UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE
LA VÍA CONOCOCHA – YANACANCHA ANTE EL INCREMENTO
DE LOS EJES EQUIVALENTES NO PROYECTADOS, UTILIZANDO
LA METODOLOGÍA ASSHTO 93.**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Aguilar Aquituari, Alvaro Alberto (0000-0002-0010-7962)

Salinas Montrone, Pablo Alberto (0000-0002-5230-479X)

ASESOR

Silvera Lima, Manuel Elias (0000-0002-8265-9495)

Lima, 15 de enero de 2019

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres y a mi esposa, los cuales son el motivo para seguir creciendo personal y profesionalmente, por su apoyo incondicional y paciencia en las ausencias durante los años de estudio.

Alvaro Alberto Aguilar Aquituari

Dedicado a mi madre que ha sido el pilar fundamental en mi formación personal y profesional con sus consejos, apoyo incondicional, por cimentar en mí los valores y confianza para perseguir todos mis objetivos. A mi esposa e hijos que son mi motor para seguir adelante a pesar de las dificultades y a mis incondicionales amigos Rubén, Lucho, Diego, Coquito y Martín que siempre están conmigo en las buenas y malas.

Pablo Alberto Salinas Montrone

AGRADECIMIENTOS

A nuestros profesores, en especial al Ing. Manuel Silvera que nos apoyó en todo el proceso de la elaboración de esta tesis, al Ing. Mario Ocampo gerente general de la empresa EPCM Consulting SAC por brindarnos tan amablemente la información de los estudios previos de la carretera Conococha – Yanacancha, lo cual fue uno de los pilares en nuestra investigación, de la misma manera a todos los involucrados que nos apoyaron en este proceso a cada uno de ellos por siempre nuestro agradecimiento.

RESUMEN

La presente Tesis tiene como base de estudio las especialidades de tránsito y pavimentos. Mediante estos componentes se busca obtener el cálculo de los ejes equivalentes no proyectados y el número estructural del diseño existente, con la finalidad de determinar si cumplirá con el tiempo de vida útil de diseño, además de proponer un mantenimiento adecuado que permita a la vía cumplir con su tiempo de servicio.

El proyecto está enmarcado en estudios de tránsito previos y un trabajo de campo que verifique los datos obtenidos, asimismo realizar un análisis de proyecciones de ejes equivalentes y número estructural, para tal objetivo se empleó la metodología ASSHTO 93. Del análisis se determinó que la vía no posee la infraestructura suficiente para cumplir con el tiempo de servicio.

Ante esta problemática se propone un mantenimiento correctivo aplicando un recapeo con carpeta asfáltica en caliente de 2.5 cm de espesor. Esta infraestructura aportará un refuerzo estructural y mejorará la transitabilidad.

Palabras clave: Aforo Vehicular; Índice medio diario anual; Ejes equivalentes; Evaluación superficial del pavimento; Número estructural; Módulo Resiliente.

Evaluation of the useful lifetime of the flexible pavement track Conococha - Yanacancha
by the non-projected equivalent axel loads using the ASSHTO 93 methodology

ABSTRACT

The present thesis is based on traffic and pavements specialties. With these components, we obtained the calculation of the non-projected equivalent axel loads, as well the structural number of the existing design, in order to determine if it keep the initial useful lifetime period, also we propose an adequate maintenance that allows the way to get the service time.

The project review previous traffic studies, and a field work that verifies the data obtained, as well an analysis of the equivalent axes loads projections, the structural number, for this purpose, the ASSHTO 93 methodology is used. From the analysis, it was determined that the road does not have enough infrastructure to keep the service time.

Before this problem is proposed corrective maintenance by applying a 2.5 cm layer of asphalt, which will provide the structural reinforcement and improve the passability.

Keywords: Vehicle capacity; Annual daily average index; Equivalent axels; Pavement surface evaluation; Structural Number; Resilient modulus.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPITULO I: MARCO TEORICO.....	3
1.1. Clasificación de las vías.....	3
1.1.1. Clasificación por demanda	3
1.1.2. Clasificación por orografía	5
1.2. Evaluación superficial del pavimento asfáltico	5
1.2.1. Fallas en el pavimento asfáltico.....	6
1.2.1.1. Agregado Pulido.....	7
1.2.1.2. Ahuellamiento	8
1.2.1.3. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	9
1.2.2. Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	10
1.2.2.1. Terminología	11
1.2.2.2. Cálculo del PCI	12
1.3. Estudio de tráfico vial	17
1.3.1. Volumen de tránsito	17
1.3.2. Índice Medio Diario Anual (IMDA)	18
1.3.3. Proyecciones de Tráfico	18
1.3.4. Factor de carga equivalente	19
1.4. Diseño de pavimentos por la metodología ASSHTO 93	20
1.4.1. Módulo de Resilencia (MR)	20
1.4.2. Variables de diseño.....	21
1.4.2.1. Confiabilidad (%R) y Desviación estándar normal (Zr)	21
1.4.2.2. Desviación Estándar Combinada (S0).....	21
1.4.2.3. Variación del Índice de Serviciabilidad (PSI).....	21
1.4.3. Determinación del Número Estructural Requerido	22
2. CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	25
2.1. Ubicación, características de la carretera Conococha - Yanacancha y alcance de desarrollo	25
2.2. Estudios Anteriores.....	26
2.3. Recolección de información de campo	28
2.3.1. Evaluación superficial del pavimento.....	29
2.3.2. Estudio de Aforo Vehicular.....	30

2.4.	Procesamiento de información.....	33
2.4.1.	Calculo de IMDA 2018	33
2.4.2.	Calculo de proyección de Ejes Equivalentes al año 2027	34
2.4.2.1.	Ejes equivalentes proyectados de estudios previos	35
2.4.2.2.	Corrección de Ejes Equivalentes de estudios anteriores	36
2.4.2.3.	Cálculo de proyección de Ejes Equivalentes al 2027.....	37
2.4.3.	Determinación del PCI – 2018	39
2.4.4.	Ejes equivalentes para el análisis de la vida útil del pavimento.....	41
2.4.5.	Análisis de la vida útil del pavimento	42
2.4.5.1.	Espesores Existentes y aporte estructural	43
2.4.5.2.	Sectorización y Módulo resiliente de la sub rasante.....	43
2.4.5.3.	Cálculo del Número estructural requerido	44
2.4.6.	Cálculo del refuerzo estructural.....	46
3.	CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS	47
4.	CAPITULO IV: CONCLUSIONES	49
5.	CAPITULO V RECOMENDACIONES	50
6.	REFERENCIAS	51
7.	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tipos de falla y su unidad de medida</i>	7
Tabla 2	<i>Formato empleado para la toma de datos</i>	13
Tabla 3	<i>Ejemplo de hoja de registro en una vía de pavimento flexible</i>	14
Tabla 4	<i>Cálculo del PCI</i>	15
Tabla 5	<i>Configuración de ejes</i>	18
Tabla 6	<i>Relación de cargas para determinar Ejes Equivalentes para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos</i>	19
Tabla 7	<i>Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI) en referencia al rango de tráfico</i>	22
Tabla 8	<i>Cuadro de coeficientes estructurales</i>	24
Tabla 9	<i>Producto de factor de Carga por factor de presión de llantas utilizado en estudio de tráfico por tipo de vehículo y año</i>	27
Tabla 10	<i>Tasas de crecimiento vehicular por año de estudio de tráfico</i>	28
Tabla 11	<i>Resumen de Fallas en la vía Conococha - Yanacancha</i>	29
Tabla 12	<i>Formato utilizado para el conteo vehicular</i>	32
Tabla 13	<i>Variación de la clasificación diaria por tipo de vehículo en la estación Pachapaqui</i>	33
Tabla 14	<i>Variación de la clasificación diaria por tipo de vehículo en la estación Ninacocha</i>	33
Tabla 15	<i>Factores de corrección estacional</i>	34
Tabla 16	<i>Factores de corrección estacional</i>	34
Tabla 17	<i>Ejes Equivalentes de estudios anteriores</i>	35
Tabla 18	<i>Ejes Equivalentes corregidos para la estación de conteo E1 y E2</i>	36
Tabla 19	<i>Proyección de Ejes Equivalentes a partir de aforo 2018 y estudios anteriores corregidos</i>	37
Tabla 20	<i>Clasificación de vía por unidad de muestra</i>	40
Tabla 21	<i>Resumen de Fallas en la vía Conococha - Yanacancha</i>	40
Tabla 22	<i>Ejes equivalentes proyectados para la estación E-1 Pachapaqui</i>	41
Tabla 23	<i>Ejes equivalentes proyectados para la estación E-2 Ninacocha</i>	42
Tabla 24	<i>Espesores existentes del pavimento y su aporte estructural</i>	43
Tabla 25	<i>Sectorización de la vía</i>	44
Tabla 26	<i>Módulo Resiliente para cada sector</i>	44
Tabla 27	<i>Número estructural requerido por sector</i>	45
Tabla 28	<i>Estimación del año de cumplimiento de vida útil por tramos de la vía Conococha - Yanacancha</i>	45
Tabla 29	<i>Cálculo del refuerzo estructural</i>	46
Tabla 30	<i>Resumen de refuerzo estructural por sector</i>	46

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Vía con presencia de agregado pulido	8
<i>Figura 2.</i> Niveles de severidad del ahuellamiento	9
<i>Figura 3.</i> Niveles de severidad de la Peladura y pérdida de agregado por intemperismo ..	10
<i>Figura 5.</i> Curvas de corrección	16
<i>Figura 6.</i> Esquema de la estructuración del pavimento	23
<i>Figura 7.</i> Ubicación de Carretera Conococha - Yanacancha	26
<i>Figura 8.</i> Medición del ahuellamiento en el km 10+000	30
<i>Figura 9.</i> Ubicación de estaciones de conteo	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Proyección de Ejes Equivalentes por año hasta 2027 - Estación E1 Pachapaqui	39
<i>Gráfico 2.</i> Proyección de Ejes Equivalentes por año hasta 2027 - Estación E2 Ninacocha	39

INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

La región sureste del departamento de Ancash posee grandes yacimientos mineros, por lo cual alberga diversos centros de explotación minera. Debido a ello, las vías distritales y provinciales que conectan los diferentes yacimientos con las carreteras nacionales presentan un tránsito de vehículos bastante elevado, ya sea por el traslado de insumos y/o material mineral extraído. Sin embargo, existen otros factores que modifican el comportamiento en la proyección del tráfico de la zona, como son el aumento de la producción, la expansión de la zona a explotar, el desarrollo de los pueblos cercanos, el cambio en el uso de suelos (de terrenos eriazos a agrícolas o mineros), la necesidad de mayores insumos, mayor traslado de personal, entre otras.

Una vía en el departamento de Ancash que presenta esta realidad es la carretera Conococha – Yanacancha, cuya concesión corresponde a la minera Antamina. Este camino desde su construcción como vía asfaltada en el año 2007 ha mostrado un incremento en los ejes equivalentes mayor al proyectado en el expediente técnico, esto se aprecia en los estudios realizados en los años 2012 y 2017 por la empresa EPCM Consulting S.A.C. Como resultado del aumento no concebido en el tránsito, se pueden presentar problemas de envejecimiento temprano, lo que conlleva a mayores costos de mantenimiento e incluso la reducción de la vida útil del pavimento. Esta situación nos lleva a pensar en la necesidad de una evaluación que proponga una intervención para garantizar el tiempo de servicio proyectado con el que fue construida originalmente.

Formulación del Problema

¿Cómo garantizar que se cumpla la vida útil estimada del pavimento flexible de la carretera Conococha – Yanacancha frente al aumento no proyectado de los ejes equivalentes?

Hipótesis

Un mantenimiento preventivo garantizará, que el pavimento flexible alcance la vida útil estimada, frente al aumento no proyectado de los ejes equivalentes en la carretera Conococha – Yanacancha.)

Objetivo General

Determinar el tipo de mantenimiento preventivo más adecuado para el cumplimiento del tiempo de vida útil de la carretera Conococha – Yanacancha a través de una evaluación del

estado actual del pavimento flexible, afectado por el aumento de los ejes equivalentes no proyectados.

Objetivos Específicos

1. Evaluar a través de la obtención del Índice de condición del pavimento (PCI) el estado actual de la carretera Conococha – Yanacancha.
2. Determinar el incremento de los ejes equivalentes mediante la metodología AASHTO 93.
3. Determinar los espesores requeridos para la vida útil por la metodología ASSHTO 93 con los ejes equivalentes incrementados y proyectados a la finalización de la etapa de servicio
4. Establecer el tipo de mantenimiento que requiere la carretera Conococha – Yanacancha para llegar al tiempo de vida útil proyectado inicialmente.

Limitaciones de la tesis

1. La presente tesis no realizará ensayos de deflectometría en la vía por el alto costo y tiempo que genera, además de los estrictos permisos que se deben requerir a la empresa Antamina.
2. No se realizarán pruebas destructivas para verificar los espesores de la vía por el costo, tiempo y permisos que se requerirían por parte de la minera.

1. CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. Clasificación de las vías

Las vías del Perú se clasifican de acuerdo a su demanda y a la orografía, lo que le da características típicas a cada una de ellas para su diseño y funcionamiento. Por ejemplo, una vía que tiene un alto tránsito en la costa no tendrá las mismas condiciones en cuanto a diseño, mantenimiento y vida útil que una vía con bajo tránsito a una altura mayor a los 3000 metros sobre el nivel del mar, ni mucho menos se comportará de la misma forma. Con una clasificación adecuada se obtiene la velocidad directriz, primer parámetro de diseño que influye directamente en el comportamiento de la vía.

