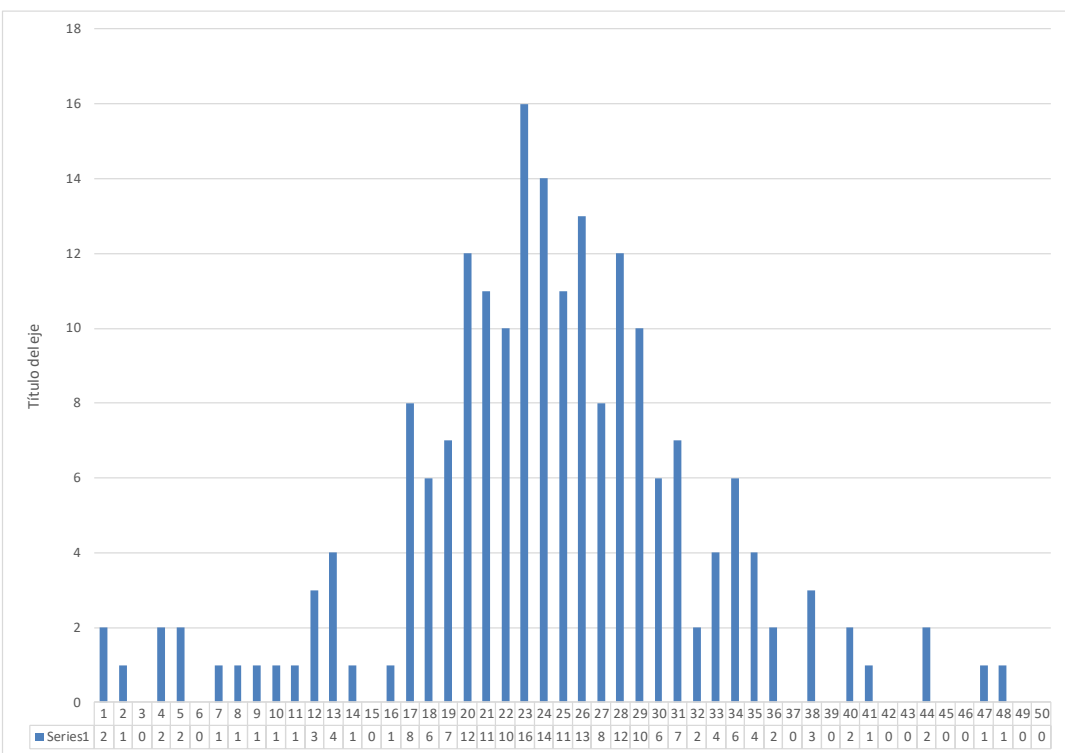
IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN DERECHA KM 77+000





IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN DERECHA KM 77+400

1 2
 2 1
 3 0
 4 2
 5 2
 6 0
 7 1
 8 1
 9 1
 10 1
 11 1
 12 3
 13 4
 14 1
 15 0
 16 1
 17 8
 18 6
 19 7
 20 12
 21 11
 22 10
 23 16
 24 14
 25 11
 26 13
 27 8
 28 12
 29 10
 30 6
 31 7
 32 2
 33 4
 34 6
 35 4
 36 2
 37 0
 38 3
 39 0
 40 2
 41 1
 42 0
 43 0
 44 2
 45 0
 46 0
 47 1
 48 1
 49 0
 50 0



Ancho del histograma = 25.00
 Extremo inicial = 0.00
 Extremo final = 0.00

Rango D = 125.00 mm

IRI para el carril derecho

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 6.48

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 117.69

IRI PARA EL CARRIL DERECHO

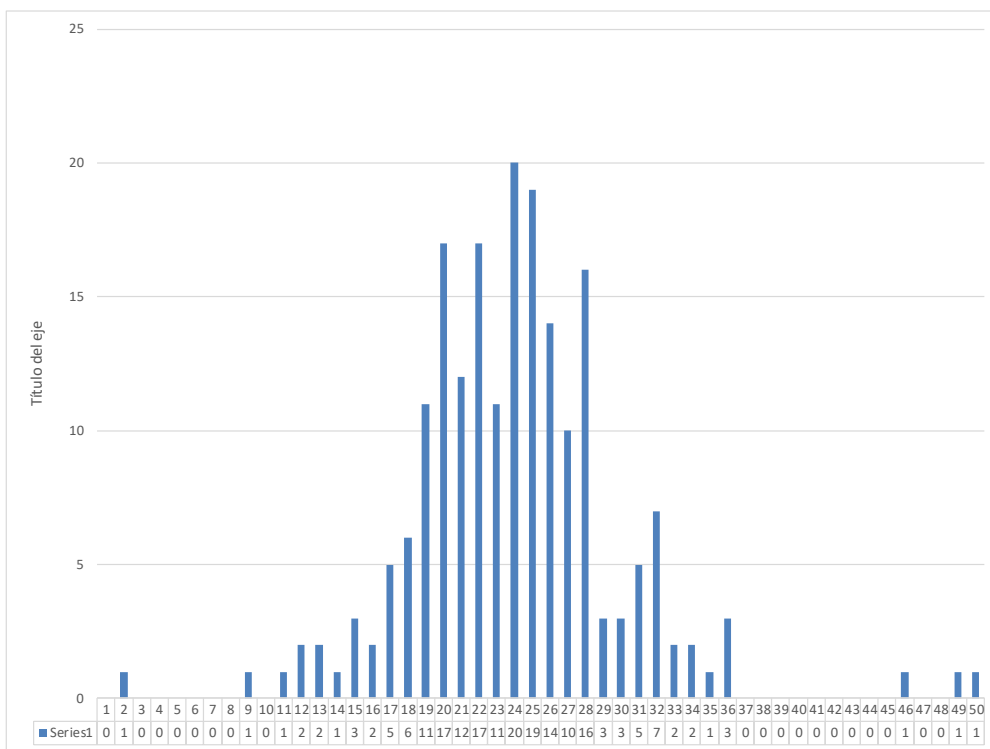
IRI = 6.136

FRECUENCIA



IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN DERECHA KM 77+800

1	0
2	1
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	1
10	0
11	1
12	2
13	2
14	1
15	3
16	2
17	5
18	6
19	11
20	17
21	12
22	17
23	11
24	20
25	19
26	14
27	10
28	16
29	3
30	3
31	5
32	7
33	2
34	2
35	1
36	3
37	0
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	1
47	0
48	0
49	1
50	1