1.1.1. Clasificación por demanda

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones [1] esta clasificación se realiza a través del índice medio diario anual (IMDA), el cual representa la cantidad de vehículos por día que circularán por la carretera respecto al promedio anual.

Con el IMDA las carreteras en el Perú se pueden clasificar en:

1.1.1.1. Autopistas de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA mayor a 6,000 vehículos por día (veh/día), con calzadas que deben estar divididas por medio de un separador central con un ancho mínimo de 6.00 metros. Cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, además de tener control total de accesos (ingresos y salidas) los que proporcionen flujos vehiculares continuos sin la existencia cruces o pasos a nivel, por otro lado deben contar con puentes peatonales en zonas urbanas. Finalmente, la superficie de rodadura de estas vías debe ser pavimentada.

1.1.1.2. Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA entre 6,000 y 4,001 veh/día, con calzadas que están divididas por medio de un separador central que puede variar desde 1.00 m hasta los 6.00 m hasta. En el caso de tener el mínimo ancho se tiene previsto la instalación de un sistema de contención vehicular. Cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, además de poseer un control parcial de accesos (ingresos y salidas), los que proporcionarán flujos vehiculares continuos. Estas vías pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel, por otro lado debe haber puentes peatonales en zonas urbanas.

Su superficie de rodadura debe ser pavimentada.

1.1.1.3. Carreteras de Primera Clase

Estas carreteras poseen un IMDA comprendido entre 2,001 y 4,000 veh/día, deben contar con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas vías debe ser pavimentada.

1.1.1.4. Carreteras de Segunda Clase

Estas vías cuentan con un IMDA comprendido entre 400 y 2,000 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

1.1.1.5. Carreteras de Tercera Clase

Estas carreteras poseen un IMDA menor a 400 veh/día, cuenta una calzada de dos carriles de 3.00m de ancho como mínimo, de manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, siempre y cuando tenga el sustento técnico correspondiente.

Respecto a la superficie de rodadura estas vías pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, las que consisten en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

1.1.1.6. Trochas Carrozables

Las trochas carrozables son vías transitables con un IMDA menor a 200 veh/día, además de no poseer las características geométricas de una carretera. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, para lo cual se deberán construir ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

1.1.2. Clasificación por orografía

El Manual de Diseño Geométrico [2] clasifica las vías de acuerdo a la topografía predominante en la zona por donde se desarrolla la vía de la siguiente manera:

1.1.2.1. Terreno plano (tipo 1)

Se consideran vías de terreno plano a las que poseen pendientes transversales al eje menor o iguales al 10%, mientras las longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%). Como consecuencia requiere una cantidad muy baja de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

1.1.2.2. Terreno ondulado (tipo 2)

Este tipo tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50%, además sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %. Esto requiere un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

1.1.2.3. Terreno accidentado (tipo 3)

Se denomina terreno accidentado cuando posee pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, debido a ello presenta dificultades en el trazado.

1.1.2.4. Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

1.2. Evaluación superficial del pavimento asfáltico

La evaluación superficial del pavimento asfáltico es la herramienta más usada para determinar el tipo de mantenimiento que una vía requiere porque nos indica los posibles motivos por lo cual ocurren las fallas en la superficie y la cantidad de éstas, de esta forma se obtienen valores fiables para poder realizar un presupuesto de mantenimiento. Es por ello, que las vías deben ser evaluadas cada cierto tiempo con una frecuencia no mayor de 5 años, con el fin de realizar mantenimientos preventivos que eviten el deterioro prematuro y el envejecimiento temprano.

Para realizar la evaluación superficial de la vía se utiliza la metodología del índice de condición del pavimento (PCI). Este método cuantifica todas las fallas que se encuentran en la vía y las clasifica de acuerdo a la severidad de las mismas.

Esta metodología fue desarrollada entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles. Por otro lado, constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, por lo que es ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación mediante la norma llamada procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-99. [3]

1.2.1. Fallas en el pavimento asfáltico

Se denomina fallas al resultado negativo que ocurre en el pavimento por las interacciones entre los materiales de la vía, su diseño, el tránsito, la geografía y el medio ambiente.

Estas fallas se pueden clasificar en dos tipos: estructurales y funcionales. Las primeras, son las que se originan por un deterioro en el paquete estructural del pavimento lo que lleva a una disminución en la cohesión de las capas del paquete estructural y afectan su comportamiento frente a cargas externas. Las segundas por otro lado, afectan la transitabilidad mediante la disminución de la calidad aceptable de la superficie de rodadura, así como la estética y la seguridad que brinda la vía al usuario. [4]

Cada falla posee tres niveles de clasificación respecto a la gravedad con la que se presenta en la vía: bajo, moderado y severo. El primero indica que su severidad afecta el confort del tránsito pero no es necesaria la reducción de la velocidad para circular de forma segura. La segunda implica maniobras para evitar incidencias en la vía y reducción en la rapidez. Finalmente, la tercera requiere que se circule de forma lenta y se requiera esquivar este tipo de fallas que ponen en riesgo la seguridad de la marcha del vehículo. [4]

El PCI considera en su manual un total de 18 tipos de fallas para pavimentos asfálticos las que se encuentran enumeradas en la tabla 1

Tabla 1

Tipos de falla y su unidad de medida

Falla	Unidad de Medida
1.- Piel de Cocodrilo	m2
2.- Exudación	m2
3.- Fisuras en Bloque	m2
4.- Abultamientos y hundimientos	ml
5.- Corrugación	m2
6.- Depresión	ml
7.- Fisura de borde	ml
8.- Fisura de reflexión de junta	ml
9.- Desnivel carril – berma	ml
10.- Fisuras longitudinales y transversales	ml
11.- Parches y parches de cortes utilitarios	m2
12.- Agregado pulido	m2
13.- Baches	und
14.- Ahuellamiento	m2
15.- Desplazamiento	m2
16.- Fisura parabólica o por desplazamiento	m2
17.- Hinchamiento	m2
18.- Peladura por intemperismo desprendimiento de agregados	m2

Fuente: Elaboración propia en base a la ASTM D6433-99

En la etapa de la ejecución de la evaluación se hallaron tres de las fallas en las muestras tomadas, las cuales se describen a continuación:

1.2.1.1. Agregado Pulido

El agregado pulido es la pérdida de resistencia al deslizamiento del pavimento, que ocurre cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto. Figura 1.

Esta falla es causada por:

- Repeticiones de cargas de tránsito.
- Insuficiente porción de agregado extendida sobre el asfalto.
- Inexistente aspereza o textura del pavimento, que no contribuye a la reducción de la velocidad de los vehículos.
- Falta de partículas de agregado angular que proporcionen una buena adherencia del pavimento con las llantas de los vehículos.

Esta falla no presenta niveles de severidad definidos, sin embargo el agregado pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra y la superficie de agregado debe ser suave al tacto.

Figura 1. Vía con presencia de agregado pulido

Fuente: (Rodríguez [3], p. 21)

El agregado pulido se mide en metros cuadrados. Por otro lado, si se registra exudación, entonces el agregado pulido ya no debe ser registrado. [3]

1.2.1.2. Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua a lo largo de la trayectoria del vehículo y ubicado por donde pasan las llantas, esto trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante. Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad en las capas (bases, subbases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico. Un ahuellamiento severo puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento. Entre otras causas de esta falla se encuentran:

- Mezcla asfáltica inestable.
- Exceso de ligante en riegos.
- Mal diseño del paquete estructural: espesores deficientes.
- Mala calidad de materiales o deficiente control de calidad

Los niveles de severidad del ahuellamiento se muestran a continuación:

- Bajo (Low): La depresión superficial, causada por las ruedas de los vehículos, varía entre 6 y 13 mm. Figura 2 (imagen a)
- Moderado (Medium): La depresión varía entre 13 y 25 mm. Figura 2 (imagen b)
- Severo (High): La depresión es mayor a 25 mm. Figura 2 (imagen c)

Figura 2. Niveles de severidad del ahuellamiento

Fuente: (Rodríguez [3], p. 48)

El ahuellamiento es medido en metros cuadrados.

1.2.1.3. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

La peladura por intemperismo es la desintegración superficial del pavimento por pérdida de ligante asfáltico, por otro lado el desprendimiento del agregado pétreo, hace referencia a partículas sueltas o removidas. Ambas fallas indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable o que la mezcla es de pobre calidad.

Las principales causas de este tipo de fallas son:

- Cargas de tráfico especiales como es el caso de vehículos de orugas.
- Ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos.
- Mezcla de baja calidad con ligante insuficiente.
- Uso de agregados sucios o muy absorbentes.
- Falla de adherencia entre el agregado y el asfalto debido al efecto de agentes externos.

Los niveles de severidad para esta falla se indican a continuación:

- Bajo (Low): El agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas de la pista se aprecian huecos. En el caso de derrames, las manchas de aceite son visibles, pero la superficie está dura y no puede ser penetrada con una moneda. Figura 3 (imagen a)
- Moderado (Medium): Se han desprendido los agregados o el ligante. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños huecos. En el caso de derrames de aceite, la superficie es suave y puede ser penetrada con una moneda. Figura 3 (imagen b)

- Severo (High): El desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas son menores a 10 mm en diámetro y menores a 13mm en profundidad; las áreas ahuecadas mayores que éstas son consideradas como fallas tipo baches. Para el caso de los derrames de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y el agregado ha comenzado a perderse. Figura 3 (imagen c) [3]

Figura 3. Niveles de severidad de la Peladura y pérdida de agregado por intemperismo

Fuente: (Rodríguez [3], p. 50)

Las peladuras y desprendimientos son medidos en metros cuadrados.

1.2.2. Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

La metodología del PCI es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, las cuales buscan identificar la clase, severidad y cantidad de fallas presentes en la vía. Esta metodología es fácil de implementar ya que no requiere de herramientas especializadas, pues mide la condición del pavimento de manera indirecta. El PCI tiene como principales objetivos:

- Determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y nivel de servicio que ofrece al usuario. El método permite la cuantificación de la integridad estructural de manera indirecta, a través del índice de condición del pavimento (ya que no se realizan mediciones que permiten calcular directamente esta integridad). Cuando se habla de integridad estructural, se hace referencia a la capacidad que tiene el paquete estructural de soportar solicitaciones externas, como cargas de tránsito o condiciones ambientales. En cambio, el nivel de servicio es la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro al conductor.
- Obtener un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de

obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio [3]

Por otro lado esta metodología nos ayudará en la determinación del mantenimiento que requiere la vía de acuerdo a las fallas encontradas, mediante un alcance más real de la situación de la vía.

1.2.2.1. Terminología

Para un correcto desarrollo de la metodología se definen algunos conceptos tales como:

- Red de pavimento. Es el conjunto de vías pavimentadas que son administradas, por una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o una avenida, es una red de pavimento.
- Tramo de pavimento. Un tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado.
- Sección de pavimento. Es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.
- Unidad de muestra del pavimento. Es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m².
- Índice de condición del pavimento (PCI). Es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento que ha fallado o que se encuentra en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.
- Grado de la condición del pavimento. Es una descripción cualitativa de la condición del pavimento, como una función del valor de PCI que varía entre “fallado” hasta “excelente”, como se aprecia en la figura 4.

Clasificación PCI	Valoración	Tipo de Mantenimiento
86 a 100	Excelente	Mantenimiento Rutinario o Preventivo
71 a 85	Muy Bueno	
56 a 70	Bueno	Mantenimiento Periódico o Correctivo
41 a 55	Regular	
26 a 40	Malo	Rehabilitación
11 a 25	Muy Malo	Reconstrucción
0 a 10	Fallado	

Figura 4. Clasificación de la vía en base a los valores del PCI

Fuente: (Rodríguez [3], p. 29)

1.2.2.2. Cálculo del PCI

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados del inventario visual del pavimento en el cual se establecen la clase, severidad y cantidad para cada falla presente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación, llamado “valor deducido”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad). [5]

El punto de inicio de la metodología consiste en determinar la cantidad de muestras a evaluar, por lo que para la presente tesis se decidió realizar muestreos cada 10 km por lo extenso de la vía con una longitud por muestreo de 50 metros lineales.

Luego de establecer la cantidad de muestras se realiza el relevamiento de fallas que consta de la inspección visual, la medición y el registro de las incidencias en la vía según el procedimiento que se explica a continuación:

- Inspeccionar individualmente cada unidad de muestra seleccionada.

- Registrar en el formato el tramo, número de sección así como el número de unidad de muestra y el tamaño de unidad de muestra medido con el odómetro manual que en nuestro caso son 50 metros lineales.
- Realizar la inspección de las fallas, cuantificando cada nivel de severidad y registrando la información obtenida.

El formato que se utiliza para evaluar la condición del pavimento está basado en el manual ASTM 6433-99, el cual se presenta en la tabla 2.

Tabla 2

Formato empleado para la toma de datos

RELEVAMIENTO DE FALLAS MEDICIÓN DEL PCI (ASTM 6433-99)						ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Carretera Conococha - Yanacanch			Sección: 0+000 - 0+050			Unidad de Muestra: 1			
Realizado por P. Salinas			Fecha: 14/12/2018			Área: 325.00 m ²			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios				16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido				17. Hinchamiento			
3. Fisuras en Bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches				18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	ALOR DEDUCID	

Fuente: (Vásquez, [5])

Una vez finalizada la etapa de campo, donde se realizó el relevamiento de fallas, se continuó con el procesamiento de la información obtenida, para ello se utilizó el siguiente procedimiento:

- Sumar la cantidad de las mediciones por tipo de falla y por cada nivel de severidad, luego esta cantidad se debe registrar en la columna “Total de Severidades”. Por ejemplo, en la tabla 3 se muestra que la falla piel de cocodrilo tiene en total para la severidad baja 1.2m², mientras que para la severidad media 1.29m² de severidad media. Las unidades para las cantidades son de acuerdo al tipo de falla inventariada.

Tabla 3

Ejemplo de hoja de registro en una vía de pavimento flexible

RELEVAMIENTO DE FALLAS MEDICIÓN DEL PCI (ASTM 6433-99)						ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>			
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía:			Sección:		Unidad de Muestra:				
Realizado por:			Fecha:		Área:				
					1 230.90 m ²				
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parches	16. Fisura parabólica o por deslizam						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en Bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y						
4. Abultamientos y hundimi	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transve	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	0.3	0.55	0.4				1.2	0.52	7.9
1M	0.72	0.57					1.29	0.56	23.4
7L	5	6	1				12	5.20	7.5
8M	4	3	2.5	1	2.7		13.2	5.72	25.1
11H	1	1.03					2.03	0.88	17.9
13L	0.09						0.09	0.04	11.2
14L	1.04	0.9					1.94	0.84	6.9
18L	23.1						23.1	10.00	5.3

Fuente: (Vásquez [5])

- b. Como segundo paso se debe obtener la densidad: ésta es el resultado de dividir la cantidad total de cada tipo de falla en cada nivel de severidad (columna TOTAL) entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad porcentual, como se aprecia en la tabla 3.
- c. Como tercer paso se debe determinar el valor deducido (DV) para cada tipo de falla y nivel de severidad utilizando las curvas de valor deducido y colocarlas como se muestra en la tabla 3. Para nuestro caso de estudio en el Anexo A se encuentran las tablas de correlación para las tres fallas encontradas en el estudio que son: ahuellamientos, agregado pulido y peladura por intemperismo.
- d. Finalmente para determinar el máximo valor deducido corregido (CDV) se deben seguir los siguientes pasos:
 - En primer lugar se crea una lista de valores deducidos individuales en orden descendente. Por ejemplo, en la tabla 4 esta lista será 25.1, 23.4, 17.9, 11.2, 7.9, 7.5,

6.9, y 5.3. Determinar el número de deducciones permisibles, “m”, del gráfico 3.1., o empleando la siguiente fórmula (ver Ecuación. 1):

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) * 100 - HDV < 10 \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

m = número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a diez).

HDV = el mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

Tabla 4

Cálculo del PCI

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - 25.1) = 7.9 < 8.0$$

$$7.9 - 7.0 = 0.9 \quad 0.9 * 5.3 = 4.8$$

#	Valor Deducido									Total	q	CDV
1	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	7.5	6.9	4.8		104.7	8	51
2	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	7.5	6.9	2		101.9	7	50
3	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	7.5	2	2		97.0	6	46
4	25.1	23.4	17.9	11.2	7.9	2	2	2		91.5	5	47
5	25.1	23.4	17.9	11.2	2	2	2	2		85.6	4	48
6	25.1	23.4	17.9	2	2	2	2	2		76.4	3	48
7	25.1	23.4	2	2	2	2	2	2		60.5	2	48
8	25.1	2	2	2	2	2	2	2		39.1	1	49
9												38

Max CDV=51

PCI=49

Rating= Regular

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03 (2003)

Si el número de valores deducidos individuales es mayor al obtenido en “m” se deben tomar solo los valores anteriores por lo cual el valor que no se tome debe multiplicarse por los valores más bajos obtenidos para el ejemplo de la tabla 4 se tendría que el último valor es

4.8, debido a la multiplicación del valor deducido más bajo (5.3) por la parte decimal de “m” (0.9), luego se rellenan los espacios con el valor de 2.

- En segundo lugar se debe realizar la suma horizontal de los valores deducidos como se muestra en la tabla 4.
- En tercer lugar se coloca el “q” de menor a mayor, es decir, al menor valor de la suma de valores deducidos se le coloca 1 y así de forma ascendente. Como se aprecia en la tabla 4.
- En cuarto lugar se determina el valor de CDV mediante las curvas de corrección que se muestran en la Figura 5, mediante la intersección de la suma total del valor deducido y la curva “q” correspondiente. Esto para todos los valores deducidos
- Finalmente se calcula el PCI de la muestra restándole a 100 el mayor CDV hallado. Como se aprecia en la tabla 4.

Figura 4. Curvas de corrección

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03 (2003)

1.3. Estudio de tráfico vial

El estudio de tráfico es el encargado de predecir la cantidad de vehículos que circularan por la vía en todo el tiempo de vida útil, para ello se utilizan fórmulas descritas en la metodología ASSHTO 93 mediante cálculos estadísticos.

El estudio de tráfico se realiza en dos etapas: en una primera etapa se define la composición del tráfico, es decir, los tipos de vehículos que forman el conjunto de usuarios de la vía evaluada, mediante los trabajos de brigadas de conteo distribuidas en lugares estratégicos de la vía y determina el número y tipo de vehículos que pasan, lo que conforma el índice medio diario anual (IMDA). En la segunda etapa los datos recopilados se procesan en gabinete para la obtención de la proyección de los ejes equivalentes, para ello se requieren una normalización de los vehículos respecto a la carga del eje estándar que corresponde a 8.2 toneladas o 18 000 libras, esta normalización se da cuando se encuentra el factor destructivo que corresponde al peso real del vehículo y el eje estándar. Después, con el valor del IMDA y los factores destructivos se pueden obtener los ejes equivalentes actuales que circulan por la vía, para la proyección de los ejes equivalentes se utilizan factores de crecimiento los cuales son determinados a partir de series históricas las que se obtienen normalmente por medio de las unidades de peaje. [6]

1.3.1. Volumen de tránsito

El volumen de tránsito que circula se determina mediante aforos o conteos vehiculares, para lo cual se ubican estaciones de conteo a lo largo de la vía en sitios estratégicos como por ejemplo en desvíos a poblados, puentes, al inicio o final de la vía, etc. Para estudios de carretera estas mediciones se deben realizar durante 7 días continuos las 24 horas para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMDA). [6]

Para el conteo vehicular se tiene en cuenta la configuración de ejes que se muestra en la tabla 5:

Tabla 5

Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumaticos	Gráfico
EJE SIMPLE (con rueda simple)	1RS	2
EJE SIMPLE (con rueda doble)	1RD	4
EJE TANDEM (1 eje rueda simple + 1 eje rueda doble)	1RS + 1RD	6
EJE TANDEM (2 eje rueda doble)	2RD	8
EJE TRIDEM (1 eje rueda simple + 2 eje rueda doble)	1RS + 2RD	10
EJE TRIDEM (3 eje rueda doble)	3RD	12

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 [1], p. 78

1.3.2. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

El Índice Medio Diario Anual es el valor promedio de la cantidad de vehículos que circulan diariamente por la vía en todo el año y se obtiene del promedio de la semana multiplicado por el factor de corrección del mes en el que realiza el conteo vehicular. Estos factores de corrección son dados por las unidades de peaje que hubiera en la zona.

1.3.3. Proyecciones de Tráfico

Para realizar las proyecciones de tránsito se requiere la tasa de crecimiento, esta se obtiene de los datos históricos obtenidos de estudios de tráfico anteriores para la carretera y se obtienen las tasas de crecimiento anual de por lo menos 10 años y se obtiene el promedio de estos porcentajes de crecimiento.

Luego de obtener la tasa se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

$$Tn = To * (1 + r)^{n-1} \text{ (Ecuación 2)}$$

En la que:

Tn = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

To = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

1.3.4. Factor de carga equivalente

Como ya se ha mencionado anteriormente, existe la necesidad de homologar el efecto que tendrán los diferentes tipos de vehículos sobre el pavimento. Es por ello que se determina un factor de carga equivalente por eje o Equivalent Axle Load (EAL) por sus siglas en inglés. Este factor define el daño producido en el pavimento por el paso del eje en cuestión relativo al daño producido por un eje estándar, usualmente el de 18 kip u 80 kN. [7]

Los factores de carga equivalente que propone el Ministerio de Transportes y Comunicaciones se indican en la tabla 6.

Tabla 6

Relación de cargas para determinar Ejes Equivalentes para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S1})	$EE_{S2} = \left[\frac{P}{8.2} \right]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = \left[\frac{P}{14.8} \right]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = \left[\frac{P}{15.1} \right]^{4.0}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = \left[\frac{P}{20.7} \right]^{3.9}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = \left[\frac{P}{21.8} \right]^{3.9}$
P= peso real por eje en toneladas	

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, [2]p. 79)

En el método de diseño de AASHTO se requiere calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes en función de las cargas de tráfico, el factor de crecimiento y el número de años, las fórmulas que se aplican para dichos cálculos son las siguientes:

$$EALS = \sum_{i=1}^m F_i \cdot n_i \text{ (Ecuación 3)}$$

$$n_i = (n_0)_i (G)(D)(L)(365)(Y)$$

Dónde:

EAL: el número de repeticiones de eje equivalente (18 kips) aplicada en el periodo de diseño.

F_i : factor de daño por cada eje

G : factor de crecimiento del tráfico

D : factor de distribución direccional ($D=0.50$)

L : factor de distribución por carril ($L=1.00$).

Y : número de años del periodo de diseño

1.4. Diseño de pavimentos por la metodología ASSHTO 93

El diseño de pavimentos tiene por finalidad establecer los espesores de pavimento, de acuerdo al cálculo del número estructural requerido para determinados parámetros como son la vida útil, el índice de serviciabilidad presente, los ejes equivalentes del estudio de tránsito, el drenaje, la confiabilidad entre otros. Motivo por el cual ahondaremos en la metodología para el cálculo del número estructural mediante la resolución de la ecuación ASSHTO y los ejes equivalentes obtenidos mediante el aforo vehicular que se realizó como parte de la presente tesis.

1.4.1. Módulo de Resilencia (MR)

El Módulo de Resilencia es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual se empleará en la resolución de la ecuación del ASSHTO. Existen múltiples formas de obtener este valor mediante correlaciones con el CBR de laboratorio (ensayos destructivos) o mediante métodos no destructivos como son los ensayos de Deflectometría que mediante la descarga de un peso en el pavimento se obtienen valores de asentamiento y de longitud de

onda. En la presente tesis los valores del módulo resiliente serán tomados del estudio de suelos y pavimentos para el refuerzo del mantenimiento periódico del año 2012.

1.4.2. Variables de diseño

1.4.2.1. Confiabilidad (%R) y Desviación estándar normal (Z_r)

El criterio de confiabilidad representa la probabilidad que la estructura se comporte durante su vida útil de acuerdo a lo previsto.

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico sigue una ley de distribución normal.

Este modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y no en un determinado mecanismo de falla por tanto a mayor nivel de confiabilidad se incrementara el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la ecuación de diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como desviación normal estándar (Z_r) que representa el valor de confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal. Los datos que se utilizarán son los mismos usados para el diseño inicial de la vía:

- Confiabilidad : 95%
- Desviación estándar normal: -1.645

1.4.2.2. Desviación Estándar Combinada (S_0)

Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento tales como construcción, medio ambiente e incertidumbre del modelo.

La desviación estándar que se considera en el diseño es de 0.45 que corresponde a la desviación estándar obtenida en la pista de pruebas AASHTO sin considerar el error de tráfico.

1.4.2.3. Variación del Índice de Serviciabilidad (PSI)

El índice de serviciabilidad presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario; su valor varía de 0 a 5.

El valor 5 refleja la mejor comodidad teórica y por el contrario un valor de 0 refleja el peor, es decir cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece. Tanto

la serviciabilidad inicial (Pi) como final (Pt) se definirán según el tipo de tráfico, esto se especifica en la tabla 7 del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 7

Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI) en referencia al rango de tráfico

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Índice de Serviciabilidad inicial (Pi)	Índice de Serviciabilidad final (Pt)	Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI)
		De	Hasta			
Caminos de bajo volumen de tránsito.	TP0	100,000	150,000	3.80	2.00	1.80
	TP1	150,001	300,000	3.80	2.00	1.80
	TP2	300,001	500,000	3.80	2.00	1.80
	TP3	500,001	750,000	3.80	2.00	1.80
	TP4	750,001	1,000,000	4.00	2.50	1.50
Resto de caminos.	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00	2.50	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00	2.50	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00	2.50	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00	2.50	1.50
	TP9	7,500,001	10,000,000	4.00	2.50	1.50
	TP10	10,000,001	12,500,000	4.00	2.50	1.50
	TP11	12,500,001	15,000,000	4.00	2.50	1.50
	TP12	15,000,001	20,000,000	4.20	3.00	1.20
	TP13	20,000,001	25,000,000	4.20	3.00	1.20
	TP14	25,000,001	30,000,000	4.20	3.00	1.20
	TP15	> 30000000		4.20	3.00	1.20

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, [2], p. 160)

1.4.3. Determinación del Número Estructural Requerido

Para poder diseñar los espesores del pavimento flexible hay que conocer los parámetros anteriormente ya mencionados, para poder realizar el cálculo de número estructural, el cual es un valor adimensional que representa una equivalencia numérica de la capacidad estructural del pavimento y se calcula resolviendo la siguiente ecuación:

$$\log W_{18} = Z_R S_O + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log(M_r) - 8.07$$

(Ecuación 4)

Dónde:

W_{18} : Número de repeticiones de eje equivalente (EAL)

Z_R : confiabilidad

S_O : desviación estándar

SN : número estructura

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad

MR : módulo Resiliente de la subrasante

Una vez que ya se conoce el número estructural, se procede a estructurar el pavimento conformado por las capas de sub-base granular, base granular y carpeta asfáltica, mediante la siguiente expresión:

$$SN = \sum_{i=1} a_i D_i m_i$$

$$SN = a_1 D_1 m_3 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

(Ecuación 5)

Donde:

a_i : coeficiente de capa en función de las propiedades de los materiales

D_i : Espesores

m_i : coeficientes de drenaje

Figura 5. Esquema de la estructuración del pavimento

Fuente: Elaboración propia en base al Manual de Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones [1] (2013)

Finalmente, se debe mencionar que los coeficientes estructurales de cada capa se encuentran en el siguiente cuadro, el cual es extraído del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones:

Tabla 8

Cuadro de coeficientes estructurales

Capa	Coef. Estruct	
Carpeta Asfáltica	0.43 /pulg	0.170 /cm
Base Granular	0.14 /pulg	0.054 /cm
Sub Base Granular	0.12 /pulg	0.047 /cm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, [1], p. 162)

2. CAPÍTULO II METODOLOGÍA

Para el desarrollo metodológico de la evaluación de una vía, se ha escogido la carretera Conococha – Yanacancha, debido a que es una de las vías más importantes dentro de la región Ancash, la cual a su vez es una de las vías del sector minero que recibe el tráfico de vehículos pesados constantemente. Así mismo se ha visto la apertura de minas cercanas que utilizan la misma vía para el transporte de minerales e insumos y que al no estar consideradas en el diseño de la vía podrían provocar un mayor daño estructural a esta.