Ancho del histograma = 17.83
 Extremo inicial = 0.33
 Extremo final = 0.50

Rango D = 89.17 mm

IRI para el carril derecho

$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

IRI = 4.79

FACTOR DE CORRECCION

PRIMERA LECTURA MERLIN = 34
 SEGUNDA LECTURA MERLIN = 21
 ESPESOR DE LA PASTILLA = 6.12

FC = 0.942

D CORREGIDO = 83.954

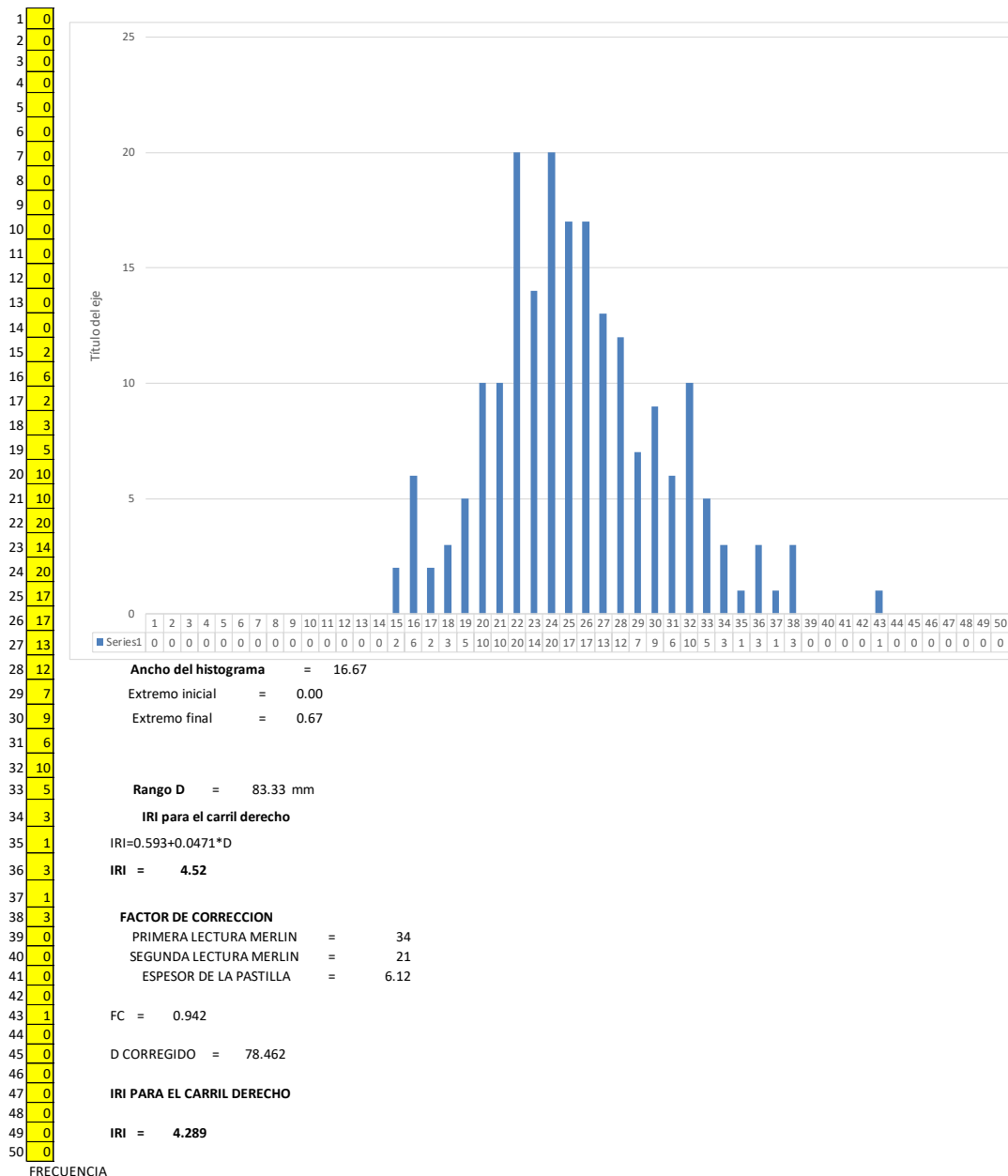
IRI PARA EL CARRIL DERECHO

IRI = 4.547

FRECUENCIA

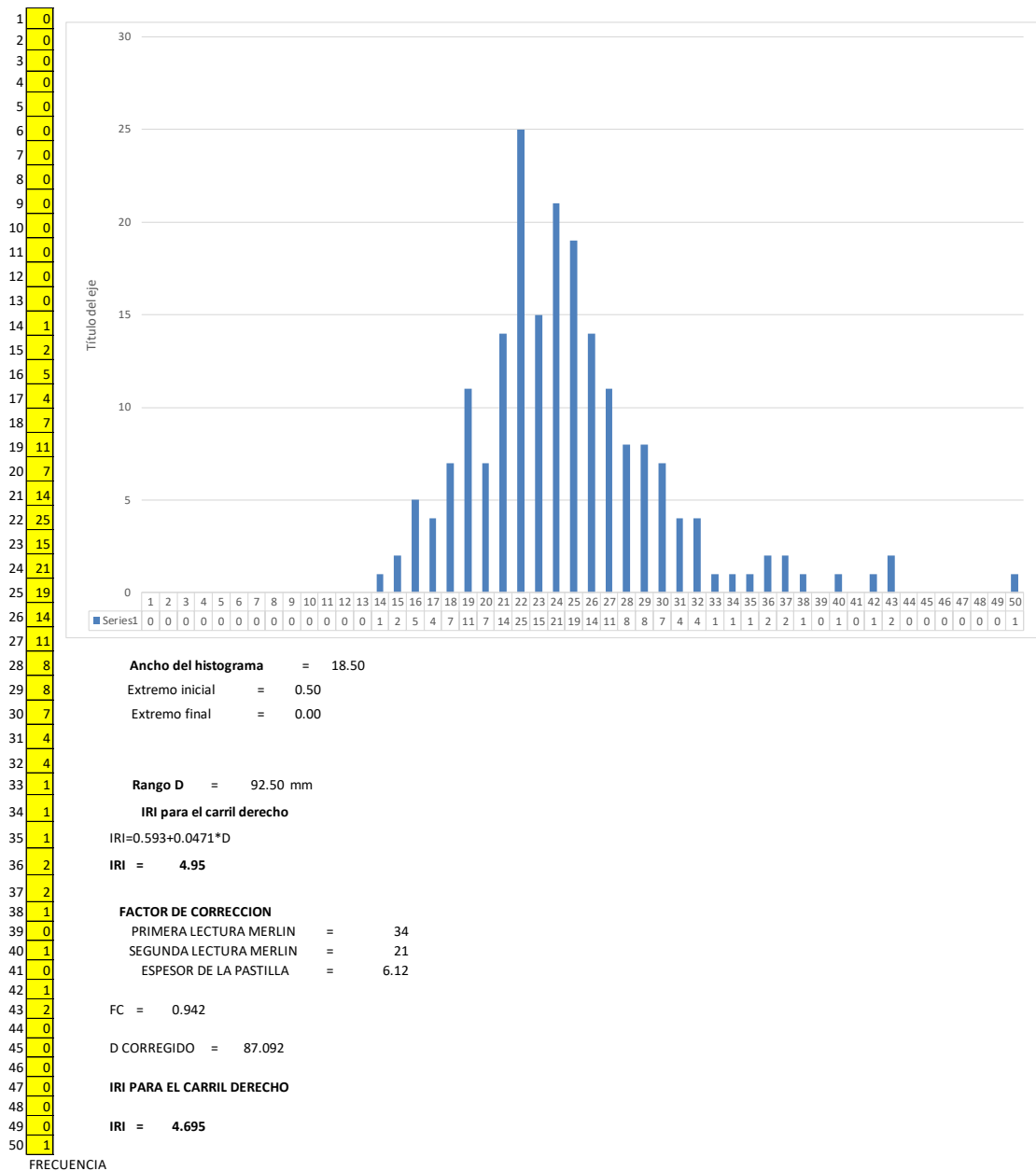


IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN DERECHA KM 78+200





IRI TRAMO YANAHUARA DIRECCIÓN DERECHA KM 78+600





ANEXO B: PERCENTIL 85 DE LA VELOCIDAD

Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantayambo, 2020										
Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantayambo				Ensayo N°:		1		
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto				KM:				
Fecha:		21/01/2020				Hora:		10:36		
Tramo:		PISAC				Dirección:		DERECHO (PISAC - OLLANTAYAMBO)		
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h				
1		36	51	42		50				
2		34	59	29		51				
3		42	44	30		41				
4		79	55	32		41				
5		81	36	52		45				
6		52	64	44		54				
7		51	44	53						
8		63	53	51						
9		50	60	55						
10		54	45	57						
11		38	44	45						
12		58	32	54						
13		54		75						
14		76		55						
15		48		75						
16		86		42						
17		57		63						
18		40		32						
19		46		35						
20		46		35						
21		41								
22		58								
23		43								
24		37								
25		82								
TOTAL		37		20		6				
Estadísticos										
VELOCIDAD										
N		Válido		63						
		Perdidos		0						
Percentiles		85		63.00						



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo			Ensayo N°:		1	
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto			KM:			
Fecha:		21/01/2020			Hora:		10:36	
Tramo:		PISAC			Dirección:		IZQUIERDO (OLLANTAUTAMBO - PISAC)	
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h		
1		63	47	44			43	
2		24	47				45	
3		40	53				52	
4		37	45				40	
5		53	34				30	
6		53	40				40	
7		52	50					
8		66	45					
9		55	47					
10		52	67					
11		49	45					
12		65	42					
13		63	61					
14		70	62					
15		48	25					
16		65	74					
17		45	43					
18		55	71					
19		54	51					
20		57	63					
21		60	44					
22		65	47					
23		55	63					
24		56	72					
25		55	60					
TOTAL		35		22		6		
Estadísticos								
VELOCIDAD								
N	Válido					63		
	Perdidos					0		
Percentiles	85					65.00		



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo					
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto				Ensayo N°:	2
Fecha:		21/01/2020				KM:	
Tramo:		LAMAY				Hora:	11:49
Dirección:		DERECHO (PISAC - OLLANTAYTAMBO)					
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h	
1		64	64	66		58	
2		88	72	80		64	
3		70	64	82		71	
4		93	73	99		45	
5		78	85	73		53	
6		88	81	72		67	
7		53		73		54	
8		71		89			
9		87		80			
10		87		80			
11		86		75			
12		48		77			
13		79		71			
14		75		92			
15		62		74			
16		57		86			
17		73		85			
18		77		63			
19		95		67			
20		94		66			
21		80		75			
22		68		86			
23		75		69			
24		76		72			
25		69		77			
TOTAL		31		25		7	

63

Estadísticos

VELOCIDAD		
N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	85	87.00



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo					Ensayo N°:		2	
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto					KM:			
Fecha:		21/01/2020					Hora:		11:49	
Tramo:		LAMAY								
Dirección:		IZQUIERDO (OLLANTAYTAMBO - PISAC)								
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h				
1		94	62		77		61			
2		86	67		60		57			
3		73	59		70		77			
4		86	58		70		44			
5		60	50		78		22			
6		61	54		73		50			
7		65	98		59					
8		94			94					
9		77			94					
10		84			62					
11		96			64					
12		64			97					
13		60			74					
14		67			66					
15		89			57					
16		69			86					
17		64			70					
18		65			53					
19		78			68					
20		92			58					
21		73			65					
22		59			66					
23		85			98					
24		84			64					
25		77			65					
	TOTAL	32		25		6		63		

Estadísticos

VELOCIDAD	
N	Válido 63
	Perdidos 0
Percentiles	85 90.20



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo								
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto								
Fecha:		21/01/2020				Ensayo N°:		3		
Tramo:		CALCA				KM:				
Dirección:		DERECHO (PISAC - OLLANTAYTAMBO)				Hora:		13:45		
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h				
1		42	47		59			26		
2		40	52		62			36		
3		45	62		37			30		
4		51	72		63			38		
5		58	52		59			63		
6		51	56		30			47		
7		57	45		32			38		
8		58	44		25			45		
9		48	50		36			44		
10		39	49		40					
11		40			33					
12		50			34					
13		56			60					
14		48			35					
15		55			60					
16		30			40					
17		50			60					
18		61			44					
19		38			63					
20		50								
21		53								
22		41								
23		45								
24		57								
25		46								
TOTAL		35		19		9				63

Estadísticos

VELOCIDAD

N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	65	60.00



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo								
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto								
Fecha:		21/01/2020				Ensayo N°:		3		
Tramo:		CALCA				KM:				
Dirección:		IZQUIERDO (OLLANTAYTAMBO - PISAC)				Hora:		13:45		
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h				
1		38	38		51			52		
2		32	50		63			49		
3		47	60		47			28		
4		44	46		48			28		
5		44	65		55			48		
6		54	64		45			38		
7		62	53		49			30		
8		53	30		54			35		
9		53	46		52					
10		58	51		52					
11		60			39					
12		30			40					
13		43			41					
14		65			45					
15		54			60					
16		63			49					
17		60			80					
18		43			40					
19		60			33					
20		53			50					
21		41								
22		40								
23		57								
24		42								
25		42								
TOTAL		35		20		8				63
Estadísticos										
VELOCIDAD										
N	Válido	63								
	Perdidos	0								
Percentiles	85	60.00								



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo						Ensayo N°:		4	
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto						KM:			
Fecha:		21/01/2020						Hora:		17:24	
Tramo:		YUCAY									
Dirección:		DERECHO (PISAC - OLLANTAYTAMBO)									
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h					
1		75	74	66	88	41					
2		55	76	74	81	38					
3		69	58	43	70	36					
4		70	77	66	97	54					
5		87	75	64	78	35					
6		65	57	66	76	54					
7		65		79	83	58					
8		63		81	69	80					
9		98		79	85	38					
10		62		82	70						
11		60		70							
12		61		76							
13		32		76							
14		57		56							
15		63		55							
16		62		72							
17		72		78							
18		48		66							
19		78		57							
20		70		62							
21		63		66							
22		70		83							
23		72		58							
24		80		60							
25		65		75							
TOTAL		31		25		7				63	

Estadísticos

VELOCIDAD

N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	65	78.00



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo						
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto						
Fecha:		21/01/2020				Ensayo N°: 4		
Tramo:		YUCAY				KM:		
Dirección:		IZQUIERDO (OLLANTAYTAMBO - PISAC)				Hora: 17:24		
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h		
1		48	96	69		51		
2		51	55	59		66		
3		60	66	49		62		
4		49	57	80		52		
5		45	77	71		49		
6		55	65	58		68		
7		48		66		70		
8		46		40		82		
9		54		54				
10		63		47				
11		63		49				
12		82		80				
13		57		60				
14		66		61				
15		66		70				
16		46		48				
17		57		66				
18		77		51				
19		84		67				
20		72		72				
21		65		61				
22		72		72				
23		74		59				
24		80		62				
25		63		57				
TOTAL		31		24		8		63

Estadísticos

VELOCIDAD		
N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	65	75.20



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo					
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto					
Fecha:		21/01/2020					
Tramo:		MOCCOPATA					
Dirección:		DERECHO (PISAC - OLLANTAYTAMBO)					
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h	
1		61	52	51		39	
2		48	72	46		42	
3		70	60	50		65	
4		78	55	52		66	
5		62	61	56		47	
6		51	47	59		33	
7		52	50	57			
8		62	58	57			
9		62		46			
10		61		54			
11		49		50			
12		56		46			
13		73		48			
14		80		54			
15		65		43			
16		58		62			
17		59		55			
18		60		56			
19		60		52			
20		65		55			
21		60		48			
22		59		20			
23		63					
24		55					
25		53					
TOTAL		33		22		8	

63

Estadísticos

VELOCIDAD

N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	65	64.40



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo					
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto					
Fecha:		21/01/2020					
Tramo:		MOCCOPATA					
Dirección:		IZQUIERDO (OLLANTAYTAMBO - PISAC)					
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h	
1		71	31	71	59	41	
2		65		66	70	52	
3		94		78	73	45	
4		63		52	77		
5		49		51	70		
6		59		57	57		
7		62		62	61		
8		90		74	61		
9		62		68	59		
10		60		73			
11		55		62			
12		74		64			
13		62		61			
14		56		53			
15		51		61			
16		65		65			
17		45		62			
18		80		57			
19		82		63			
20		55		51			
21		67		64			
22		74		67			
23		87		42			
24		82		60			
25		55		92			
TOTAL		26		34		3	
		63					

Estadísticos

VELOCIDAD

N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	65	75.20



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía:		Carretera Pisac Ollantaytambo							
Evaluado por:		Ed Gutierrez Carlotto							
Fecha:		21/01/2020				Ensayo N°:		6	
Tramo:		YANAHUARA				KM:			
Dirección:		DERECHO (PISAC - OLLANTAYTAMBO)				Hora:		13:20	
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h			
1		82	50	52		44			
2		69	80	59		56			
3		63	54	56		44			
4		53	70	60		58			
5		57	71	64		45			
6		71	75	59		34			
7		67		34		33			
8		71		63		56			
9		63		70		30			
10		55		79		45			
11		60		40		62			
12		65		64		51			
13		62		66					
14		66		52					
15		60		67					
16		63		65					
17		56		64					
18		58		69					
19		46		65					
20		57		54					
21		63							
22		54							
23		67							
24		71							
25		46							
TOTAL		31		20		12			

63

Estadísticos

VELOCIDAD

N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	65	70.00



Evaluación Comparativa de la Superficie de Rodadura en la Estimación del Nivel de Servicio y Capacidad Vial de la Carretera Pisac – Ollantaytambo, 2020



Nombre de la vía: Carretera Pisac Ollantaytambo							
Evaluado por: Ed Gutierrez Carlotto				Ensayo N°: 6			
Fecha: 21/01/2020				KM:			
Tramo: YANAHUARA				Hora: 13:20			
Dirección: IZQUIERDO (OLLANTAYTAMBO - PISAC)							
		Automoviles km/h		Autobuses km/h		Camiones km/h	
1		58		63	59	53	
2		74		58	60	46	
3		60		56	60	42	
4		52		54	67	41	
5		54		58	57	30	
6		50		54	64	32	
7		50		79	32	32	
8		61		65		30	
9		55		63			
10		42		56			
11		54		50			
12		67		44			
13		56		56			
14		63		59			
15		55		48			
16		52		58			
17		43		50			
18		53		50			
19		70		69			
20		42		73			
21		58		39			
22		64		53			
23		50		50			
24				75			
25				52			
TOTAL		23		32		8	63

Estadísticos

VELOCIDAD

N	Válido	63
	Perdidos	0
Percentiles	85	64.40



ANEXO C: CALCULO NIVEL DE SERVICIO SIN IRI MEDIANTE VELOCIDAD EN MAYORES TASAS DE FLUJO

CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO PISAC SIN IRI																																									
Datos																																									
Volumen de demanda:	296 veh/h			185	100%																																				
Dirección dividida:	60/40			111	X																																				
FHP:	0.91																																								
Tipo de terreno:	Plano			X =	0.6																																				
% Camión:	8 %																																								
% RVs:	37 %																																								
Ancho de carril:	9.35 ft																																								
Berma utilizable:	1 ft																																								
S _{fm} :	32 mi/h																																								
Puntos de acceso:	0 puntos/mi																																								
Zona de prohibido el paso:	20 %																																								
Estimación del FFS																																									
Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} =	32																																							
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V=	296																																							
Factor de ajuste de vehículos pesados	F _{HV,ATS1} :	0.96																																							
	F _{HV,ATS2} :	0.94																																							
		0.00776																																							
$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$																																									
FFS1:	34.41	mi/h																																							
FFS2:	34.45	mi/h																																							
Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)																																									
60%	0.6																																								
40%	0.4																																								
V1=	178	veh/h																																							
V2=	118	veh/h																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)</th> <th>Level Terrain and Specific Downgrades</th> <th>Rolling Terrain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>≤100</td><td>1.00</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.00</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.00</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.00</td><td>0.95</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.00</td><td>0.97</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.00</td><td>0.99</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>≥900</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> </tbody> </table>						Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain	≤100	1.00	0.73	200	1.00	0.80	300	1.00	0.85	400	1.00	0.90	500	1.00	0.95	600	1.00	0.97	700	1.00	0.99	800	1.00	1.00	≥900	1.00	1.00						
Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain																																							
≤100	1.00	0.73																																							
200	1.00	0.80																																							
300	1.00	0.85																																							
400	1.00	0.90																																							
500	1.00	0.95																																							
600	1.00	0.97																																							
700	1.00	0.99																																							
800	1.00	1.00																																							
≥900	1.00	1.00																																							
<small>Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.</small>																																									
fg, ATS dirección 1:	1																																								
fg, ATS dirección 2:	1																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Vehicle Type</th> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)</th> <th>Level and Specific Downgrade</th> <th>Rolling</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="8">Trucks, E_T</td><td>≤100</td><td>1.1</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.1</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.1</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.1</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.0</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.0</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td rowspan="2">RVs, E_R</td><td>≥900</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>All</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>						Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling	Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9	200	1.1	1.8	300	1.1	1.7	400	1.1	1.6	500	1.0	1.4	600	1.0	1.2	700	1.0	1.0	800	1.0	1.0	RVs, E_R	≥900	1.0	1.0	All	1.0	1.0
Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling																																						
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9																																						
	200	1.1	1.8																																						
	300	1.1	1.7																																						
	400	1.1	1.6																																						
	500	1.0	1.4																																						
	600	1.0	1.2																																						
	700	1.0	1.0																																						
	800	1.0	1.0																																						
RVs, E_R	≥900	1.0	1.0																																						
	All	1.0	1.0																																						
<small>Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.</small>																																									
	X=	178		X=	118																																				
	POSICION			POSICION																																					
	Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9																																	
	X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5																																	
	Y=	1.588		Y=	1.828																																				
E _T dirección 1	1.588																																								
E _T dirección 2	1.828																																								
E _R dirección 1	1																																								
E _R dirección 2	1																																								
$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$																																									
P _T	0.08																																								
P _R	0.37																																								
F _{HV,ATS1} :	0.96																																								
F _{HV,ATS2} :	0.94																																								



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V_{1,ATS}: 204
V_{2,ATS}: 139

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	2.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS = 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 178
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Y= 1.6312

X= 118
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Yo= 0.70
Y1= 1.90
Y= 0.9208

f_{nt,ATS} TRAMO 1 = 1.63
f_{nt,ATS} TRAMO 2 = 0.92

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 30.11
ATS_d Tramo 2 = 30.87

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	87.52 %
PFFS2 =	89.60 %

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autodistas Clase I		Clase II Carreteras PTSF (%)	Clase III Carreteras PFFS (%)
	ATS (mi/h)	PTSF (%)		
A	> 55	≤ 35	≤ 60	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 50-65	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
FF	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

NDS = B
NDS = B

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1624	veh/hr
C2 _{dATS} =	1594	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO LAMAY SIN IRI

Datos			
Volumen de demanda:	275 veh/h	275	100%
Dirección dividida:	40/60	109	X
FHP:	0.95		
Tipo de terreno:	Plano	X =	0.40
% Camión:	10 %		
% RVs:	40 %		
Ancho de carril:	9.35 ft		
Berma utilizable:	1 ft		
S _{fm} :	44.99 mi/h		
Puntos de acceso:	0 puntos/mi		
Zona de prohibido el paso:	20 %		

Estimación del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} = 44.99
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V= 275
Factor de ajuste de vehículos pesados promedio	F _{HV,ATS1} : 0.92
	F _{HV,ATS2} : 0.94
	0.00776

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$$

FFS:	47.31 mi/h
FFS:	47.26 mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

40%	0.4
60%	0.6
V1=	110 veh/h
V2=	165 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS dirección 1:	1
fg, ATS dirección 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
RVs, E_R	≥900	1.0	1.0
	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	110	X=	165
POSICION		POSICION	
Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.86	Y=	1.64

E _t dirección 1	1.86
E _t dirección 2	1.64
E _r dirección 1	1
E _r dirección 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

P _t	0.1
P _r	0.4
F _{HV,ATS1}	0.92
F _{HV,ATS2}	0.94



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V1,ATS: 126
V2,ATS: 185

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
<100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
<100	0.7	1.7	2.3	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
<100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
<100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
<100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $K_{d,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 110
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 0.82

X= 165
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 1.48

f_{nt,ATS} TRAMO 1 = 0.82
f_{nt,ATS} TRAMO 2 = 1.48

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 44.08
ATS_d Tramo 2 = 43.37

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	93.17	%
PFFS2 =	91.77	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autopistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≥ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 50-65	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
es	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

NDS = A
NDS = A

CAPACIDAD

C1d _{ATS} =	1565	veh/hr
C2d _{ATS} =	1598	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO CALCA SIN IRI																																									
Datos																																									
Volumen de demanda:	282 veh/h			282	100%																																				
Direccion dividida:	60/40			168	X																																				
FHP:	0.92																																								
Tipo de terreno:	Plano			X =	0.60																																				
% Camion:	14 %																																								
% RVs:	31 %																																								
Ancho de carril:	9.35 ft																																								
Berma utilizable:	1 ft																																								
S _{fm} :	29.68 mi/h																																								
Puntos de acceso:	0 puntos/mi																																								
Zona de prohibido el paso:	20 %																																								
Estimacion del FFS																																									
Velocidad media o promedio de dos carriles		S _{fm} =	29.68																																						
Velocidad de glujo de la demanda de dos carriles		V=	282																																						
Factor de ajuste de vehículos pesados		FHV,ATS1:	0.92																																						
		FHV,ATS2:	0.89																																						
			0.00776																																						
$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$																																									
	FFS:	32.06	mi/h																																						
	FFS:	32.14	mi/h																																						
Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)																																									
	60%	0.6																																							
	40%	0.4																																							
	V1=	169	veh/h																																						
	V2=	113	veh/h																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)</th> <th>Level Terrain and Specific Downgrades</th> <th>Rolling Terrain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>≤100</td><td>1.00</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.00</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.00</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.00</td><td>0.96</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.00</td><td>0.97</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.00</td><td>0.99</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>≥900</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> </tbody> </table>						Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain	≤100	1.00	0.73	200	1.00	0.80	300	1.00	0.85	400	1.00	0.90	500	1.00	0.96	600	1.00	0.97	700	1.00	0.99	800	1.00	1.00	≥900	1.00	1.00						
Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain																																							
≤100	1.00	0.73																																							
200	1.00	0.80																																							
300	1.00	0.85																																							
400	1.00	0.90																																							
500	1.00	0.96																																							
600	1.00	0.97																																							
700	1.00	0.99																																							
800	1.00	1.00																																							
≥900	1.00	1.00																																							
Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.																																									
	fg, ATS direccion 1:	1																																							
	fg, ATS direccion 2:	1																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vehicle Type</th> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)</th> <th>Level and Specific Downgrade</th> <th>Rolling</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="9">Trucks, E_T</td><td>≤100</td><td>1.1</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.1</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.1</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.1</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.0</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.0</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>≥900</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>RVs, E_R</td><td>All</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>						Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling	Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9	200	1.1	1.8	300	1.1	1.7	400	1.1	1.6	500	1.0	1.4	600	1.0	1.2	700	1.0	1.0	800	1.0	1.0	≥900	1.0	1.0	RVs, E_R	All	1.0	1.0
Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling																																						
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9																																						
	200	1.1	1.8																																						
	300	1.1	1.7																																						
	400	1.1	1.6																																						
	500	1.0	1.4																																						
	600	1.0	1.2																																						
	700	1.0	1.0																																						
	800	1.0	1.0																																						
	≥900	1.0	1.0																																						
RVs, E_R	All	1.0	1.0																																						
Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.																																									
	X=	169		X=	113																																				
	POSICION			POSICION																																					
	Xo=	100	Yo=	1.9																																					
	X1=	200	Y1=	1.5																																					
	Y=	1.6232		Y=	1.8488																																				
	E _T direccion 1	1.62																																							
	E _T direccion 2	1.85																																							
	E _R direccion 1	1																																							
	E _R direccion 2	1																																							
$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$																																									
	P _t	0.14																																							
	P _r	0.31																																							
	FHV,ATS1:	0.92																																							
	FHV,ATS2:	0.89																																							



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V1,ATSf: 200
V2,ATSf: 137

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _i (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
<100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
<100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
<100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
<100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS = 45 mi/h					
<100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.6	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 169
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 1.5304

X= 113
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 0.8536

f_{nt,ATS} TRAMO 1 = 1.53
f_{nt,ATS} TRAMO 2 = 0.85

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 27.91
ATS_d Tramo 2 = 28.67

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	87.07	%
PFFS2 =	89.20	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autodistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 50-65	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
≤	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

NDS = B
NDS = B

CAPACIDAD

C1d _{ATS} =	1564	veh/hr
C2d _{ATS} =	1519	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO YUCAY SIN IRI

Datos				
Volumen de demanda:	262 veh/h		262	100%
Dirección dividida:	60/40		157	X
FHP:	0.92			
Tipo de terreno:	Plano		X =	0.60
% Camión:	11 %			
% RVs:	40 %			
Ancho de carril:	9.35 ft			
Berma utilizable:	1 ft			
S _{fm} :	39.62 mi/h			
Puntos de acceso:	0 puntos/mi			
Zona de prohibido el paso:	20 %			