2.1. Ubicación, características de la carretera Conococha - Yanacancha y alcance de desarrollo

La carretera Conococha – Yanacancha está ubicada en el Departamento de Ancash, provincias de Bolognesi y Huari, a altitudes comprendidas entre los 3,800 y 4,700 m.s.n.m.

La carretera tiene como punto de inicio la zona donde se ubica la laguna de Conococha (Km 122+000 de la Carretera Pativilca-Huaraz), provincia de Recuay, pasando el kilómetro 05+000 corresponde a la provincia de Bolognesi hasta el kilómetro 80+000 y finaliza en el Km 120+000, que corresponde a la provincia de Huari en el Campamento Minero de Antamina.

Geográficamente el inicio de la carretera se encuentra ubicada en las coordenadas UTM WGS-84 248,917.235 Este y 8'880,575.410 Norte. El final de la carretera en las coordenadas 276,771.950 Este, y 8'942,158.147 Norte.

El área de desarrollo de la carretera Conococha - Yanacancha, se encuentra localizada en la región alto andina y en menor grado en valles interandinos del departamento de Ancash.

Esta carretera se clasificada de acuerdo a la norma Manual de Diseño Geométrico 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como una carretera de segunda clase dado que la demanda medido por el IMDA es de aproximadamente 700 vehículos/día.

El área de trabajo del estudio presenta condiciones climáticas severas, clima frío, con presencia de lluvias intensas y granizo presentando una tendencia marcadamente estacional y errática.

La tesis abarca en primer lugar la recopilación de información de estudios anteriores realizados en la carretera Conococha – Yanacancha. En segundo lugar, trabajo de campo mediante el aforo vehicular y evaluación superficial. En tercer lugar, trabajo de gabinete

mediante el cálculo de ejes equivalentes y número estructural por la metodología ASSHTO 93. Finalmente, se analizó el ciclo de vida del pavimento mediante el diseño de espesores.

Figura 6. Ubicación de Carretera Conococha - Yanacancha

Fuente: Estudio de estudio de mantenimiento periódico por la empresa Consultora de Proyectos Andinos (CPA) - 2006

2.2. Estudios Anteriores

La operación de extracción polimetálica de minerales, desarrollada por la Compañía Minera Antamina (CMA), tiene su principal centro de operaciones en el Campamento Minero Yanacancha, Como parte del proyecto minero, CMA se vio en la necesidad de construir una carretera de acceso a la mina, desde la laguna de Conococha hasta el Campamento Minero Yanacancha, con una longitud total de 120.0 Km. La construcción de ésta carretera fue declarada de necesidad e interés público mediante D.S. N°. 023-93-MTC y fue construida entre los años 1999 – 2000. CMA se comprometió por todo el plazo de duración del proyecto minero, a realizar el mantenimiento de la vía. Este mantenimiento comprende los trabajos necesarios para conservar la carretera de acceso, lo más cercano posible a su condición de

recién construida, bajo condiciones de tráfico y fuerzas naturales. Finalmente; esta carretera entró en operación en el año 2000, siendo su entrega oficial al MTC en el año 2002.

En el año 2006 se realizó el estudio de mantenimiento periódico por la empresa Consultora de Proyectos Andinos (CPA), con la cual se realizó un refuerzo estructural de asfalto espumado con tratamiento superficial bicapa como superficie de rodadura, en el año 2012 se realizó el estudio de reforzamiento del mantenimiento periódico de la carretera Conococha – Yanacancha, con el cual se realizó un tratamiento superficial Monocapa con polímeros SBS, y finalmente en el año 2017 se realizó el estudio de mejoramiento y rehabilitación de carretera Conococha – Yanacancha, a diciembre de 2018 no se ha realizado intervención alguna luego de este último estudio.

De cada estudio anterior se ha recopilado información importante para el desarrollo de la presente investigación, teniendo como principales datos los siguientes:

- Estudio de tráfico vial 2006, 2012, 2017, realizado por 7 días en dos estaciones de conteo tomando ambos sentidos de la vía.
- Factor de corrección estacional para el cálculo de IMDA
- Factor de Carga por Factor de Llanta (factores destructivos) para cada tipo de vehículo pesado. (tabla 9)
- Tasa anual de crecimiento del tránsito (tabla 10)
- Proyección de Ejes Equivalentes a 20 años de cada estudio.
- Módulo Resiliente (estudio de suelos y pavimentos 2012).
- Sectorización de la vía en base a deflexiones (estudio de suelos y pavimentos 2012).
- Espesores existentes de pavimento y su aporte estructural (estudio de suelos y pavimentos 2012).

Tabla 9

Producto de factor de Carga por factor de presión de llantas utilizado en estudio de tráfico por tipo de vehículo y año

Tipo de Vehículo	Año de Estudio		
	2006	2012	2017
B2	5.155	2.317	2.160
B3	1.714	3.336	3.446
C2	4.240	1.942	1.500
C3	2.569	13.479	5.692
C4	2.68 *	8.665	2.309

Tipo de Vehículo	Año de Estudio		
	2006	2012	2017
2S2	2.677	10.661	10.0645 *
2S3	5.916	5.988 *	8.074 *
3S2	4.646	2.113	1.830
3S3	7.800	2.113	4.807
* Valores tomados del Reglamento Nacional de Vehículos D.S. 058-2003-MTC – Pesos y Medidas Máximas Permitidas			

Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de 2006, 2012 y 2017

Tabla 10

Tasas de crecimiento vehicular por año de estudio de tráfico

Año	Buses	Vehículos pesados
2006	3.15	3.66
2012	0.87	5.21
2017	0.58	6.74

Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de 2006, 2012 y 2017

Los problemas encontrados en la información obtenida de estudios anteriores fueron los siguientes:

- El factor de corrección estacional del estudio del año 2017 fue tomado de la estación de peaje de Catac, mientras que los otros dos estudios fueron tomados de la estación de peaje de Tunan, para homogenizar se tuvo que realizar la corrección de dicho factor.
- Los factores destructivos fueron hallados con muestreo de estaciones de pesaje y con valores tomados de norma D.S. 058-2013-MTC, lo cual afecta a los resultados obtenidos para ejes equivalentes proyectados.
- Los ejes equivalentes proyectados para el año 2012, presentan una diferencia considerable con respecto al proyectado en el año 2006, al realizar la revisión se halló que estos habían sido calculados con el IMDA de ambos carriles, siendo lo correcto haberlo hecho con el IMDA mayor entre ambos carriles.

Sobre los errores encontrados se realizaron las correcciones necesarias con la finalidad de no afectar el resultado de la investigación.

2.3. Recolección de información de campo

Como parte de la validación de datos recabados en estudios anteriores se realizaron trabajos de campo de aforo de tráfico vial y una evaluación superficial del pavimento. Información

necesaria para poder calcular la proyección de ejes equivalentes en los próximos años, y determinar el tipo de mantenimiento necesario de la vía y necesidad de algún refuerzo estructural.

Estos trabajos de campo se realizaron durante los días 14; 15 y 16 de diciembre de 2018.

2.3.1. Evaluación superficial del pavimento

Durante el primer día se realizó la evaluación superficial del pavimento, tomando en consideración la segmentación de la vía en tramos de 10.0 km, desde la progresiva 0+000 al 110+000, esto debido a que en la progresiva 117+000 se encuentra la garita de control del Campamento Minero Antamina.

Se recorrió con la camioneta la vía, descendiendo en los puntos designados para realizar la evaluación, utilizando el podómetro se midió 50 m lineales y junto con el ancho de la vía se determinó el área de muestreo, se recorrió el área delimitada inventariando las fallas en el formato PCI. Durante el recorrido se verificó la homogeneidad del tipo de fallas. Las fallas encontradas fueron 3 de los 17 tipos de falla que enlista la metodología ASTM D6433-99, siendo estas Ahuellamiento, Peladura y Agregado Pulido, tal como se muestra en la tabla 11, de la cual se resume que la falla que mayor incidencia tienes es la de peladura con un porcentaje de 80.93 % del área, en la figura 8 se muestra la medición de ahuellamiento la progresiva 10+000 de la vía.

Tabla 11

Resumen de Fallas en la vía Conococha - Yanacancha

Fallas	Unidad	Área total de falla	% del área total evaluada
1.- Ahuellamiento	m2	360	8.80%
2.- Peladura	m2	3310	80.93%
3.- Agregado pulido	m2	60	1.47%

Fuente: Elaboración propia con datos de campo - 2018

Figura 7. Medición del ahuellamiento en el km 10+000

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Estudio de Aforo Vehicular

Durante los días 15 y 16 de diciembre se realizó el conteo vehicular de la carretera Conococha Yanacancha, utilizándose dos estaciones de conteo, la cuales se ubicaron de la siguiente forma, la estación E-1 se ubicó entre Conococha y el desvío a Huanzala (Km 39 Pachapaqui), y la Estación E-2 se ubicó en el tramo desvío a Huanzala- Antamina (km 86 Ninacocha), estas estaciones están definidas en los estudios anteriores realizados en la vía, por lo cual se optó por seguir utilizándolas, así mismo debido a que en estos puntos se encuentran pequeños centros poblados y casas asentados al lado de la carretera, proporcionando el hospedaje y comida necesario durante los dos días.

Figura 8. Ubicación de estaciones de conteo

Fuente: Estudio de estudio de mantenimiento periódico por la empresa Consultora de Proyectos Andinos (CPA) - 2006

El conteo vehicular inició a las 0:00 horas del día 15/12/18 hasta las 24:00 horas del día 16/12/18, en cada una de las estaciones mencionadas, contabilizándose y registrándose los tipos de vehículos que transitan por cada sentido en el intervalo de una hora, es decir un conteo y clasificación de vehículos, el cual se realizó en base a lo descrito en el ítem 1.3.1 Volumen de tránsito y el Manual de Suelos y Pavimentos 2013 – MTC, en la cual se clasifican los vehículos pesados de acuerdo al número de ejes, así mismo la clasificación de vehículos ligeros es autos, camionetas rurales, pick up, micros. El formato utilizado para el conteo vehicular es el que se presenta en la tabla 12.

Tabla 12

Formato utilizado para el conteo vehicular

CARRRETERA:CONOCOCHA - ANTAMINA										UBICACIÓN: PACHAPAQUI -KM 39										
TRAMO: CONOCOCHA-ANTAMINA										SENTIDO: HACIA ANTAMINA										
ESTACION:E-1										FECHA: DOMINGO 16 DE DICIEMBRE DE 2018										
HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS									
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	>= B3	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	TOTAL	%
0-1								2											0	0.00%
1-2								1	2										2	0.62%
2-3						2		1											5	1.54%
3-4	2	4			1	4		1	1										13	4.00%
4-5	2	3	3		2	3		2	1					2					18	5.54%
5-6	1	3	2	1				3					4	4					18	5.54%
6-7		5	6	3		1		2					2	9					28	8.62%
7-8	2	5	2		2			1	2				1	3					18	5.54%
8-9	4	7	2	2	1	2		2	3				1	3					27	8.31%
9-10		8	3			2							2	4					19	5.85%
10-11	3	5						2	2					2					14	4.31%
11-12	7	1		1				1						2					12	3.69%
12-13	6	4		1		1		4	4					5					25	7.69%
13-14		4	4			1		2						5					16	4.92%
14-15	3	5						3						11					22	6.77%
15-16	4	3	2			2		2					2	5					20	6.15%
16-17	5	3	1					1											10	3.08%
17-18	2	4	4	1				1	2					2					16	4.92%
18-19	2	4	2	2				1						2					13	4.00%
19-20	2	5			2	2		1						2					14	4.31%
20-21	1	3			2			1											7	2.15%
21-22		2				1		1	1										5	1.54%
22-23		2																	2	0.62%
23-24														1					1	0.31%
TOTAL	46	80	31	11	10	21	0	34	18	0	0	0	12	62	0	0	0	0	325	100%
%	14.15%	24.62%	9.54%	3.38%	3.08%	6.46%	0.00%	10.46%	5.54%	0.00%	0.00%	0.00%	3.69%	19.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	

Fuente: Elaboración propia - 2018

Después de realizado el conteo y procesamiento de la data obtenida, se realizó en gabinete la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, obteniendo como resultado los volúmenes de tráfico para cada día de conteo.

En la tabla 13 y tabla 14 se muestra el resumen de vehículos presentados durante los días de conteo y clasificación, de los cuales podemos observar que la estación E1 Pachapaqui tiene un mayor tráfico vehicular en comparación con la estación E2 Ninacocha.

Tabla 13

Variación de la clasificación diaria por tipo de vehículo en la estación Pachapaqui

ESTACION	DIA	SENTIDO	LIGEROS				BUS	CAM	CAM	
			AUTOS	CMTA	CR	MICRO		UNIT	ACOP	
E1 Pachapaqui	Sabado 15/12/18	Hacia Antamina	46	115	29	6	34	67	74	371
		Hacia Conococha	38	95	23	12	31	56	75	330
		Ambos	84	210	52	18	65	123	134	701
	Domingo 16/12/18	Hacia Antamina	46	80	31	11	31	52	74	325
		Sentido: Conococha	33	84	38	5	29	49	66	304
		Ambos	79	164	69	16	60	101	140	629

Fuente: Elaboración propia con datos de campo – 2018

Tabla 14

Variación de la clasificación diaria por tipo de vehículo en la estación Ninacocha

ESTACION	DIA	SENTIDO	LIGEROS				BUS	CAM	CAM	
			AUTOS	CMTA	CR	MICRO		UNIT	ACOP	
E2 Ninacocha	Sábado 15/12/18	Hacia Antamina	29	51	14	6	22	25	67	214
		Hacia Conococha	30	47	14	2	20	29	69	211
		Ambos	59	98	28	8	42	54	134	425
	Domingo 16/12/18	Hacia Antamina	21	47	23	7	20	28	66	212
		Hacia Conococha	22	44	11	6	19	16	56	174
		Ambos	43	91	34	13	39	44	122	386

Fuente: Elaboración propia con datos de campo - 2018

2.4. Procesamiento de información

Con la data obtenida de los aforos y estudios anteriores realizamos el procesamiento de la información para el cálculo del IMDA con lo que determinaremos la proyección de ejes equivalentes, dato importante para la evaluación de la vida útil del pavimento.

2.4.1. Cálculo de IMDA 2018

Aplicando la metodología descrita en el marco teórico, en el ítem 1.3.2 IMDA, utilizaremos el promedio de la cantidad de vehículos registrados por hora y clasificación, los cuales se multiplicaran por el factor de corrección de estacional del peaje de Tunan (tabla 15), el cual fue utilizado en los estudios anteriores.

Así mismo, luego de realizada la corrección vehicular obtenemos el IMDA para cada sentido y estación de conteo, siendo la estación Pachapaqui la mayor en comparación con la estación Ninacocha con 576 vehículos/día en promedio, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 15

Factores de corrección estacional

Peaje Tunán		
	Veh. Ligeros	Veh. Pesados
Enero	1.011	0.932
Febrero	1.061	1.005
Marzo	1.101	1.110
Abril	0.966	1.079
Mayo	1.087	1.030
Junio	1.038	0.963
Julio	0.818	0.955
Agosto	0.878	0.959
Setiembre	0.969	0.934
Octubre	0.928	0.904
Noviembre	1.002	0.925
Diciembre	0.881	0.848

Fuente: Factores de corrección promedio para vehículos (2000-2017) Provías Nacional

Tabla 16

Factores de corrección estacional

IMDA		
Sentido	Estación: Pachapaqui	Estación: Ninacocha
Sentido: Hacia Antamina	302	183
Sentido : Hacia Conococha	274	167
Sentido: Ambos	576	350

Fuente: Elaboración propia con datos de campo - 2018

El IMDA de cada vehículo nos servirá para calcular la proyección de ejes equivalentes hasta el año proyectado en el estudio del 2006, es decir hasta el año 2027.

2.4.2. Cálculo de proyección de Ejes Equivalentes al año 2027

De acuerdo al último refuerzo estructural realizado con el estudio de años 2006 de mantenimiento periódico por la empresa Consultora de Proyectos Andinos (CPA), se determinó el diseño con hacia un periodo de vida útil de 20 años, es decir hasta el año 2027,

es por ello que consideramos el año límite de proyección de ejes equivalentes hasta el mencionado año.

Tal como se mencionó en el Ítem 2.2 de la presente tesis, se encontraron errores en el cálculo del IMDA del año 2012, realizado en el estudio de reforzamiento del mantenimiento periódico de la carretera Conococha – Yanacancha, influyendo en el cálculo de la proyección de ejes equivalente, por lo cual con la finalidad de homogeneizar la presente investigación se realiza la corrección debida.

También en el cálculo de IMDA del año 2017, se tomó el factor de corrección estacional del peaje de Catac, peaje más lejano que el peaje de Tunán, por lo cual se realizó la corrección.

2.4.2.1. Ejes equivalentes proyectados de estudios previos

Se presentan a continuación los ejes equivalentes proyectados utilizados en los estudios realizados en los años 2006, 2012 y 2017, a continuación en la tabla 17. Sobre el cual podemos observar una gran diferencia de los ejes equivalentes del estudio del año 2012 comparado con el obtenido en los otros años de estudio.

Tabla 17

Ejes Equivalentes de estudios anteriores

Año	EAL's por año – estación E1			EAL's por año – estación E2		
	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017
2008	215,883			122,201		
2009	223,758			126,657		
2010	231,921			131,275		
2011	240,382			136,062		
2012	249,151			141,024		
2013	258,241	512,852		146,167	319,728	
2014	267,662	537,444		151,497	335,103	
2015	277,428	563,296		157,022	351,266	
2016	287,549	590,473		162,748	368,258	
2017	298,040	619,045		168,684	386,123	104,000
2018	308,914	649,083	151,000	174,836	404,905	110,000
2019	320,185	680,664	159,000	181,212	424,652	117,000
2020	331,868	713,868	169,000	187,821	445,415	124,000
2021	343,976	748,779	178,000	194,671	467,245	131,000
2022	356,527	785,487	190,000	201,771	490,200	140,000
2023	369,536	824,084	203,000	209,130	514,336	148,000
2024	383,020	864,668	210,000	216,758	539,716	156,000
2025	396,996	907,344	230,000	224,664	566,404	170,000

Año	EAL's por año – estación E1			EAL's por año – estación E2		
	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017
2026	411,482	952,219	230,000	232,859	594,468	180,000
2027	426,497	999,408	260,000	241,353	623,979	180,000

Fuente: Elaboración propia con datos de estudios de años 2006, 2012 y 2017

Al realizar la revisión del procedimiento de cálculo de los ejes equivalentes de la tabla anterior, se denotan los errores expuestos a continuación, en primer lugar para el año 2012 se calculan los ejes equivalente con el IMDA total de ambos sentidos, razón por la cual la diferencia con otros años de estudio de más de 200%; en segundo lugar para el año 2017 se realizó el cálculo del IMDA con el Factor de Corrección estacional de otro peaje (Catac) que se encuentra pasando la vía Conococha – Yanacancha, estando este más alejado que el peaje de Tunán, por lo cual los factores de corrección estacional no son representativas, para este estudio, en comparación con la del peaje Tunan que se encuentra antes de la vía Conococha – Yanacancha.

2.4.2.2. Corrección de Ejes Equivalentes de estudios anteriores

Realizada las correcciones mencionadas en el ítem anterior, tenemos una homogenización de los parámetros de cálculo (Factor de corrección estacional e IMDA del sentido con mayor valor), de los cuales podemos verificar la variación de casi el 50% de los ejes equivalentes para el año 2012, ello debido a que se había tomado para el cálculo, la suma de ejes equivalentes de cada sentido, es decir se estaba sobredimensionando el análisis. Los resultados se resumen en la tabla 18.

Tabla 18

Ejes Equivalentes corregidos para la estación de conteo E1 y E2

Año	EAL's por año – estación E1			EAL's por año – estación E2		
	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017
2008	160,186			117,284		
2009	166,027			121,560		
2010	172,081			125,992		
2011	178,356			130,586		
2012	184,860			135,347		
2013	191,602	270,343		140,282	166,108	
2014	198,589	283,313		145,397	174,129	
2015	205,831	296,947		150,698	182,561	
2016	213,337	311,281		156,193	191,426	

Año	EAL's por año – estación E1			EAL's por año – estación E2		
	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017
2017	221,118	326,350		161,889	200,747	
2018	229,182	342,192	146,494	167,792	210,547	108,003
2019	237,540	358,848	154,545	173,910	220,850	114,313
2020	246,204	376,360	163,129	180,252	231,684	121,043
2021	255,183	394,773	172,280	186,825	243,076	128,221
2022	264,491	414,134	182,037	193,638	255,054	135,877
2023	274,137	434,490	192,442	200,700	267,650	144,043
2024	284,136	455,895	203,536	208,019	280,894	152,755
2025	294,500	478,404	215,368	215,605	294,822	162,047
2026	305,242	502,072	227,986	223,468	309,469	171,960
2027	316,376	526,961	241,443	231,618	324,871	182,535

Fuente: Elaboración propia con corrección de datos de estudios de años 2006, 2012 y 2017

2.4.2.3. Cálculo de proyección de Ejes Equivalentes al 2027

Realizada la corrección de los ejes equivalentes de los años anteriores, procedemos a realizar el cálculo de la proyección de ejes equivalentes al año 2027, a partir del cálculo del IMDA 2018 desarrollado en el ítem 2.4.1, para lo cual tomamos como referencia los factores de corrección estacional indicados en la tabla 15, también utilizamos la tasa anual de crecimiento vehicular y los factores destructivos por tipo de vehículo utilizados en el estudio realizado en el año 2017.

Con estas consideraciones se realizó el cálculo de los valores proyectados de ejes equivalentes hasta el año 2027, los cuales se resumen en la tabla 19, en la cual también se compara con los ejes equivalentes proyectados de los estudios anteriores (2006, 2012 y 2017).

Tabla 19

Proyección de Ejes Equivalentes a partir de aforo 2018 y estudios anteriores corregidos

Año	EAL's por año – estación E1				EAL's por año – estación E2			
	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2018	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2018
2008	160,186				117,284			
2009	166,027				121,560			
2010	172,081				125,992			
2011	178,356				130,586			
2012	184,860				135,347			
2013	191,602	270,343			140,282	166,108		
2014	198,589	283,313			145,397	174,129		
2015	205,831	296,947			150,698	182,561		

Año	EAL's por año – estación E1				EAL's por año – estación E2			
	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2018	Estudio 2006	Estudio 2012	Estudio 2017	Estudio 2018
2016	213,337	311,281			156,193	191,426		
2017	221,118	326,350			161,889	200,747		
2018	229,182	342,192	146,494		167,792	210,547	108,003	
2019	237,540	358,848	154,545	199,013	173,910	220,850	114,313	126,916
2020	246,204	376,360	163,129	210,517	180,252	231,684	121,043	134,240
2021	255,183	394,773	172,280	222,786	186,825	243,076	128,221	142,050
2022	264,491	414,134	182,037	235,870	193,638	255,054	135,877	150,379
2023	274,137	434,490	192,442	249,825	200,700	267,650	144,043	159,263
2024	284,136	455,895	203,536	264,709	208,019	280,894	152,755	168,738
2025	294,500	478,404	215,368	280,585	215,605	294,822	162,047	178,845
2026	305,242	502,072	227,986	297,520	223,468	309,469	171,960	189,625
2027	316,376	526,961	241,443	315,585	231,618	324,871	182,535	201,124

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo 2018 y estudios de 2006,2012 y 2017

Del cuadro anterior podemos definir que los ejes proyectados del año 2019 al 2027 en relación con los proyectados de los años anteriores para la estación E1 se acerca más a la proyección del estudio del año 2006, teniendo una variación de 0.25%, sin embargo para la estación E2 se acerca más a la proyección del estudio del año 2017, teniendo una variación de 10.18%,

En las gráfica 01 y gráfica 02, se aprecia el crecimiento proyectado de los ejes equivalentes por cada año hasta el 2027 en las estaciones 1 y 2 respectivamente. Además se puede ver la similitud entre las proyecciones de los años 2006, 2017 y 2018, sin embargo al realizar una verificación de la desviación estándar y los valores tolerables se obtiene que los únicos valores que se encuentran dentro de la campana de Gauss son los del año 2006 y 2018. Estos serán los valores que tomaremos para la proyección del tráfico al año 2027 y para la evaluación de la vida útil de la vía.

Gráfico 1. Proyección de Ejes Equivalentes por año hasta 2027 - Estación E1 Pachapaqui

Fuente: Elaboración propia en base datos de campo 2018 y a los estudios de 2006, 2012 y 2017

Gráfico 2. Proyección de Ejes Equivalentes por año hasta 2027 - Estación E2 Ninacocha

Fuente: Elaboración propia en base datos de campo 2018 y a los estudios de 2006, 2012 y 2017

2.4.3. Determinación del PCI – 2018

Para la determinación del PCI, después del trabajo de campo, se sigue con el procedimiento que fue detallado en el ítem 1.2.2 Metodología del Índice de Condición del Pavimento, en primer lugar calculamos el área total para cada tipo de falla, luego el valor deducido y finalmente obtener la clasificación PCI para la muestra analizada.

Estos trabajos de gabinete se encuentran en el Anexo N° 2, donde se obtienen los valores del PCI para cada unidad de muestra. El resumen de estos valores se presentan en la tabla 20 y el promedio de los mismos es de 69 lo que indica que la vía se encuentra dentro de una clasificación BUENA.