Estimación del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} =	39.62
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V=	262
Factor de ajuste de vehículos pesados	F _{HV,ATS1} :	0.93
	F _{HV,ATS2} :	0.91
		0.00776

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$$

FFS:	41.80 mi/h
FFS:	41.85 mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

60%	0.6
40%	0.4
V1=	157 veh/h
V2=	105 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{gpb} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS dirección 1:	1
fg, ATS dirección 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{gpb} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
RVs, E_R	≤900	1.0	1.0
	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	157		X=	105			
POSICION			POSICION				
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.6712		Y=	1.8808			

E _t dirección 1	1.67
E _t dirección 2	1.88
E _r dirección 1	1
E _r dirección 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

P _t	0.11
P _r	0.4
F _{HV,ATS1} :	0.93
F _{HV,ATS2} :	0.91



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V_{1,ATS}: 183
V_{2,ATS}: 125

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.0
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.1	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{g,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 157
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 1.3864

X= 105
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 0.7576

f_{nt,ATS} TRAMO 1 = 1.39
f_{nt,ATS} TRAMO 2 = 0.76

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 38.02
ATS_d Tramo 2 = 38.70

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	90.96	%
PFFS2 =	92.47	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autopistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-50	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 50-45	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
E	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

NDS = B
NDS = A

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1583	veh/hr
C2 _{dATS} =	1550	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO MOCCOPATA SIN IRI

Datos					
Volumen de demanda:	270	veh/h		270	100%
Direccion dividida:	51/49			137	X
FHP:	0.92				
Tipo de terreno:	Plano			X =	0.51
% Camion:	9	%			
% RVs:	45	%			2.85
Ancho de carril:	9.35	ft			
Berma utilizable:	1	ft			
S _{fm} :	36.99	mi/h			
Puntos de acceso:	0	puntos/mi			
Zona de prohibido el paso:	20	%			

Estimacion del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} =	36.99
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V=	270
Factor de ajuste de vehículos pesados	F _{HV,ATS1} :	0.94
	F _{HV,ATS2} :	0.94
		0.00776

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$$

FFS:	39.22	mi/h
FFS:	39.22	mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

V1=	137	veh/h
V2=	133	veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{obs} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{obs} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	137			X=	133		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.752			Y=	1.768		

E _r direccion 1	1.75
E _r direccion 2	1.77
E _R direccion 1	1
E _R direccion 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

P _t	0.09
P _r	0.45
F _{HV,ATS1} :	0.94
F _{HV,ATS2} :	0.94



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V_{1,ATS}: 159
V_{2,ATS}: 155

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, v _i (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
<100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.0	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.3	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
<100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
<100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
<100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
<100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 137
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Y= 1.144

X= 133
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Yo= 0.70
Y1= 1.90
Y= 1.096

f_{nt,ATS} TRAMO 1 = 1.14
f_{nt,ATS} TRAMO 2 = 1.10

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 35.64
ATS_d Tramo 2 = 35.69

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	90.88	%
PFFS2 =	91.00	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autodistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 30-45	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 25-30	> 70-85	> 66.7-75.0
E	≤ 40	> 20	> 85	≤ 66.7

NDS = B
NDS = B

CAPACIDAD

C1d _{ATS} =	1592	veh/hr
C2d _{ATS} =	1590	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO YANAHUARA SIN IRI

Datos							
Volumen de demanda:	261	veh/h				261	100%
Direccion dividida:	53/47					138	X
FHP:	0.92						
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.53
% Camion:	15	%					
% RVs:	42	%					
Ancho de carril:	9.35	ft					
Berma utilizable:	1	ft					
S _{fm} :	35.14	mi/h					
Puntos de acceso:	0	puntos/mi					
Zona de prohibido el paso:	20	%					

Estimacion del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} =	35.14
Velocidad de glujo de la demanda de dos carriles	V=	261
Factor de ajuste de vehiculos pesados	FHV,ATSF1:	0.90
	FHV,ATSF2:	0.89
		0.00776

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right)$$

FFS:	37.39	mi/h
FFS:	37.42	mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

V1=	138	veh/h
V2=	123	veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{gpb} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{gpb} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	138			X=	123		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.748			Y=	1.808		

E _T direccion 1	1.75
E _T direccion 2	1.81
E _R direccion 1	1
E _R direccion 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

P _t	0.15
P _r	0.42
FHV,ATSF1:	0.90
FHV,ATSF2:	0.89



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V_{1,ATS}: 167
V_{2,ATS}: 150

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, v _d (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
	FFS ≥ 65 mi/h				
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
	FFS = 60 mi/h				
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
	FFS = 55 mi/h				
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
	FFS = 50 mi/h				
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
	FFS = 45 mi/h				
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{(0),ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 138
POSICION
X₀= 100
X₁= 200
Y= 1.156

X= 123
POSICION
X₀= 100
X₁= 200
Y= 0.976

f_{nt,ATS} TRAMO 1 = 1.16
f_{nt,ATS} TRAMO 2 = 0.98

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 33.78
ATS_d Tramo 2 = 33.98

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	90.33	%
PFFS2 =	90.82	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autopistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 85	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 80-85	> 35-60	> 40-65	> 83.3-91.7
C	> 45-80	> 50-65	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
es	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

NDS = B
NDS = B

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1529	veh/hr
C2 _{dATS} =	1516	veh/hr



ANEXO D: CALCULO NIVEL DE SERVICIO CON MEDIANTE VELOCIDAD EN MAYORES TASAS DE FLUJO

CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO PISAC CON IRI																																											
Datos																																											
Volumen de demanda:	296	veh/h				185	100%																																				
Direccion dividida:	60/40					111	X																																				
FHP:	0.91																																										
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.6																																				
% Camion:	8	%																																									
% RVs:	37	%																																									
Ancho de carril:	9.35	ft																																									
Berma utilizable:	1	ft																																									
S _{fm} :	32	mi/h																																									
Puntos de acceso:	0	puntos/mi																																									
Zona de prohibido el paso:	20	%																																									
IRI 1:	5.83																																										
IRI 2:	5.79																																										
Estimacion del FFS																																											
Velocidad media o promedio de dos carriles			S _{fm} =	32																																							
Velocidad de glujo de la demanda de dos carrile			V=	296																																							
Factor de ajuste de vehiculos pesados			FHV,ATSF1:	0.96																																							
			FHV,ATSF2:	0.94																																							
					0.00776																																						
Fr 1:	14.40	km/h	Fr 1:	8.94	mi/h																																						
Fr 2:	14.78	km/h	Fr 2:	9.18	mi/h																																						
$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right) - Fr$																																											
FFS 1:	25.47	mi/h																																									
FFS 2:	25.27	mi/h																																									
Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)																																											
60%	0.6																																										
40%	0.4																																										
V1=	178	veh/h																																									
V2=	118	veh/h																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)</th> <th>Level Terrain and Specific Downgrades</th> <th>Rolling Terrain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>≤100</td><td>1.00</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.00</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.00</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.00</td><td>0.96</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.00</td><td>0.97</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.00</td><td>0.99</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>≥900</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> </tbody> </table>								Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain	≤100	1.00	0.73	200	1.00	0.80	300	1.00	0.85	400	1.00	0.90	500	1.00	0.96	600	1.00	0.97	700	1.00	0.99	800	1.00	1.00	≥900	1.00	1.00						
Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain																																									
≤100	1.00	0.73																																									
200	1.00	0.80																																									
300	1.00	0.85																																									
400	1.00	0.90																																									
500	1.00	0.96																																									
600	1.00	0.97																																									
700	1.00	0.99																																									
800	1.00	1.00																																									
≥900	1.00	1.00																																									
Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.																																											
fg, ATS direccion 1:	1																																										
fg, ATS direccion 2:	1																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Vehicle Type</th> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)</th> <th>Level and Specific Downgrade</th> <th>Rolling</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="8">Trucks, E_T</td><td>≤100</td><td>1.1</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.1</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.1</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.1</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.0</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.0</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>≥900</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>RVs, E_R</td><td>All</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>								Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling	Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9	200	1.1	1.8	300	1.1	1.7	400	1.1	1.6	500	1.0	1.4	600	1.0	1.2	700	1.0	1.0	800	1.0	1.0	≥900	1.0	1.0	RVs, E_R	All	1.0	1.0
Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling																																								
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9																																								
	200	1.1	1.8																																								
	300	1.1	1.7																																								
	400	1.1	1.6																																								
	500	1.0	1.4																																								
	600	1.0	1.2																																								
	700	1.0	1.0																																								
	800	1.0	1.0																																								
≥900	1.0	1.0																																									
RVs, E_R	All	1.0	1.0																																								
Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.																																											
	X=	178		X=	118																																						
	POSICION			POSICION																																							
	Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo= 1.9																																				
	X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1= 1.5																																				
	Y=	1.588		Y=	1.828																																						
Et direccion 1	1.588																																										
Et direccion 2	1.828																																										
Er direccion 1	1																																										
Er direccion 2	1																																										
$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$																																											
Pt	0.08																																										
Pr	0.37																																										
FHV,ATSF1:	0.96																																										
FHV,ATSF2:	0.94																																										



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V_{1,ATS}: 204
V_{2,ATS}: 139

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _i (pc/h)	Percent No-Passing Zones			
	≤ 20	40	60	100
FFS ≥ 65 mi/h				
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0
200	2.2	3.3	3.9	4.0
400	1.0	2.3	2.7	2.8
600	1.4	1.5	1.7	1.9
800	0.7	1.0	1.2	1.4
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h				
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8
200	1.9	2.9	3.7	4.0
400	1.4	2.0	2.5	2.7
600	1.1	1.3	1.6	1.9
800	0.6	0.9	1.1	1.3
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1
1,200	0.5	0.7	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h				
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6
200	1.5	2.4	3.5	3.9
400	1.3	1.9	2.4	2.7
600	0.9	1.1	1.6	1.8
800	0.5	0.7	1.1	1.2
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9
1,400	0.5	0.6	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h				
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4
200	1.2	2.0	3.3	3.9
400	1.1	1.6	2.2	2.6
600	0.6	0.9	1.4	1.7
800	0.4	0.6	0.9	1.2
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h				
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2
200	0.9	1.6	3.1	3.8
400	0.9	0.5	2.0	2.5
600	0.4	0.3	1.3	1.7
800	0.3	0.3	0.8	1.1
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7
1,400	0.3	0.3	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4

Note: Interpolation of $f_{n,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	178	X=	118
POSICION		POSICION	
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	1.6312	Y=	0.9208

f_{nt,ATS} TRAMO 1 = 1.63
f_{nt,ATS} TRAMO 2 = 0.92

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 21.17
ATS_d Tramo 2 = 21.69

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	83.14	%
PFFS2 =	85.82	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autopistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi / h)	PTSF (%)	Carreteras	Carreteras
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 50-65	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
es	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

NDS = C
NDS = B

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1624	veh/hr
C2 _{dATS} =	1594	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO LAMAY CON IRI

Datos							
Volumen de demanda:	275	veh/h				185	100%
Direccion dividida:	40/60					111	X
FHP:	0.95						
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.6
% Camion:	10	%					
% RVs:	40	%					2.85
Ancho de carril:	9.35	ft					
Berma utilizable:	1	ft					
S _{fm} :	44.99	mi/h					
Puntos de acceso:	0	puntos/mi					
Zona de prohibido el paso:	20	%					
IRI 1:	5.19						
IRI 2:	6.33						

Estimacion del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles		S _{fm} =	44.99				
Velocidad de glujo de la demanda de dos carriles		V=	296				
Factor de ajuste de vehiculos pesados promedi		F _{HV,ATS1} :	0.92				
		F _{HV,ATS2} :	0.94				
			0.00776				
Fr 1:	19.39			Fr 1:	12.05	mi/h	
Fr 2:	8.83			Fr 2:	5.49	mi/h	