Tabla 20

Clasificación de vía por unidad de muestra

Progresiva inicio	Progresiva final	PCI	Clasificación
0+000	0+050	69	BUENO
10+000	10+050	71	MUY BUENO
20+000	20+050	66	BUENO
30+000	30+050	70	BUENO
40+000	40+050	68	BUENO
50+000	50+050	69	BUENO
60+000	60+050	69	BUENO
70+000	70+050	70	BUENO
80+000	80+050	69	BUENO
90+000	90+050	71	MUY BUENO
100+000	100+050	70	BUENO
110+000	110+050	70	BUENO

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó previamente en el ítem 2.3.1, la vía presenta dos fallas características que son: peladura y ahuellamiento, ambos con una severidad leve, presentes en todo el recorrido, las cuales son producto del tráfico que circula. En la tabla 21 se muestra el resumen de fallas en porcentaje respecto al área evaluada, lo que muestra una gran incidencia de la peladura en la vía. De acuerdo a la clasificación en promedio del PCI la vía debería someterse a un mantenimiento rutinario donde se realizan las labores de trabajos menores para la eliminación o mitigación de las fallas. Sin embargo, la falla de peladura se encuentra en toda la vía por lo que se necesitaría un recapeo con un tratamiento superficial Monocapa o bicapa (no aporta estructuralmente) o con concreto asfáltico (aporta estructuralmente).

Tabla 21

Resumen de Fallas en la vía Conococha - Yanacancha

Fallas	Unidad	Área total de falla	% del área total evaluada
1.- Ahuellamiento	m2	360	8.80%
2.- Peladura	m2	3310	80.93%
3.- Agregado pulido	m2	60	1.47%

Fuente: Elaboración propia

2.4.4. Ejes equivalentes para el análisis de la vida útil del pavimento

Los ejes equivalentes son una parte muy importante en el cálculo del número estructural para el diseño de pavimentos ya que es debido a ellos que se determina el tiempo de vida útil de la vía mediante las proyecciones de tráfico. La vía materia de estudio no ha tenido un mantenimiento con aporte estructural desde su construcción en el año 2007 por lo que debemos tener en cuenta los ejes equivalentes actuantes desde el inicio de la puesta en servicio hasta el año 2027 que cumple su periodo de diseño.

Para el análisis de la vida útil del pavimento tendremos en consideración solo los ejes equivalentes acumulados del estudio perteneciente al año 2006 y el realizado por nosotros en el año 2018 para la presente tesis, esto debido a que se revisó la desviación estándar de los datos entre los diferentes estudios para el mismo año y los estudios del 2012 y 2017 se encuentran fuera de la campana de Gauss.

Para determinar los ejes equivalentes actuantes a lo largo de todo el periodo de diseño se elaboró la tabla 22 y tabla 23, en la cual para efectos del cálculo de ejes equivalentes acumulados se asumirán los datos del estudio de tránsito del año 2006 hasta el periodo 2018. Luego para calcular la vida útil se utilizarán las proyecciones calculadas en la presente tesis hasta el año 2027. Con estos datos calcularemos el número estructural requerido para cumplir la vida útil para la que ha sido diseñada.

Tabla 22

Ejes equivalentes proyectados para la estación E-1 Pachapaqui

Año	EAL's por año	EAL acumulado
2008	160,186	160,186
2009	166,027	326,213
2010	172,081	498,294
2011	178,356	676,650
2012	184,860	861,511
2013	191,602	1,053,112
2014	198,589	1,251,701
2015	205,831	1,457,532
2016	213,337	1,670,869
2017	221,118	1,891,987
2018	229,182	2,121,169
2019	199,013	2,320,182
2020	210,517	2,530,699
2021	222,786	2,753,484
2022	235,870	2,989,354

Año	EAL's por año	EAL acumulado
2023	249,825	3,239,179
2024	264,709	3,503,888
2025	280,585	3,784,474
2026	297,520	4,081,994
2027	315,585	4,397,579

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Ejes equivalentes proyectados para la estación E-2 Ninacocha

Año	EAL's por año	EAL acumulado
2008	117,284	117,284
2009	121,560	238,844
2010	125,992	364,836
2011	130,586	495,421
2012	135,347	630,768
2013	140,282	771,050
2014	145,397	916,447
2015	150,698	1,067,145
2016	156,193	1,223,338
2017	161,889	1,385,227
2018	167,792	1,553,019
2019	126,916	1,679,935
2020	134,240	1,814,174
2021	142,050	1,956,224
2022	150,379	2,106,604
2023	159,263	2,265,867
2024	168,738	2,434,605
2025	178,845	2,613,449
2026	189,625	2,803,074
2027	201,124	3,004,199

Fuente: Elaboración propia

En resumen los ejes equivalentes actantes y los proyectados al año 2027 que se utilizarán para el cálculo del número estructural son los siguientes:

Estación N° 1 Pachapaqui: 4,397,579.45

Estación N° 2 Ninacocha: 3,004,198.71

2.4.5. Análisis de la vida útil del pavimento

Para realizar este análisis primero debemos establecer los parámetros suficientes para poder hallar el número estructural existente y el número estructural proyectado, con estos dos

valores podremos determinar si la vía cumplirá con la vida útil para la cual fue diseñada. Por lo cual primero determinaremos en base a los espesores existentes el número estructural del pavimento actual, en segundo lugar, se determinará la sectorización de la vía y el módulo resiliente de la sub rasante para la obtención del número estructural requerido, en tercer lugar determinaremos el cálculo del SN del proyectado y finalmente analizar la vida útil comparando ambos números estructurales.

2.4.5.1. Espesores Existentes y aporte estructural

Los espesores existentes de la vía se mantienen desde su ejecución en el año 2007 y son los mismos para toda la longitud de la vía. En el año 2012 se realizó un recapeo con un tratamiento superficial monocapa que no tiene aporte estructural, pero que sirvió para mejorar la condición de la superficie de rodadura. Los espesores de la vía, su coeficiente estructural, así como su aporte por capa y el SN del pavimento actual cuyo resultado se determina a través de la ecuación 6 mencionada en el marco teórico. En la tabla 24 se especifican los valores antes mencionados.

Tabla 24

Espesores existentes del pavimento y su aporte estructural

Capa	Coeficiente estructural	Espesor (cm)	Número estructural (SN)
Tratamiento superficial bicapa	0.00	0.18	0
Asfalto Espumado	0.091	12	1.0866
Base Granular	0.054	25	1.35
Sub Base Granular	0.047	20	0.94
Total		57.18	3.38

Fuente: Estudio de Suelos y Pavimentos de la empresa EPCM del año 2012

2.4.5.2. Sectorización y Módulo resiliente de la sub rasante

La sectorización debe estar definida para poder realizar el diseño de pavimento mediante el correcto cálculo del número estructural con el tráfico que corresponde a la zona así como tipo de suelo que soportará las cargas. Esta se puede realizar mediante la técnica de diferencias acumuladas y cruzando información de la evaluación estructural, funcional y superficial para poder definir la amplitud de rango de los sectores. Para la presente tesis se tomará la sectorización realizada en el estudio de Suelos y Pavimentos para el reforzamiento del mantenimiento periódico del año 2012 donde se realizó la sectorización por diferencias

acumuladas en base a deflexiones y rugosidad. En la tabla 25 se encuentran definidos estos sectores.

Tabla 25

Sectorización de la vía

Sección	Km. inicio	Km. final
1	0+000	47+000
2	47+000	94+000
3	94+000	109+000
4	109+000	120+000

Fuente: Estudio de Suelos y Pavimentos de la empresa EPCM del año 2012

Asimismo, del estudio de Suelos y Pavimentos para el reforzamiento del mantenimiento periódico del año 2012, también utilizaremos el módulo resiliente de la sub rasante para cada sector. Este parámetro se obtuvo mediante deflectometría, ensayo no destructivo que calcula este parámetro a través de modelos matemáticos. Estos valores se resumen en la Tabla 26.

Hoy en día lo más recomendable son los ensayos no destructivos para evitar el deterioro temprano de la vía

Tabla 26

Módulo Resiliente para cada sector

Sección	Km. inicio	Km. final	Módulo Resiliente
1	0+000	47+000	15774.77
2	47+000	94+000	16031.78
3	94+000	109+000	14165.86
4	109+000	120+000	15792.80

Fuente: Estudio de Suelos y Pavimentos de la empresa EPCM del año 2012

2.4.5.3. Cálculo del Número estructural requerido

Para la obtención del número estructural requerido por la metodología ASSHTO 93 se utilizarán los siguientes parámetros de diseño que fueron seleccionados de las tablas de acuerdo con el tráfico proyectado del Manual de Suelos y Pavimentos del MTC:

- Confiabilidad : 95%
- Desviación estándar: 0.45
- PSI inicial: 4.0
- PSI final: 2.5

- Módulo Resiliente de acuerdo al sector
- Ejes equivalentes de acuerdo al sector

Con la información completa se resuelve la ecuación N°4 (ecuación ASSHTO 93 presentada en el ítem 1.4.3) para hallar el número estructural en cada uno de los sectores de acuerdo al tráfico, módulo resiliente, etc. Los números estructurales hallados se encuentran en la tabla 27 y en la tabla 28 se estima el año donde se cumple el ciclo de vida del pavimento estructuralmente.

Tabla 27

Número estructural requerido por sector

Sección	Km. inicio	Km. final	Número Estructural existente	Número Estructural requerido	Análisis
1	0+000	47+000	3.38	3.65	Requiere refuerzo estructural
2	47+000	94+000		3.63	Requiere refuerzo estructural
3	94+000	109+000		3.57	Requiere refuerzo estructural
4	109+000	120+000		3.42	Requiere refuerzo estructural

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos, se observa que la vía requiere un mantenimiento periódico con un refuerzo estructural, ello para que cumpla con el tiempo de vida útil de diseño inicial (año 2027).

Asimismo, se estima el año en la que cada sector cumplirá su vida útil, ello es posible utilizando los ejes equivalentes acumulados por sector. El resumen de resultados se presenta en la tabla 28

Tabla 28

Estimación del año de cumplimiento de vida útil por tramos de la vía Conococha - Yanacancha

Sección	Km. inicio	Km. final	Número Estructural existente	Ejes Equivalentes que cumple la estructura	Año en que la estructura cumple la vida útil
1	0+000	47+000	3.38	2,841,172	2021
2	47+000	94+000		2,949,721	2021
3	94+000	109+000		2,213,640	2022
4	109+000	120+000		2,848,712	2026

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior podemos concluir que 3 de los 4 tramos de estudio, están próximos a cumplir con su vida útil, por lo cual se hace necesario realizar una intervención a nivel estructural en el menor plazo.

2.4.6. Cálculo del refuerzo estructural

Para el cálculo del refuerzo estructural se utiliza la ecuación 5, presentada en el ítem 1.4.3. En la cual al paquete estructural del pavimento, se le añadió una capa de aporte, esta posee un coeficiente estructural dependiendo del material y espesor elegido.

Para nuestro caso se propone un recapeo con carpeta asfáltica en caliente con un espesor de 2.5 cm a lo largo de toda la vía, esta propuesta ayudará a cumplir con la vida útil del diseño inicial (2027), asimismo esta intervención mejorará la superficie de rodadura corrigiendo las fallas superficiales encontradas. En la tabla 29 se realiza el cálculo del refuerzo estructural y en la tabla 30 el cuadro resumen de la intervención que requiere cada sector de la vía.

Tabla 29

Cálculo del refuerzo estructural

Espesores existentes			
Capa	Coficiente estructural	Espesor (cm)	Número estructural (SN)
Tratamiento superficial bicapa (TSB)	0.00	0.18	0
Asfalto Espumado	0.091	12	1.0866
Base Granular	0.054	25	1.35
Sub Base Granular	0.047	20	0.94
Total		57.18	3.38
Refuerzo estructural			
Carpeta Asfáltica en caliente	0.17	2.5	0.425
Total		59.68	3.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Resumen de refuerzo estructural por sector

Sección	Km. inicio	Km. final	Refuerzo Estructural
1	0+000	47+000	Recapeo mediante carpeta asfáltica en caliente con espesor de 2.5 cm
2	47+000	94+000	Recapeo mediante carpeta asfáltica en caliente con espesor de 2.5 cm
3	94+000	109+000	Recapeo mediante carpeta asfáltica en caliente con espesor de 2.5 cm
4	109+000	120+000	Recapeo mediante carpeta asfáltica en caliente con espesor de 2.5 cm

Fuente: Elaboración propia

3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Respecto a la información recopilada de estudios anteriores, se identificó que en el año 2012 se utilizó el IMDA de ambos carriles, lo cual ocasionó que los valores de Ejes Equivalentes varíen en más del 52.7% con respecto al valor recalculado. Por este motivo se tuvo que realizar revisiones y correcciones en el cálculo de los ejes equivalentes de ese año, considerando que para el diseño se utiliza el IMDA del carril con mayor flujo vehicular.
- Después de revisar y recalcular los ejes equivalentes proyectados de los años 2006, 2012, 2017 y 2018 se realizó una prueba estadística para validar esta información. Esta nos indicó que los ejes equivalentes de los años 2006 y 2018 poseen valores similares por lo que con estos datos se realizaron las proyecciones hasta el año 2027.
- El PCI calculado tiene un valor promedio de 69, para este valor se recomienda según el manual de Suelos y Pavimentos del MTC un mantenimiento periódico mediante un recapeo. Esta es una solución general que sólo aportaría a la parte funcional del pavimento.
- Así mismo, se determinó el Numero Estructural (SN) actual (3.38) y el SN requerido para cada uno de los tramos sectorizados de la vía, obteniendo para el sector 1 (0+000 a 47+000) el SN existente es 7.4% menor que el requerido y en las mismas condiciones llegaría a su vida útil en el 2021; para el sector 2 (47+000 a 94+000), el SN existente es 6.9% menor que el requerido y en las mismas condiciones llegaría a su vida útil en el 2021, para el sector 3 (94+000 a 109+000), el SN existente es 5.4% menor que el requerido y en las mismas condiciones llegaría a su vida útil en el 2022; finalmente para el sector 4 (109+000 a 120+000), el SN existente es 1.2% menor que el requerido y en las mismas condiciones llegaría a su vida útil en el 2026.
- Según el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC, una alternativa de mejoramiento es el micropavimento, el cual debe emplearse cuando los ejes equivalentes son menores a un millón. Sin embargo en este estudio la vía Conococha Yanacancha, excede este valor de ejes equivalentes, por ello se eligió como alternativa de solución el recapeo de mezcla asfáltica en caliente debido a que no tiene limitante por el tráfico. Esta solución se deberá realizar en toda la vía desde el km 0+000 al 120+000, requiriéndose un espesor de 2.5 cm que aportará estructuralmente al pavimento

existente un número estructural de 0.425, elevando el número estructural total a 3.80 el cual será suficiente para cumplir con el tiempo de vida útil hasta el año 2027.

4. CAPITULO IV: CONCLUSIONES

- Los estudios de los años 2006, 2012 y 2017 presentan diferentes grados de fallas, por lo que se realizó una corrección en el cálculo de la proyección de ejes equivalentes. Es así que en el estudio del año 2012 considera para el cálculo de los ejes equivalentes un IMDA total de ambos carriles sin utilizar el factor de corrección correspondiente, lo que elevó la proyección en un 52.7% con respecto al resultado corregido. Así mismo, se observa que los Ejes equivalentes proyectados con el estudio del año 2012 son mayores a los proyectado con el estudio del 2006 en un 41%, esto puede deberse a que la inversión minera alcanzo un pico de inversión y extracción entre los años 2011 a 2012, para luego disminuir en los años siguientes, como se aprecia en la comparación de proyecciones del estudio del 2017 con 2012, en la cual disminuyen en 57%.
- A pesar de que los ejes equivalentes acumulados proyectados hasta el 2027 son menores a los proyectados inicialmente en el estudio del año 2006, se tiene que el paquete estructural existente esta sub-dimensionado para estas proyecciones, por lo cual se concluye que no cumplirá con el tiempo de vida útil hasta el 2027.
- El PCI es una herramienta que permite determinar mediante la medición visual el desgaste de la vía y presentar indicadores de posibles fallas estructurales en el pavimento. En la presente tesis el PCI promedio es de 69, por lo que se concluye que la vía requiere un mantenimiento periódico o correctivo.
- El Numero Estructural fue fundamental en la tesis, debido a que nos determina un valor de comparación entre el estado actual y el estado inicial de la vía. En primer lugar nos permitió estimar si la vía cumple con el tiempo de vida útil proyectado, siendo este resultado negativo; y en segundo lugar, nos permitió proponer una intervención de refuerzo en el paquete estructural con el cual se lograría cumplir con la vida útil proyectada.
- Se calculó el espesor de refuerzo, a partir de la diferencia entre los números estructurales, concluyendo que la alternativa debe ser un recapeo de 2.5 cm de espesor de carpeta asfáltica en caliente, con la cual se asegura que el tiempo de vida alcance el año 2027.

5. CAPITULO V RECOMENDACIONES

- Se recomienda colocar controles de peso en la vía a fin de evitar que camiones y tráilers no presenten cargas superiores a las permitidas en el Reglamento Nacional, ya que esto conlleva a un deterioro acelerado del pavimento. Por otro lado estas estaciones de control pueden almacenar data que podría servir para futuros estudios a manera de información histórica en el cálculo de los factores destructivos.
- Se recomienda utilizar siempre el factor de corrección de una sola estación de peaje si se va a realizar un comparativo entre estudios de diferentes años, debido a que la cantidad y frecuencia de vehículos será distinto en cada una por los tráficos desviados, lo que conlleva a un error de cálculo.
- Se recomienda para este tipo de vías con gran tráfico de vehículos pesados, desarrollar estudios de tránsito cada 5 años, con la finalidad de poder llevar un seguimiento en su variación y determinar oportunamente los mantenimientos que requieran.
- Se recomienda un monitoreo continuo del PCI que podría establecer la tasa de deterioro del pavimento, la cual serviría para la temprana identificación de las principales necesidades en los diferentes niveles de intervención.

6. REFERENCIAS

- [1] *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos*, Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC, 2013.
- [2] *Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras*, Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC, 2013.
- [3] E. Rodriguez, «Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible de la av. Luis Montero, distrito de Castilla,» Piura, 2009.
- [4] R. Robles, «Cálculo del Índice de condición de pavimento (PCI) Barranco – Surco- Lima,» 2015.
- [5] L. Vasquez, «Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en Carreteras. Manizales – Colombia,» Manizales, 2002.
- [6] W. Gutierrez, *Mecánica de Suelos Aplicada a Vías de Transporte*, Lima: Macro, 2016.
- [7] Y. Huang, *PAVEMENT ANALYSIS AND DESIGN*, Pearson Prentice Hall, 2003.
- [8] J. Hidalgo, «Evaluación del Sistema de Gestión de Pavimentos Flexibles en el Perú,» Lima, 2006.
- [9] A. Jugo, «Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles,» Caracas, 2005.
- [10] P. Garnica, J. A. Gómez y J. A. Sesma, *Mecánica de Materiales para Pavimentos*, Sanfandila: Instituto Mexicano del Transporte, 2002.
- [11] P. Del Aguila, «Criterios para el diseño y construcción de pavimentos en zonas de altura,» Asociación Peruana de Caminos, Lima, 1998.
- [12] J. De Castro, J. Colossio y R. Quispe, *Metodología de cálculo de la temperatura de ruptura de pavimentos sometidos a bajas temperaturas y causas probables de fisuramiento*, Quito.
- [13] *AASHTO GUIDE for Design of Pavement Structures*, Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
- [14] M. Olcese, «Diseño de los pavimentos de la Carretera de Acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (km 1+000 – km 2+000),» Lima, 2018.
- [15] J. Cedeño, «Propuesta de Metodología complementaria a los diseños de pavimentos según ASSHTO 93,» Guayaquil, 2014.
- [16] J. D. Martinez, «Impacto del control de Pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de pavimentos,» Lima, 2015.

- [17] W. Aguirre, «La sobrecarga de los camiones y su efecto sobre los pavimentos flexibles,»
Lima, 2010.

7. ANEXOS

Anexo N° 1 : Curvas de valor deducido

1.- Agregado Pulido

2.- Ahuellamiento

3.- Peladura por intemperismo

Anexo N° 2 : Índice de condición de pavimento – PCI

[illegible][illegible]

Max CDV	=	30
PCI	=	70
Calificación:	=	BUENO

RELEVAMIENTO DE FALLAS MEDICIÓN DEL PCI (ASTM 6433-99)		ESQUEMA		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				
HOJA DE REGISTRO				
Nombre de la vía:	Carretera Conococho - Yanacancha Km. 00+000 al 110+000	Sección: 90+000 - 90+050	Unidad de Muestra: 1	
Realizado por:	P. Salinas	Fecha: 14/12/2018	Área: 340.00 m ²	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento	
3. Fisuras en Bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento		
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
14L	30.0	30	8.82	26.5
18L	235	235	69.12	13.4

#	Valor Deducido											Total	q	CDV
1	26.5	13.4										39.9	2	29
2	26.5	2										28.5	1	27
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

Max CDV = 29

PCI = 71

Calificación: MUY BUENO

RELEVAMIENTO DE FALLAS MEDICIÓN DEL PCI (ASTM 6433-99)		ESQUEMA	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE REGISTRO			
Nombre de la vía:	Carretera Conococha - Yanacancha Km. 00+000 al 110+000	Sección: 10+000 - 10+050	Unidad de Muestra: 350.00 m ²
Realizado por:	P. Salinas	Fecha: 14/12/2018	Área: 350.00 m ²
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento
3. Fisuras en Bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento	
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	VALOR DEDUCIDO
14L	30.0	30	8.57
18L	300	300	85.71

#	Valor Deducido											Total	q	CDV
1	26.3	15.4										41.7	2	29
2	26.3	2										28.3	1	27
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

Max CDV = 29

PCI = 71

Calificación: MUY BUENO

RELEVAMIENTO DE FALLAS MEDICIÓN DEL PCI (ASTM 6433-99)				ESQUEMA	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la vía:		Carretera Conococha - Yanacancha Km. 00+000 al 110+000		Sección: 0+000 - 0+050	
Realizado por P. Salinas				Fecha: 14/12/2018	
				Unidad de Muestra: Área: 325.00m2	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en Bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berna	14. Ahuellamiento			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA		CANTIDAD		TOTAL	VALOR DEDUCIDO
14L	30.0			30	9.23
18L	255			255	78.46

Calculo del PCI del Sector: 0+000 - 0+050

#	Valor Deducido										Total	q	CDV
1	27.4	14.8									42.2	2	31
2	27.4	2									29.4	1	28
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

Max CDV = 31
 PCI = 69
 Calificación: BUENO

RELEVAMIENTO DE FALLAS MEDICIÓN DEL PCI (ASTM 6433-99)										ESQUEMA	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la vía:		Carretera Conococho - Yanacancha Km. 00+000 al 110+000				Sección: 110+000 - 110+050		Unidad de Muestra:		1	
Realizado por:		P. Salinas				Fecha: 14/12/2018		Área:		340.00 m ²	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en Bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma					14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Desplazamiento					
FALLA		CANTIDAD				TOTAL		DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO	
14L		30.0						30		8.82	
18L		295						295		86.76	

#	Valor Deducido										Total	q	CDV
1	26.5	15.5									42	2	30
2	26.5	2									28.5	1	27
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

Max CDV = 30
 PCI = 70
 Calificación: BUENO

ESTACION:E-2

SENTIDO: HACIA ANTMNA

PROMEDIO DE LA SEMANA

noviembre 2012

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS							TOTAL	%	
	Autos	Pick-up	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			C3R3
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0.09%
1-2	-	0	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.51%
2-3	-	0	-	-	1	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.77%
3-4	0	0	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0.68%
4-5	0	1	1	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	2	1.19%
5-6	1	2	1	0	-	1	0	1	0	0	-	-	-	1	0	-	-	-	8	4.86%
6-7	2	4	3	0	-	3	3	1	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	17	10.15%
7-8	2	4	1	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	1	0	-	-	10	6.08%
8-9	1	5	1	0	-	-	-	1	1	0	0	-	-	0	1	0	-	-	11	6.40%
9-10	1	4	0	-	-	1	1	0	1	0	-	-	0	0	1	-	-	-	10	5.97%
10-11	1	4	2	-	-	0	0	0	1	1	1	0	1	1	2	-	-	-	11	6.83%
11-12	1	3	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	1	0	-	-	6	3.87%
12-13	1	3	1	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	2	0	-	-	-	8	4.52%
13-14	1	2	1	0	-	-	-	0	2	-	-	-	-	1	5	0	-	-	12	7.08%
14-15	1	2	0	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	0	2	-	-	-	7	3.92%
15-16	1	4	1	0	-	-	-	0	1	1	-	-	-	0	6	1	-	-	15	8.87%
16-17	1	4	1	0	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	8	1	-	-	18	10.49%
17-18	1	3	0	0	-	-	-	0	1	0	-	-	-	0	6	1	-	-	14	8.11%
18-19	0	2	0	-	-	1	-	-	0	0	-	-	-	1	1	-	-	-	6	3.41%
19-20	0	2	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	0	-	-	-	3	1.62%
20-21	1	1	1	0	-	2	0	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	5	2.99%
21-22	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.85%
22-23	0	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.69%
23-24	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.26%
TOTAL	17	51	14	2	2	8	5	8	10	3	0	0	5	37	4	0	0	0	187	100%
%	10.07%	30.55%	8.28%	1.37%	1.37%	4.86%	3.16%	4.61%	5.89%	1.96%	0.26%	0.00%	3.07%	21.93%	2.85%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%

ESTACION:E-2

SENTIDO: HACIA CONOCOCHA

noviembre 2012

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
1-2	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.09%
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.09%
3-4	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.09%
4-5	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0.52%
5-6	0	1	1	0	-	-	-	0	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	9	5.37%
6-7	0	3	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	0	10	-	-	-	-	17	10.22%
7-8	2	3	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	1	2	-	-	-	-	9	5.37%
8-9	1	2	2	-	-	2	0	0	0	0	0	0	0	2	-	-	-	-	9	5.28%
9-10	1	3	0	1	0	0	2	0	1	0	-	-	0	3	-	-	-	-	12	7.27%
10-11	1	5	0	0	0	-	-	-	1	-	-	-	1	4	-	-	0	-	11	6.84%
11-12	1	4	0	0	-	-	-	-	1	-	0	-	-	1	3	-	-	-	11	6.58%
12-13	2	4	0	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	11	6.93%
13-14	1	4	0	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3	-	-	-	-	11	6.41%
14-15	1	3	1	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	9	5.37%
15-16	1	4	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	0	1	-	-	-	-	9	5.19%
16-17	1	2	1	-	2	-	-	1	0	0	-	-	0	3	-	-	-	-	10	5.97%
17-18	1	2	2	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	2	-	-	-	-	8	4.85%
18-19	1	1	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-	2	-	-	-	-	5	2.86%
19-20	1	4	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	3.20%
20-21	0	3	0	-	-	6	1	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	13	7.79%
21-22	1	1	0	0	-	1	2	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6	3.55%
22-23	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.17%
23-24	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
TOTAL	18	50	12	2	3	10	3	8	12	0	0	0	5	44	0	0	0	0	185	100%
%	9.70%	30.04%	7.53%	1.30%	1.58%	6.08%	1.85%	4.76%	7.01%	0.17%	0.43%	0.00%	2.77%	26.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%