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right) - Fr$$

FFS 1:	35.44	mi/h
FFS 2:	41.94	mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

40%	0.4
60%	0.6
V1=	110 veh/h
V2=	165 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1		1.9
	200	1.1		1.8
	300	1.1		1.7
	400	1.1		1.6
	500	1.0		1.4
	600	1.0		1.2
	700	1.0		1.0
	800	1.0		1.0
	≥900	1.0		1.0
RVs, E_R	All	1.0		1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	110			X=	165		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.86			Y=	1.64		

E _T direccion 1	1.86
E _T direccion 2	1.64
E _R direccion 1	1
E _R direccion 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

P _T	0.1
P _R	0.4
F _{HV,ATS1} :	0.92
F _{HV,ATS2} :	0.94



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V1,ATSF: 126
V2,ATSF: 185

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _i (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
	FFS ≥ 65 mi/h				
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.0	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
	FFS = 60 mi/h				
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
	FFS = 55 mi/h				
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
	FFS = 50 mi/h				
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
	FFS ≤ 45 mi/h				
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{s,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 110
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Y= 0.82

Yo= 0.70
Y1= 1.90

X= 165
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Y= 1.48
Yo= 0.70
Y1= 1.90

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 = 0.82
 $f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 = 1.48

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 32.21
ATS_d Tramo 2 = 38.05

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	90.89	%
PFFS2 =	90.73	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autopistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 30-45	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 68.7-75.0
m	≤ 40	> 80	> 85	≤ 68.7

NDS = B
NDS = B

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1565	veh/hr
C2 _{dATS} =	1598	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO CALCA CON IRI

Datos							
Volumen de demanda:	282	veh/h				185	100%
Dirección dividida:	60/40					111	X
FHP:	0.92						
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.6
% Camión:	14	%					
% RVs:	31	%					2.85
Ancho de carril:	9.35	ft					
Berma utilizable:	1	ft					
S _{fm} :	29.68	mi/h					
Puntos de acceso:	0	puntos/mi					
Zona de prohibido el paso:	20	%					
IRI 1:	4.4						
IRI 2:	3.97						

Estimación del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} =	29.68					
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V=	282					
Factor de ajuste de vehículos pesados	FHV,ATS1:	0.92					
	FHV,ATS2:	0.89					
		0.00776					
Fr 1:	22.24	km/h	Fr 1:	13.82	mi/h		
Fr 2:	22.26	km/h	Fr 2:	13.83	mi/h		

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right) - Fr$$

FFS 1:	18.24	mi/h
FFS 2:	18.31	mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

60%	0.6
40%	0.4
V1=	169 veh/h
V2=	113 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS dirección 1:	1
fg, ATS dirección 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	169	X=	113
POSICION		POSICION	
Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.6232	Y=	1.8488

E _T dirección 1	1.62
E _T dirección 2	1.85
E _R dirección 1	1
E _R dirección 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

P _t	0.14
P _r	0.31
FHV,ATS1:	0.92
FHV,ATS2:	0.89



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V_{1,ATS}: 200
V_{2,ATS}: 137

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _i (pc/h)	Percent No-Passing Zones			
	≤ 20	40	60	80
FFS ≥ 65 mi/h				
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0
200	2.2	3.3	3.9	4.0
400	1.6	2.3	2.7	2.8
600	1.4	1.5	1.7	1.9
800	0.7	1.0	1.2	1.4
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h				
≤100	0.7	1.7	2.3	2.8
200	1.9	2.9	3.7	4.0
400	1.4	2.0	2.5	2.7
600	1.1	1.3	1.6	1.9
800	0.6	0.9	1.1	1.3
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1
1,200	0.5	0.7	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h				
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6
200	1.5	2.4	3.5	3.9
400	1.3	1.9	2.4	2.7
600	0.9	1.1	1.6	1.8
800	0.5	0.7	1.1	1.2
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9
1,400	0.5	0.6	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h				
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4
200	1.2	2.0	3.3	3.9
400	1.1	1.6	2.2	2.6
600	0.6	0.9	1.4	1.7
800	0.4	0.6	0.9	1.2
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h				
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2
200	0.9	1.6	3.1	3.8
400	0.9	0.5	2.0	2.5
600	0.4	0.3	1.3	1.7
800	0.3	0.3	0.8	1.1
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 169
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 1.5304

X= 113
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 0.8536

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 = 1.53
 $f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 = 0.85

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 14.09
ATS_d Tramo 2 = 14.84

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	77.26	%
PFFS2 =	81.05	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autodistat Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 55	≤35	≤40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 50-65	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
II	≤40	> 80	> 85	≤66.7

NDS = C
NDS = C

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1564	veh/hr
C2 _{dATS} =	1519	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO YUCAY CON IRI																																											
Datos																																											
Volumen de demanda:	262	veh/h				185	100%																																				
Direccion dividida:	60/40					111	X																																				
FHP:	0.92																																										
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.6																																				
% Camion:	11	%																																									
% RVs:	40	%																																									
Ancho de carril:	9.35	ft																																									
Berma utilizable:	1	ft																																									
S _{fm} :	39.62	mi/h																																									
Puntos de acceso:	0	puntos/mi																																									
Zona de prohibido el paso:	20	%																																									
IRI 1:	4.44																																										
IRI 2:	3																																										
Estimacion del FFS																																											
Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} = 39.62																																										
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V= 262																																										
Factor de ajuste de vehiculos pesados	FHV,ATS1: 0.93																																										
	FHV,ATS2: 0.91																																										
	0.00776																																										
Fr 1:	22.18	km/h	Fr 1:	13.78	mi/h																																						
Fr 2:	18.33	km/h	Fr 2:	11.39	mi/h																																						
$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right) - Fr$																																											
FFS 1:	28.02	mi/h																																									
FFS 2:	30.46	mi/h																																									
Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)																																											
60%	0.6																																										
40%	0.4																																										
V1=	157	veh/h																																									
V2=	105	veh/h																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)</th> <th>Level Terrain and Specific Downgrades</th> <th>Rolling Terrain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>≤100</td><td>1.00</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.00</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.00</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.00</td><td>0.96</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.00</td><td>0.97</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.00</td><td>0.99</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>≥900</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> </tbody> </table>								Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain	≤100	1.00	0.73	200	1.00	0.80	300	1.00	0.85	400	1.00	0.90	500	1.00	0.96	600	1.00	0.97	700	1.00	0.99	800	1.00	1.00	≥900	1.00	1.00						
Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain																																									
≤100	1.00	0.73																																									
200	1.00	0.80																																									
300	1.00	0.85																																									
400	1.00	0.90																																									
500	1.00	0.96																																									
600	1.00	0.97																																									
700	1.00	0.99																																									
800	1.00	1.00																																									
≥900	1.00	1.00																																									
Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.																																											
fg, ATS direccion 1:	1																																										
fg, ATS direccion 2:	1																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vehicle Type</th> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)</th> <th>Level and Specific Downgrade</th> <th>Rolling</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="8">Trucks, E_T</td><td>≤100</td><td>1.1</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>200</td><td>1.1</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>300</td><td>1.1</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>400</td><td>1.1</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>500</td><td>1.0</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>600</td><td>1.0</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>700</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>800</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td rowspan="2">RVs, E_R</td><td>≥900</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>All</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>								Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling	Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9	200	1.1	1.8	300	1.1	1.7	400	1.1	1.6	500	1.0	1.4	600	1.0	1.2	700	1.0	1.0	800	1.0	1.0	RVs, E_R	≥900	1.0	1.0	All	1.0	1.0
Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{dir} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling																																								
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9																																								
	200	1.1	1.8																																								
	300	1.1	1.7																																								
	400	1.1	1.6																																								
	500	1.0	1.4																																								
	600	1.0	1.2																																								
	700	1.0	1.0																																								
	800	1.0	1.0																																								
RVs, E_R	≥900	1.0	1.0																																								
	All	1.0	1.0																																								
Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.																																											
	X=	157		X=	105																																						
	POSICION			POSICION																																							
	Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9																																			
	X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5																																			
	Y=	1.6712		Y=	1.8808																																						
E _T direccion 1	1.67																																										
E _T direccion 2	1.88																																										
E _R direccion 1	1																																										
E _R direccion 2	1																																										
$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$																																											
P _T	0.11																																										
P _R	0.4																																										
FHV,ATS1:	0.93																																										
FHV,ATS2:	0.91																																										



Demanda de flujo de volumen

$$v_{L,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V1,ATSf: 183
V2,ATSf: 125

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS = 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{(q),ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 157
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 1.3864

X= 105
POSICION
Xo= 100 Yo= 0.70
X1= 200 Y1= 1.90
Y= 0.7576

fnt,ATS TRAMO 1 = 1.39
fnt,ATS TRAMO 2 = 0.76

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 = 24.24
ATSd Tramo 2 = 27.31

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	86.51	%
PFFS2 =	89.66	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autopistas Clase I		Clase II Carreteras	Clase III Carreteras
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 30-35	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 25-30	> 70-85	> 66.7-75.0
m	≤ 40	> 20	> 85	≤ 66.7

NDS = B
NDS = B

CAPACIDAD

C1dATS =	1583	veh/hr
C2dATS =	1550	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO MOCCOPATA CON IRI

Datos				
Volumen de demanda:	270 veh/h		185	100%
Direccion dividida:	51/49		111	X
FHP:	0.92			
Tipo de terreno:	Plano		X =	0.6
% Camion:	9 %			
% RVs:	45 %			
Ancho de carril:	9.35 ft			
Berma utilizable:	1 ft			
S _{fm} :	36.99 mi/h			
Puntos de acceso:	0 puntos/mi			
Zona de prohibido el paso:	20 %			
IRI 1:	3.89			
IRI 2:	4.17			

Estimacion del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} =	36.99			
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V=	270			
Factor de ajuste de vehículos pesados	FHV,ATS1:	0.94			
	FHV,ATS2:	0.94			
		0.00776			
Fr 1:	22.14	km/h	Fr 1:	13.76	mi/h
Fr 2:	22.39	km/h	Fr 2:	13.91	mi/h

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right) - Fr$$

FFS 1:	25.46	mi/h
FFS 2:	25.31	mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

V1=	137	veh/h
V2=	133	veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{95} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	137		X=	133			
POSICION			POSICION				
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.752			Y=	1.768		

Et direccion 1	1.75
Et direccion 2	1.77
Ea direccion 1	1
Ea direccion 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.09
Pr	0.45
FHV,ATS1:	0.94
FHV,ATS2:	0.94



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V_{1,ATS}: 159
V_{2,ATS}: 155

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, v _o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
<100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
<100	0.7	1.7	2.3	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
<100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
<100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
<100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of *f_{np,ATS}* for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X= 137
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Y= 1.144

X= 133
POSICION
Xo= 100
X1= 200
Y= 1.096

f_{n,ATS} TRAMO 1 = 1.14
f_{n,ATS} TRAMO 2 = 1.10

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 = 21.88
ATS_d Tramo 2 = 21.78

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	85.95	%
PFFS2 =	86.06	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autobusetas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-40	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 30-35	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 25-30	> 70-85	> 66.7-75.0
II	≤ 40	> 20	> 85	≤ 66.7

NDS = B
NDS = B

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1592	veh/hr
C2 _{dATS} =	1590	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO YANAHUARA CON IRI

Datos							
Volumen de demanda:	261	veh/h				185	100%
Direccion dividida:	53/47					111	X
FHP:	0.92						
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.6
% Camion:	15	%					
% RVs:	42	%					2.85
Ancho de carril:	9.35	ft					
Berma utilizable:	1	ft					
S _{fm} :	35.14	mi/h					
Puntos de acceso:	0	puntos/mi					
Zona de prohibido el paso:	20	%					
IRI 1:	5.2						
IRI 2:	3.57						

Estimacion del FFS

Velocidad media o promedio de dos carriles	S _{fm} =	35.14					
Velocidad de flujo de la demanda de dos carriles	V=	270					
Factor de ajuste de vehiculos pesados	F _{HV,ATS1} :	0.90					
	F _{HV,ATS2} :	0.89					
		0.00776					
Fr 1:	19.33	km/h	Fr 1:	12.01	mi/h		
Fr 2:	21.31	km/h	Fr 2:	13.24	mi/h		

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right) - Fr$$

FFS 1:	25.46	mi/h
FFS 2:	24.25	mi/h

Ajuste de demanda de la velocidad promedio (ATS)

V1=	138	veh/h
V2=	123	veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

f _g , ATS direccion 1:	1
f _g , ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1		1.9
	200	1.1		1.8
	300	1.1		1.7
	400	1.1		1.6
	500	1.0		1.4
	600	1.0		1.2
	700	1.0		1.0
	800	1.0		1.0
RVs, E_R	≥900	1.0		1.0
	All	1.0		1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	138		X=	123	
POSICION			POSICION		
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200
Y=	1.748			Y=	1.808

E _t direccion 1	1.75
E _t direccion 2	1.81
E _r direccion 1	1
E _r direccion 2	1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

P _t	0.15
P _r	0.42
F _{HV,ATS1} :	0.90
F _{HV,ATS2} :	0.89



Demanda de flujo de volumen

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

V _{1,ATS} :	167
V _{2,ATS} :	150

Estimación del ATS

Opposing Demand Flow Rate, V _o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
<100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
<100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
<100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
<100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
<100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	138
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Y=	1.156

Yo=	0.70
Y1=	1.90

X=	123
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Y=	0.976

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	1.16
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	0.98

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS _d Tramo 1 =	21.84
ATS _d Tramo 2 =	20.82

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	85.80	%
PFFS2 =	85.84	%

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Autopistas Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Carreteras PTSF (%)	Carreteras PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50-55	> 35-50	> 40-55	> 83.3-91.7
C	> 45-50	> 50-65	> 55-70	> 75.0-83.3
D	> 40-45	> 65-80	> 70-85	> 66.7-75.0
es	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

NDS =	B
NDS =	B

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1529	veh/hr
C2 _{dATS} =	1516	veh/hr



ANEXO E: CALCULO NIVEL DE SERVICIO SIN IRI MEDIANTE ESTIMACIÓN

CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO PISAC SIN IRI							
Datos							
Volumen de demanda:	296	veh/h			185	100%	
Dirección dividida:	60/40				111	X	
FHP:	0.91						
Tipo de terreno:	Plano				X =	0.6	
% Camión:	8	%					
% RVs:	37	%					
Ancho de carril:	9.35	ft					
Berma utilizable:	1	ft					
BFFS:	56	mi/h					
Puntos de acceso:	0	puntos/mi					
Zona de prohibido el paso:	20	%					
Estimación del FFS							
Lane Width (ft)		Shoulder Width (ft)					
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6			
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2			
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1			
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4			
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0			
Access Points per Mile (Two Directions)		Reduction in FFS (mi/h)					
0		0.0					
10		2.5					
20		5.0					
30		7.5					
40		10.0					
Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.							
	f _{ls} :	6.4	mi/h				
	f _a :	0	mi/h				
$FFS = BFFS - f_{ls} - f_a$							
	FFS:	49.6	mi/h				
Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)							
	60%	0.6					
	40%	0.4					
	V1=	178	veh/h				
	V2=	118	veh/h				
Directional Demand Flow Rate, v_{pb} (veh/h)		Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain			
≤100		1.00		0.73			
200		1.00		0.80			
300		1.00		0.85			
400		1.00		0.90			
500		1.00		0.96			
600		1.00		0.97			
700		1.00		0.99			
800		1.00		1.00			
≥900		1.00		1.00			
Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.							
	f _g , ATS dirección 1:	1					
	f _g , ATS dirección 2:	1					
Vehicle Type		Directional Demand Flow Rate, v_{pb} (veh/h)		Level and Specific Downgrade		Rolling	
		≤100		1.1		1.9	
		200		1.1		1.8	
		300		1.1		1.7	
		400		1.1		1.6	
		500		1.0		1.4	
		600		1.0		1.2	
		700		1.0		1.0	
		800		1.0		1.0	
		≥900		1.0		1.0	
RVs, E_r		All		1.0		1.0	
Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.							
	X=	178			X=	118	
	POSICION				POSICION		
	Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo= 1.9
	X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1= 1.5
	Y=	1.588			Y=	1.828	



Et direccion 1	1.588
Et direccion 2	1.828
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.08
Pr	0.37
FHV,ATS1:	0.96
FHV,ATS2:	0.94

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATS:	204
V2,ATS:	139

Opposing Demand Flow Rate, V _i (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,000	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,000	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,000	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,000	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,000	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	178
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Y=	1.6312

X=	118
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Y=	0.9208

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	1.63
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	0.92

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	45.31
ATSd Tramo 2 =	46.02

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	91.34	%	NDS =	B
PFFS2 =	92.78	%	NDS =	A

CAPACIDAD

C1dATS =	1623.6247	veh/hr
C2dATS =	1594	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO LAMAY SIN IRI

Datos									
Volumen de demanda:	275	veh/h						275	100%
Direccion dividida:	40/60							109	X
FHP:	0.95								
Tipo de terreno:	Plano							X =	0.40
% Camion:	10	%							
% RVs:	40	%							2.85
Ancho de carril:	9.35	ft							
Berma utilizable:	1	ft							
BFFS:	56	mi/h							
Puntos de acceso:	0	puntos/mi							
Zona de prohibido el paso:	20	%							

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f_{ls}: 6.4 mi/h
f_a: 0 mi/h

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS: 49.6 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

40% 0.4
60% 0.6
V1= 110 veh/h
V2= 165 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

f_g, ATS direccion 1: 1
f_g, ATS direccion 2: 1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	
		Level and Specific Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_C	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	110			X=	165		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.86			Y=	1.64		



Er direccion 1	1.86
Er direccion 2	1.64
ER direccion 1	1
ER direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.1
Pr	0.4
FHV,ATS1:	0.92
FHV,ATS2:	0.94

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATSf:	126
V2,ATSf:	185

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones			
	≤ 20	40	60	80
FFS ≥ 65 mi/h				
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0
200	2.2	3.3	3.9	4.0
400	1.6	2.3	2.7	2.8
600	1.4	1.5	1.7	1.9
800	0.7	1.0	1.2	1.4
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h				
≤100	0.7	1.7	2.3	2.8
200	1.9	2.9	3.7	4.0
400	1.4	2.0	2.5	2.7
600	1.1	1.3	1.6	1.9
800	0.6	0.9	1.1	1.3
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1
1,200	0.5	0.7	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h				
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6
200	1.5	2.4	3.3	3.9
400	1.3	1.9	2.4	2.7
600	0.9	1.1	1.6	1.8
800	0.5	0.7	1.1	1.2
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6
FFS = 50 mi/h				
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4
200	1.2	2.0	3.3	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6
600	0.6	0.9	1.4	1.7
800	0.4	0.6	0.9	1.2
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h				
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2
200	0.9	1.6	3.1	3.8
400	0.9	0.5	2.0	2.5
600	0.4	0.3	1.3	1.7
800	0.3	0.3	0.8	1.1
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	110
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Y=	0.82

X=	165
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Y=	1.48

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	0.82
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	1.48

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	46.37
ATSd Tramo 2 =	45.71

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	93.49	%	NDS =	A
PFFS2 =	92.16	%	NDS =	A

CAPACIDAD

C1dATS =	1565.3775	veh/hr
C2dATS =	1598	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO CALCA SIN IRI

Datos								
Volumen de demanda:	282	veh/h					282	100%
Direccion dividida:	60/40						168	X
FHP:	0.92							
Tipo de terreno:	Plano						X =	0.60
% Camion:	14	%						
% RVs:	31	%						
Ancho de carril:	9.35	ft						
Berma utilizable:	1	ft						
BFFS:	56	mi/h						
Puntos de acceso:	0	puntos/mi						
Zona de prohibido el paso:	20	%						

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

fls: 6.4 mi/h
Fa: 0 mi/h

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS: 49.6 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

60% 0.6
40% 0.4
V1= 169 veh/h
V2= 113 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1: 1
fg, ATS direccion 2: 1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	
			Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_C	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	169			X=	113		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.6232			Y=	1.8488		



Et direccion 1	1.62
Et direccion 2	1.85
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.14
Pr	0.31
FHV,ATSf1:	0.92
FHV,ATSf2:	0.89

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{R,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATSf:	200
V2,ATSf:	137

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 ml/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.0	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 ml/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	2.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 ml/h					
≤100	0.5	1.4	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 ml/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 ml/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{d,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	169		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	1.5304		

X=	113		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	0.8536		

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	1.53
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	0.85

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	45.45
ATSd Tramo 2 =	46.13

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	91.64	%	NDS =	B
PFFS2 =	93.00	%	NDS =	A

CAPACIDAD

C1dATS =	1563.5807	veh/hr
C2dATS =	1519	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO YUCAY SIN IRI

Datos								
Volumen de demanda:	262	veh/h				262	100%	
Direccion dividida:	60/40					157	X	
FHP:	0.92							
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.60	
% Camion:	11	%						
% RVs:	40	%						
Ancho de carril:	9.35	ft						
Berma utilizable:	1	ft						
BFFS:	56	mi/h						
Puntos de acceso:	0	puntos/mi						
Zona de prohibido el paso:	20	%						

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f_{ls}: 6.4 mi/h
f_a: 0 mi/h

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS: 49.6 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

60% 0.6
40% 0.4
V1= 157 veh/h
V2= 105 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v _{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
	≤100	1.00	
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

f_g, ATS direccion 1: 1
f_g, ATS direccion 2: 1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v _{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
		Trucks, E _T	≤100	1.1
	200	1.1		1.8
	300	1.1		1.7
	400	1.1		1.6
	500	1.0		1.4
	600	1.0		1.2
	700	1.0		1.0
	800	1.0		1.0
	≥900	1.0		1.0
RVs, E _R	All	1.0		1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	157			X=	105		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.6712			Y=	1.8808		



Er direccion 1	1.67
Er direccion 2	1.88
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.11
Pr	0.4
FHV,ATS1:	0.93
FHV,ATS2:	0.91

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATS:	183
V2,ATS:	125

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,800	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,800	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	2.2	2.6	2.7	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,800	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,800	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.0	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,800	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{n,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	157		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	1.3864		

X=	105		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	0.7576		

$f_{n,ATS}$ TRAMO 1 =	1.39
$f_{n,ATS}$ TRAMO 2 =	0.76

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS _d Tramo 1 =	45.82
ATS _d Tramo 2 =	46.45

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	92.38	%	NDS =	A
PFFS2 =	93.65	%	NDS =	A

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1583.1154	veh/hr
C2 _{dATS} =	1550	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO MOCCOPATA SIN IRI

Datos									
Volumen de demanda:	270	veh/h				270	100%		
Direccion dividida:	51/49					137	X		
FHP:	0.92								
Tipo de terreno:	Plano					X =	0.51		
% Camion:	9	%							
% RVs:	45	%						2.85	
Ancho de carril:	9.35	ft							
Berma utilizable:	1	ft							
BFFS:	56	mi/h							
Puntos de acceso:	0	puntos/mi							
Zona de prohibido el paso:	20	%							

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f_{ls}: 6.4 mi/h

f_a: 0 mi/h

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS: 49.6 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

V1= 137 veh/h

V2= 133 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{sp} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

f_g, ATS direccion 1: 1

f_g, ATS direccion 2: 1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{sp} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1		1.9
	200	1.1		1.8
	300	1.1		1.7
	400	1.1		1.6
	500	1.0		1.4
	600	1.0		1.2
	700	1.0		1.0
	800	1.0		1.0
	≥900	1.0		1.0
RVs, E_R	All	1.0		1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X= 137

POSICION

Xo= 100

X1= 200

Y= 1.752

Yo= 1.9

Y1= 1.5

X= 133

POSICION

Xo= 100

X1= 200

Y= 1.768

Yo= 1.9

Y1= 1.5



Et direccion 1	1.75
Et direccion 2	1.77
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.09
Pr	0.45
FHV,ATSF1	0.94
FHV,ATSF2	0.94

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{R,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATSF	159
V2,ATSF	155

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
<100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
<100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
<100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
<100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
<100	0.1	0.9	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	137
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Yo=	0.70
Y1=	1.90
Y=	1.144

X=	133
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Yo=	0.70
Y1=	1.90
Y=	1.096

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	1.14
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	1.10

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS_d Tramo 1 =	46.02
ATS_d Tramo 2 =	46.07

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	92.79	%	NDS =	A
PFFS2 =	92.88	%	NDS =	A

CAPACIDAD

C1dATS =	1592.2374	veh/hr
C2dATS =	1590	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO MOCCOPATA SIN IRI

Datos									
Volumen de demanda:	261	veh/h					261	100%	
Direccion dividida:	53/47						138	X	
FHP:	0.92								
Tipo de terreno:	Plano						X =	0.53	
% Camion:	15	%							
% RVs:	42	%							
Ancho de carril:	9.35	ft							
Berma utilizable:	1	ft							
BFFS:	56	mi/h							
Puntos de acceso:	0	puntos/mi							
Zona de prohibido el paso:	20	%							

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f_{ls}: 6.4 mi/h

F_a: 0 mi/h

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS: 49.6 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

V1= 138 veh/h

V2= 123 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{gpb} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
	≤100	1.00	
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

f_g, ATS direccion 1: 1

f_g, ATS direccion 2: 1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{gpb} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
		≤100	1.1	
Trucks, E_T	200	1.1		1.8
	300	1.1		1.7
	400	1.1		1.6
	500	1.0		1.4
	600	1.0		1.2
	700	1.0		1.0
	800	1.0		1.0
	≥900	1.0		1.0
RVs, E_R	All	1.0		1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X= 138

POSICION

Xo= 100

X1= 200

Y= 1.748

Yo= 1.9

Y1= 1.5

X= 123

POSICION

Xo= 100

X1= 200

Y= 1.808

Yo= 1.9

Y1= 1.5



Et direccion 1	1.75
Et direccion 2	1.81
Es direccion 1	1
Es direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.15
Pr	0.42
FHV,ATS1:	0.90
FHV,ATS2:	0.89

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATS:	167
V2,ATS:	150

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.0	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	2.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	138
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Y=	1.156

X=	123
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Yo=	0.70
Y1=	1.90
Y=	0.976

f _{nt,ATS} TRAMO 1 =	1.16
f _{nt,ATS} TRAMO 2 =	0.98

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS _d Tramo 1 =	45.99
ATS _d Tramo 2 =	46.17

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	92.71	%	NDS =	A
PFFS2 =	93.08	%	NDS =	A

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1528.5021	veh/hr
C2 _{dATS} =	1516	veh/hr



ANEXO F: CALCULO NIVEL DE SERVICIO CON IRI MEDIANTE ESTIMACIÓN

CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO PISAC CON IRI																																													
Datos																																													
Volumen de demanda:	296 veh/h		185	100%																																									
Direccion dividida:	60/40		111	X																																									
FHP:	0.91																																												
Tipo de terreno:	Plano		X =	0.6																																									
% Camion:	8 %																																												
% RVs:	37 %																																												
Ancho de carril:	9.35 ft																																												
Berma utilizable:	1 ft																																												
BFFS:	56 mi/h																																												
Puntos de acceso:	0 puntos/mi																																												
Zona de prohibido el paso:	20 %																																												
IRI 1:	5.83																																												
IRI 2:	5.79																																												
Estimacion del FFS																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Lane Width (ft)</th> <th colspan="4">Shoulder Width (ft)</th> </tr> <tr> <th>≥0 <2</th> <th>≥2 <4</th> <th>≥4 <6</th> <th>≥6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥9 <10</td> <td>6.4</td> <td>4.8</td> <td>3.5</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>≥10 <11</td> <td>5.3</td> <td>3.7</td> <td>2.4</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>≥11 <12</td> <td>4.7</td> <td>3.0</td> <td>1.7</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>≥12</td> <td>4.2</td> <td>2.6</td> <td>1.3</td> <td>0.0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>Access Points per Mile (Two Directions)</th> <th>Reduction in FFS (mi/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>10.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.</p>					Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)				≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6	≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2	≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1	≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4	≥12	4.2	2.6	1.3	0.0	Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)	0	0.0	10	2.5	20	5.0	30	7.5	40	10.0
Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)																																												
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6																																									
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2																																									
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1																																									
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4																																									
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0																																									
Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)																																												
0	0.0																																												
10	2.5																																												
20	5.0																																												
30	7.5																																												
40	10.0																																												
fls:	6.4 mi/h																																												
Fa:	0 mi/h																																												
Fr 1:	14.40 km/h	Fr 1:	8.94 mi/h																																										
Fr 2:	14.78 km/h	Fr 2:	9.18 mi/h																																										
$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$																																													
FFS 1:	40.66 mi/h																																												
FFS 2:	40.42 mi/h																																												
Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)																																													
60%	0.6																																												
40%	0.4																																												
V1=	178 veh/h																																												
V2=	118 veh/h																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)</th> <th>Level Terrain and Specific Downgrades</th> <th>Rolling Terrain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤100</td> <td>1.00</td> <td>0.73</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>1.00</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>1.00</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>1.00</td> <td>0.96</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>1.00</td> <td>0.97</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>1.00</td> <td>0.99</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>≥900</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.</p>					Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain	≤100	1.00	0.73	200	1.00	0.80	300	1.00	0.85	400	1.00	0.90	500	1.00	0.96	600	1.00	0.97	700	1.00	0.99	800	1.00	1.00	≥900	1.00	1.00											
Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain																																											
≤100	1.00	0.73																																											
200	1.00	0.80																																											
300	1.00	0.85																																											
400	1.00	0.90																																											
500	1.00	0.96																																											
600	1.00	0.97																																											
700	1.00	0.99																																											
800	1.00	1.00																																											
≥900	1.00	1.00																																											
fg, ATS direccion 1:	1																																												
fg, ATS direccion 2:	1																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>Vehicle Type</th> <th>Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)</th> <th>Level and Specific Downgrade</th> <th>Rolling</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="9">Trucks, E_T</td> <td>≤100</td> <td>1.1</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>1.1</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>1.1</td> <td>1.7</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>1.1</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>1.0</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>≥900</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>RVs, E_R</td> <td>All</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.</p>					Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling	Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9	200	1.1	1.8	300	1.1	1.7	400	1.1	1.6	500	1.0	1.4	600	1.0	1.2	700	1.0	1.0	800	1.0	1.0	≥900	1.0	1.0	RVs, E_R	All	1.0	1.0					
Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling																																										
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9																																										
	200	1.1	1.8																																										
	300	1.1	1.7																																										
	400	1.1	1.6																																										
	500	1.0	1.4																																										
	600	1.0	1.2																																										
	700	1.0	1.0																																										
	800	1.0	1.0																																										
	≥900	1.0	1.0																																										
RVs, E_R	All	1.0	1.0																																										



X=	178			X=	118		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.588			Y=	1.828		

Et direccion 1	1.588
Et direccion 2	1.828
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.08
Pr	0.37
FHV,ATSF1	0.96
FHV,ATSF2	0.94

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{S,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATSF	204
V2,ATSF	139

Opposing Demand Flow Rate: v _d (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.9	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.3	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.0
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS = 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	178			X=	118		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70	Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90	X1=	200	Y1=	1.90
Y=	1.6312			Y=	0.9208		

f _{nt,ATS} TRAMO 1 =	1.63
f _{nt,ATS} TRAMO 2 =	0.92

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	36.37
ATSd Tramo 2 =	36.84

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	89.44	NDS =	B
PFFS2 =	91.14	NDS =	B

CAPACIDAD

C1dATS =	1623.6247	veh/hr
C2dATS =	1594	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO LAMAY CON IRI

Datos					
Volumen de demanda:	275 veh/h			185	100%
Direccion dividida:	40/60			111	X
FHP:	0.95				
Tipo de terreno:	Plano			X =	0.6
% Camion:	10 %				
% RVs:	40 %				2.85
Ancho de carril:	9.35 ft				
Berma utilizable:	1 ft				
BFFS:	56 mi/h				
Puntos de acceso:	0 puntos/mi				
Zona de prohibido el paso:	20 %				
IRI 1:	5.19				
IRI 2:	6.33				

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f _{LS} :	6.4 mi/h			
f _A :	0 mi/h			
Fr 1:	19.39	Fr 1:	12.05 mi/h	
Fr 2:	8.83	Fr 2:	5.49 mi/h	

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS 1:	37.55 mi/h
FFS 2:	44.11 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

40%	0.4
60%	0.6
V1=	110 veh/h
V2=	165 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
	Level Terrain	Specific Downgrades	
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{95th} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
		Level and Specific Downgrade	Rolling	
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9	
	200	1.1	1.8	
	300	1.1	1.7	
	400	1.1	1.6	
	500	1.0	1.4	
	600	1.0	1.2	
	700	1.0	1.0	
	800	1.0	1.0	
	≥900	1.0	1.0	
	RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	110			X=	165		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.86			Y=	1.64		



Et direccion 1	1.86
Et direccion 2	1.64
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.1
Pr	0.4
FHV,ATS1:	0.92
FHV,ATS2:	0.94

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATSf:	126
V2,ATSf:	185

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones			
	≤ 20	40	60	100
FFS ≥ 65 mi/h				
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0
200	2.2	3.3	3.9	4.0
400	1.6	2.3	2.7	2.8
600	1.4	1.5	1.7	1.9
800	0.7	1.0	1.2	1.4
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h				
≤100	0.7	1.7	2.3	2.8
200	1.9	2.9	3.7	4.0
400	1.4	2.0	2.5	2.7
600	1.1	1.3	1.6	1.9
800	0.6	0.9	1.1	1.3
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1
1,200	0.5	0.7	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h				
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6
200	1.5	2.4	3.5	3.9
400	1.3	1.9	2.4	2.7
600	0.9	1.1	1.6	1.8
800	0.5	0.7	1.1	1.2
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9
1,400	0.5	0.6	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h				
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4
200	1.2	2.0	3.3	3.9
400	1.1	1.6	2.2	2.6
600	0.6	0.9	1.4	1.7
800	0.4	0.6	0.9	1.2
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h				
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2
200	0.9	1.6	3.1	3.8
400	0.9	0.5	2.0	2.5
600	0.4	0.3	1.3	1.7
800	0.3	0.3	0.8	1.1
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	110		
POSICION		Yo=	0.70
Xo=	100	Y1=	1.90
X1=	200		
Y=	0.82		

X=	165		
POSICION		Yo=	0.70
Xo=	100	Y1=	1.90
X1=	200		
Y=	1.48		

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	0.82
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	1.48

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	34.32
ATSd Tramo 2 =	40.22

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	91.40	NDS =	B
PFFS2 =	91.18	NDS =	B

CAPACIDAD

C1dATS =	1565.3775	veh/hr
C2dATS =	1598	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO CALCA CON IRI

Datos					
Volumen de demanda:	282 veh/h			185	100%
Direccion dividida:	60/40			111	X
FHP:	0.92				
Tipo de terreno:	Plano			X =	0.6
% Camion:	14 %				
% RVs:	31 %				2.85
Ancho de carril:	9.35 ft				
Berma utilizable:	1 ft				
BFFS:	56 mi/h				
Puntos de acceso:	0 puntos/mi				
Zona de prohibido el paso:	20 %				
IRI 1:	4.4				
IRI 2:	3.97				

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

fls:	6.4 mi/h			
Fa:	0 mi/h			
Fr 1:	22.24	Fr 1:	13.82 mi/h	
Fr 2:	22.26	Fr 2:	13.83 mi/h	

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS 1:	27.36 mi/h
FFS 2:	27.34 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

60%	0.6
40%	0.4
V1=	169 veh/h
V2=	113 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
	Level Terrain	Specific Downgrades	
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	
		Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	169		X=	113	
POSICION			POSICION		
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200
Y=	1.6232			Y=	1.8488



Et direccion 1	1.62
Et direccion 2	1.85
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.14
Pr	0.31
FHV,ATS1:	0.92
FHV,ATS2:	0.89

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATS:	200
V2,ATS:	137

Opposing Demand Flow Rate, v _s (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
<100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
<100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.5	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
<100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
<100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
<100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	169
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Yo=	0.70
Y1=	1.90
Y=	1.5304

X=	113
POSICION	
Xo=	100
X1=	200
Yo=	0.70
Y1=	1.90
Y=	0.8536

f _{nt,ATS} TRAMO 1 =	1.53
f _{nt,ATS} TRAMO 2 =	0.85

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS _d Tramo 1 =	23.21
ATS _d Tramo 2 =	23.87

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	84.84	NDS =	B
PFFS2 =	87.31	NDS =	B

CAPACIDAD

C1 _{dATS} =	1563.5807	veh/hr
C2 _{dATS} =	1519	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO YUCAY CON IRI

Datos					
Volumen de demanda:	262 veh/h			185	100%
Direccion dividida:	60/40			111	X
FHP:	0.92				
Tipo de terreno:	Plano			X =	0.6
% Camion:	11 %				
% RVs:	40 %				
Ancho de carril:	9.35 ft				
Berma utilizable:	1 ft				
BFFS:	56 mi/h				
Puntos de acceso:	0 puntos/mi				
Zona de prohibido el paso:	20 %				
IRI 1:	4.44				
IRI 2:	3				

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f _{LS} :	6.4 mi/h			
f _A :	0 mi/h			
Fr 1:	22.18	Fr 1:	13.78 mi/h	
Fr 2:	18.33	Fr 2:	11.39 mi/h	

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS 1:	35.82 mi/h
FFS 2:	38.21 mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

60%	0.6
40%	0.4
V1=	157 veh/h
V2=	105 veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{sp} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
	Level	Specific Downgrades	
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{sp} (veh/h)	Level and Specific Downgrade	
		Level	Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	157	X=	105
POSICION		POSICION	
Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.6712	Y=	1.8808



Et direccion 1	1.67
Et direccion 2	1.88
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.11
Pr	0.4
FHV,ATS1:	0.93
FHV,ATS2:	0.91

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{S,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATS:	183
V2,ATS:	125

Opposing Demand Flow Rate, V_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.9	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.9	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{d,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	157		X=	105
POSICION			POSICION	
Xo=	100	Yo=	0.70	
X1=	200	Y1=	1.90	
Y=	1.3864	Y=	0.7576	

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	1.39
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	0.76

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	32.04
ATSd Tramo 2 =	35.06

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	89.45	NDS =	B
PFFS2 =	91.75	NDS =	B

CAPACIDAD

C1dATS =	1583.1154	veh/hr
C2dATS =	1550	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO MOCCOPATA CON IRI

Datos								
Volumen de demanda:	270	veh/h				185		100%
Direccion dividida:	51/49					111		X
FHP:	0.92							
Tipo de terreno:	Plano					X =		0.6
% Camion:	9	%						
% RVs:	45	%						
Ancho de carril:	9.35	ft						
Berma utilizable:	1	ft						
BFFS:	56	mi/h						
Puntos de acceso:	0	puntos/mi						
Zona de prohibido el paso:	20	%						
IRI 1:	3.89							
IRI 2:	4.17							

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f _{LS} :	6.4	mi/h			
f _A :	0	mi/h			
Fr 1:	22.14		Fr 1:	13.76	mi/h
Fr 2:	22.39		Fr 2:	13.91	mi/h

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS 1:	35.84	mi/h
FFS 2:	35.69	mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

V1=	137	veh/h
V2=	133	veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
≤100	1.00		0.73
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1		1.9
	200	1.1		1.8
	300	1.1		1.7
	400	1.1		1.6
	500	1.0		1.4
	600	1.0		1.2
	700	1.0		1.0
	800	1.0		1.0
	≥900	1.0		1.0
RVs, E_R	All	1.0		1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	137			X=	133		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.752			Y=	1.768		



Et direccion 1	1.75
Et direccion 2	1.77
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.09
Pr	0.45
FHV,ATS1:	0.94
FHV,ATS2:	0.94

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{R,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATS:	159
V2,ATS:	155

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.3	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.3	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.3	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS = 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{np,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	137		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	1.144		

X=	133		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	1.096		

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	1.14
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	1.10

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	32.26
ATSd Tramo 2 =	32.16

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	90.02	NDS =	B
PFFS2 =	90.11	NDS =	B

CAPACIDAD

C1dATS =	1592.2374	veh/hr
C2dATS =	1590	veh/hr



CALCULO NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD TRAMO YANAHUARA CON IRI

Datos									
Volumen de demanda:	261	veh/h					185	100%	
Direccion dividida:	53/47						111	X	
FHP:	0.92								
Tipo de terreno:	Plano						X =	0.6	
% Camion:	15	%							
% RVs:	42	%						2.85	
Ancho de carril:	9.35	ft							
Berma utilizable:	1	ft							
BFFS:	56	mi/h							
Puntos de acceso:	0	puntos/mi							
Zona de prohibido el paso:	20	%							
IRI 1:	5.2								
IRI 2:	3.57								

Estimacion del FFS

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

f _{LS} :	6.4	mi/h			
f _A :	0	mi/h			
Fr 1:	19.33		Fr 1:	12.01	mi/h
Fr 2:	21.31		Fr 2:	13.24	mi/h

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS 1:	37.59	mi/h
FFS 2:	36.36	mi/h

Ajuste de demanda del porcentaje del tiempo de seguimiento (PTSF)

V1=	138	veh/h
V2=	123	veh/h

Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73	
200	1.00	0.80	
300	1.00	0.85	
400	1.00	0.90	
500	1.00	0.96	
600	1.00	0.97	
700	1.00	0.99	
800	1.00	1.00	
≥900	1.00	1.00	

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

fg, ATS direccion 1:	1
fg, ATS direccion 2:	1

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{app} (veh/h)	Level and Specific Downgrade		Rolling
Trucks, E_T	≤100	1.1	1.9	
	200	1.1	1.8	
	300	1.1	1.7	
	400	1.1	1.6	
	500	1.0	1.4	
	600	1.0	1.2	
	700	1.0	1.0	
	800	1.0	1.0	
RVs, E_R	All	1.0	1.0	

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

X=	138			X=	123		
POSICION				POSICION			
Xo=	100	Yo=	1.9	Xo=	100	Yo=	1.9
X1=	200	Y1=	1.5	X1=	200	Y1=	1.5
Y=	1.748			Y=	1.808		



Et direccion 1	1.75
Et direccion 2	1.81
Er direccion 1	1
Er direccion 2	1

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Pt	0.15
Pr	0.42
FHVATS1	0.90
FHVATS2	0.89

Analizando para el factor de la demanda de flujo

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V1,ATS:	167
V2,ATS:	150

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1,600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1,600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Note: Interpolation of $f_{g,ATS}$ for percent no-passing zones, demand flow rate, and FFS to the nearest 0.1 is recommended.

X=	138		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	1.156		

X=	123		
POSICION			
Xo=	100	Yo=	0.70
X1=	200	Y1=	1.90
Y=	0.976		

$f_{nt,ATS}$ TRAMO 1 =	1.16
$f_{nt,ATS}$ TRAMO 2 =	0.98

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATSd Tramo 1 =	33.98
ATSd Tramo 2 =	32.93

ESTIMACION DEL PFFS

PFFS1 =	90.39	NDS =	B
PFFS2 =	90.56	NDS =	B

CAPACIDAD

C1dATS =	1528.5021	veh/hr
C2dATS =	1516	veh/hr



ANEXO G: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL RUGOSÍMETRO MERLÍN



PERUTEST S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LL - 1 - 2019

Página 1 de 1

1. Expediente	015-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las Unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	ED GUTIERREZ CARLOTTO	
3. Dirección	Jr. Atahualpa Nro. 353 Urb. Tahuantibuyo Int. 1 Cusco - Cusco	
4. Equipo de medición	RUGOSÍMETRO MERLIN	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance de Indicación	50 divisiones	
División de Escala	1 división	
Marca	PERUTEST	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	PT-RM	
Número de Serie	1003	
Procedencia	PERÚ	
Tipo de indicación	ANALOGICO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-01-11	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-01-11	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 1 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa entre los Bloques Patrones de longitud y la Cinta Métrica versus la indicación de la escala gráfica del equipo a calibrar, para verificar la relación entre medidas.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.
Calle Yahuar Huaca Nro. 215 Urb San Agustín II Etapa - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.6
Humedad Relativa	65 %	65 %



9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Longitud del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018
METROIL	WINCHA DE 5 METROS MARCA: STANLEY	L-0655-2018
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0656-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA-QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 1 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

VALORES EN ELEVACIONES

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACION DE LA ESCALA GRÁFICA (mm)	RELACIÓN Móvil Pivote / Pivote-Puntero
1.0	10.0	10.0
2.0	20.0	10.0
3.0	30.0	10.0
4.0	40.0	10.0
5.0	50.0	10.0
6.0	60.0	10.0
7.0	70.0	10.0
8.0	80.0	10.0
9.0	90.0	10.0
10.0	100.0	10.0

Relación Promedio : 1 : 10

VALORES EN DEPRESIONES

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACION DE LA ESCALA GRÁFICA (mm)	RELACIÓN Móvil Pivote / Pivote-Puntero
1.0	10.0	10.0
2.0	20.0	10.0
3.0	30.0	10.0
4.0	40.0	10.0
5.0	50.0	10.0
6.0	60.0	10.0
7.0	70.0	10.0
8.0	80.0	10.0
9.0	90.0	10.0

Relación Promedio : 1 : 10

Posiciones	Longitud (mm)
MOVL 1 - PIVOTE	100
PIVOTE - PUNTERO	1000.1

Nota 1.- El equipo posee una escala gráfica con divisiones de 5 mm de espesor cada una.

Nota 2.- El equipo presenta una pastilla para el F.C. del ensayo de 6.05 mm de espesor.



Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



ANEXO H: FOTOGRAFÍAS

Figura 14

Medición del ancho de la vía

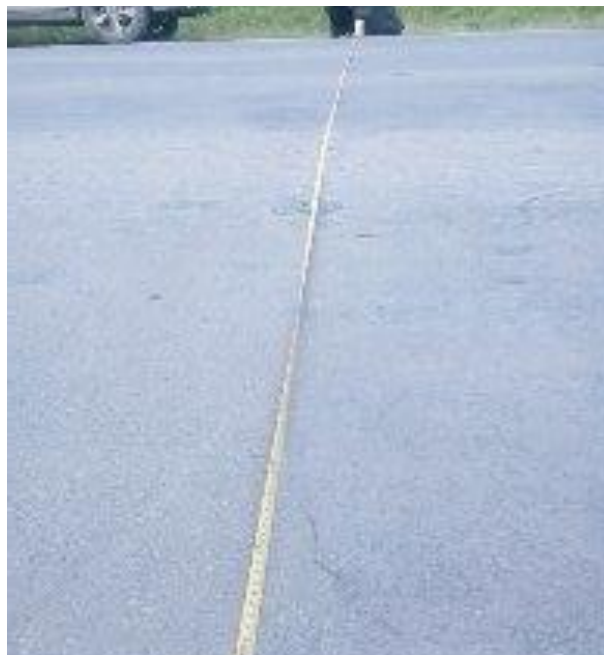


Figura 15

Medición de la berma lateral





Figura 16

Levantamiento de información en el tramo Lamay



Figura 17

Levantamiento de información en el tramo Yucay





Figura 18

Levantamiento de información en el tramo Pisac



Figura 19

Levantamiento de información en el tramo Calca





Figura 20

Levantamiento de información en el tramo Calca