ESTACION:E-2

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

noviembre 2012

FC 1.0016 0.92484

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS				FC		1.0016	0.92484		TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3				
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0.08%		
1-2	-	0	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.50%		
2-3	-	0	-	-	1	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.75%		
3-4	0	1	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0.68%		
4-5	0	1	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.23%		
5-6	1	2	1	0	-	1	0	1	0	0	-	-	-	1	0	-	-	-	8	4.91%		
6-7	2	4	3	0	-	3	3	1	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	16	10.18%		
7-8	2	4	1	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	1	0	-	-	10	6.17%		
8-9	1	5	1	0	-	-	1	1	1	0	0	-	-	0	1	0	-	-	10	6.48%		
9-10	1	4	0	-	-	1	1	1	0	1	-	0	-	0	1	-	-	-	10	5.99%		
10-11	1	4	2	-	-	0	0	0	1	1	1	0	-	1	2	-	-	-	11	6.87%		
11-12	1	3	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-	1	0	-	-	6	3.69%		
12-13	1	3	1	-	-	-	-	1	0	0	0	-	-	2	0	-	-	-	7	4.55%		
13-14	1	2	1	0	-	-	-	0	1	1	-	-	-	1	4	0	-	-	11	6.99%		
14-15	1	2	0	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	0	2	-	-	-	6	3.93%		
15-16	1	4	1	0	-	-	-	1	1	0	0	-	-	0	6	1	-	-	14	8.79%		
16-17	1	4	1	0	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	7	1	-	-	17	10.35%		
17-18	1	3	0	0	-	-	-	0	1	0	-	-	-	0	6	1	-	-	13	8.01%		
18-19	0	2	0	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	6	3.42%		
19-20	0	2	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0	-	-	-	3	1.67%		
20-21	1	1	1	0	-	2	0	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	2.99%		
21-22	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.85%		
22-23	0	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.70%		
23-24	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.25%		
TOTAL	17	51	14	2	2	8	5	7	9	3	0	0	5	34	4	0	0	0	181	100%		
%	10.47%	31.78%	8.60%	1.42%	1.31%	4.67%	3.03%	4.42%	5.65%	1.88%	0.25%	0.00%	2.95%	21.05%	2.54%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%		
redondeo	17	51	14	2	2	8	5	7	9	3	0	0	5	34	4	0	0	0	181	100%		

ESTACION:E-2

SENTIDO: HACIA CONOCOCHA

+P77

FC 1.00161 0.92484

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES
------	-------------------	--	--	--	-----	--	--	--------------------	--	--	----------

ESTACION:E-1		SENTIDO: HACIA ANTAMINA										PROMEDIO DE LA SEMANA										noviembre 2012									
HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%											
	Autos	Pickup	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3													
0-1	0	1	0	0	1	-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	1.04%											
1-2	-	0	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.60%											
2-3	0	0	0	0	-	-	1	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	0.99%											
3-4	1	1	-	0	0	-	1	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	1.86%											
4-5	1	2	0	-	0	-	4	1	2	0	-	-	-	0	-	-	-	-	10	3.67%											
5-6	0	5	1	0	-	-	2	3	2	0	-	-	0	1	-	-	-	-	16	5.98%											
6-7	1	2	2	0	-	-	-	2	1	0	-	-	-	1	4	-	-	0	14	5.43%											
7-8	1	6	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	0	4	-	-	-	16	6.03%											
8-9	1	9	1	-	1	-	1	1	2	-	0	-	-	1	3	-	-	-	22	8.50%											
9-10	1	6	1	-	-	-	1	0	1	1	-	-	-	0	1	-	-	-	14	5.26%											
10-11	1	3	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	0	2	-	-	-	10	3.78%											
11-12	2	4	1	-	-	-	-	-	2	1	-	-	0	1	4	-	-	-	15	5.65%											
12-13	2	5	0	0	-	-	-	1	1	1	-	-	-	0	6	-	-	-	16	5.98%											
13-14	2	4	1	-	-	-	-	-	2	0	-	-	-	0	7	-	-	-	17	6.47%											
14-15	1	7	1	0	-	-	-	-	2	1	-	-	-	0	7	-	-	-	20	7.51%											
15-16	2	8	2	-	1	0	-	0	1	4	-	-	0	1	8	-	-	-	27	10.25%											
16-17	2	4	1	0	-	-	-	1	1	1	-	-	-	0	1	-	-	-	10	4.00%											
17-18	2	3	1	1	0	-	1	0	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	11	4.17%											
18-19	2	3	1	0	-	0	1	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	10	3.73%											
19-20	1	3	1	0	-	-	2	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.18%											
20-21	1	2	0	0	0	-	-	-	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	5	2.08%											
21-22	1	2	0	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.59%											
22-23	0	1	0	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.10%											
23-24	0	2	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	3	1.15%											
TOTAL	24	83	19	5	5	14	6	24	21	1	0	0	6	51	0	0	0	0	281	100%											
%	8.38%	31.74%	7.46%	1.81%	2.08%	5.48%	2.25%	8.32%	8.17%	0.27%	0.05%	0.11%	2.14%	19.68%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	100%												

ESTACION:E-1		SENTIDO: HACIA CONOCOCHA										noviembre 2012									
HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pickup	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
0-1	0	0	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.49%	
1-2	0	0	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.44%	
2-3	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.20%	
3-4	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.79%	
4-5	0	1	2	0	0	1	-	0	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5	1.77%	
5-6	0	2	0	1	0	1	0	0	2	-	-	-	0	1	-	-	-	-	8	2.86%	
6-7	1	2	1	0	-	-	-	1	4	-	-	0	-	2	-	-	-	-	11	3.69%	
7-8	1	5	1	1	-	-	1	1	2	-	-	-	0	4	-	-	-	-	16	5.56%	
8-9	1	5	2	-	0	0	-	0	2	-	-	-	2	8	-	-	-	-	20	6.89%	
9-10	2	7	4	0	-	-	0	1	1	-	-	-	1	5	-	-	-	-	21	7.09%	
10-11	2	4	1	1	0	-	4	1	1	1	-	-	0	2	-	-	-	-	15	5.27%	
11-12	1	4	1	1	0	-	-	1	1	1	-	-	-	1	5	-	-	-	14	4.87%	
12-13	2	7	1	0	-	-	-	2	2	-	-	-	0	7	-	-	-	-	21	7.19%	
13-14	1	6	2	0	1	-	1	2	1	-	-	-	1	5	-	-	-	-	20	7.04%	
14-15	1	7	1	0	0	-	-	1	1	1	-	-	0	6	-	-	-	-	19	6.45%	
15-16	2	7	2	-	-	-	-	2	1	0	-	-	-	4	-	-	-	-	17	5.81%	
16-17	1	9	2	-	0	-	-	2	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	19	6.50%	
17-18	2	7	2	-	1	-	-	1	2	-	-	-	0	2	-	-	-	-	17	5.86%	
18-19	2	3	1	-	-	0	-	1	1	-	-	-	0	1	-	-	-	-	10	3.30%	
19-20	1	3	-	1	0	1	-	1	1	-	-	-	0	2	-	-	-	-	10	3.59%	
20-21	1	4	0	0	0	2	-	1	1	-	-	-	0	1	-	-	-	-	10	3.39%	
21-22	0	6	0	0	0	5	3	1	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	20	6.99%	
22-23	1	1	1	-	0	2	-	1	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	8	2.86%	
23-24	0	1	-	0	-	-	2	1	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	1.08%	
TOTAL	26	91	23	7	5	16	6	22	24	0	0	0	7	61	0	0	0	0	290	100%	
%	9.11%	31.41%	7.98%	2.31%	1.87%	5.61%	2.02%	7.73%	8.37%	0.15%	0.00%	0.05%	2.41%	20.97%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%		

ESTACION:E-1		SENTIDO: HACIA ANTAMINA										noviembre 2012										
												FC 1.00181 0.92484										
HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS				CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS									
	Autos	Pick up	C.R		Micros	B2	B3-1	B4		C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	TOTAL	%
0-1	0	1	0	0	0	1	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	1.03%
1-2	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0.59%
2-3	0	0	0	0	0	0	-	1	-	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	0.96%
3-4	1	1	0	0	0	0	-	1	-	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	1.84%
4-5	1	2	0	0	0	0	-	4	-	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	9	3.60%
5-6	0	5	1	1	0	0	-	2	-	3	1	0	-	-	-	0	-	-	-	-	15	5.95%
6-7	1	2	2	0	0	-	-	-	-	1	1	0	-	-	-	1	4	-	-	0	14	5.40%
7-8	1	6	1	1	0	1	-	-	-	1	1	0	-	-	-	0	4	-	-	-	15	6.06%
8-9	1	9	1	1	-	-	-	1	-	1	2	-	0	-	-	1	3	-	-	-	21	8.50%
9-10	1	6	1	1	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	13	5.31%
10-11	1	3	1	1	-	-	-	1	-	0	1	-	-	-	-	0	2	-	-	-	10	3.81%
11-12	2	4	1	1	-	-	-	-	-	2	1	-	-	0	-	1	4	-	-	-	14	5.64%
12-13	2	5	0	0	-	0	-	-	-	1	1	-	-	-	-	0	5	-	-	-	15	5.97%
13-14	2	4	1	1	-	-	-	-	-	2	0	-	-	-	-	0	7	-	-	-	16	6.42%
14-15	1	7	1	0	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	0	7	-	-	-	19	7.50%
15-16	2	8	2	0	1	1	0	-	-	1	3	0	-	0	-	1	8	-	-	-	26	10.19%
16-17	2	4	1	0	0	-	-	-	-	1	1	0	-	-	-	0	1	-	-	-	10	4.05%
17-18	2	3	1	1	0	0	1	0	-	1	1	-	-	-	-	0	0	-	-	-	11	4.24%
18-19	2	3	1	0	0	0	-	-	-	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	9	3.77%
19-20	1	3	1	0	0	-	1	0	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.19%
20-21	1	2	0	0	0	0	-	-	-	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	2.09%
21-22	1	2	0	0	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.62%
22-23	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.10%
23-24	0	2	0	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	1.17%
TOTAL	24	83	19	5	5	13	5	22	20	22	20	1	0	0	5	47	0	0	0	0	251	100%
%	9.75%	33.00%	7.75%	1.88%	2.00%	5.26%	2.16%	8.95%	7.84%	0.26%	0.05%	0.11%	2.05%	18.89%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	100%			
	24	83	19	5	5	13	5	22	20	1	0	0	0	5	47	0	0	0	0	0	249	

DICEMBRE 2006

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS									
	Autos	Pickup	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	TOTAL	%
0-1	-	0	-	-	0	-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	1.58%
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%
2-3	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.68%
3-4	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%
4-5	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%
5-6	-	1	-	-	-	-	1	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.60%
6-7	-	2	-	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6.07%
7-8	0	2	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	1	1	-	-	-	4	5.03%
8-9	0	3	0	-	-	-	0	1	0	-	-	-	1	1	2	-	-	-	8	9.88%
9-10	-	2	0	0	-	-	1	1	0	-	-	0	1	2	-	-	-	-	9	9.84%
10-11	0	2	0	-	-	-	-	1	0	-	-	-	1	1	1	-	-	-	7	7.11%
11-12	0	3	1	-	-	-	-	1	0	-	-	0	2	2	1	-	-	-	9	11.44%
12-13	0	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	3	3.47%
13-14	1	1	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	5	5.55%
14-15	-	2	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	7	8.48%
15-16	0	1	0	-	-	-	0	1	1	-	-	0	0	1	1	-	-	-	5	5.72%
16-17	0	2	0	-	0	-	-	1	0	-	-	0	0	2	-	-	-	-	6	7.80%
17-18	-	2	0	-	-	-	1	0	0	-	-	0	0	1	-	-	-	-	5	5.55%
18-19	-	1	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3.29%
19-20	0	1	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	2.77%
20-21	-	1	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.39%
21-22	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.87%
22-23	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0	0.52%
23-24	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%
TOTAL	3	28	6	1	1	0	5	8	6	0	0	1	9	16	0	0	0	0	82	100%
%	3.29%	34.32%	6.76%	0.87%	1.21%	0.17%	6.07%	8.49%	7.45%	0.00%	0.00%	1.04%	11.09%	19.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	

DICEMBRE 2006

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pick-up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.24%
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.34%
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.89%
4-5	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	0.88%
5-6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.24%
6-7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	4	4.31%
7-8	0	1	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	4	4.31%
8-9	0	1	-	1	-	-	0	0	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	5.52%
9-10	-	1	-	1	-	0	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	5.52%
10-11	-	0	-	1	-	-	-	1	0	-	-	-	-	1	0	-	-	-	4	4.48%
11-12	-	3	-	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	7	8.45%
12-13	-	1	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4	4.83%
13-14	0	2	-	0	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	6	7.58%
14-15	0	2	-	1	-	-	-	0	0	-	-	0	-	1	2	-	-	-	6	7.07%
15-16	0	2	-	0	-	0	-	1	0	-	-	-	-	1	2	-	-	-	7	8.62%
16-17	0	3	-	1	-	-	1	1	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	8	9.68%
17-18	0	2	-	1	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	4	4.83%
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	3.62%
19-20	-	1	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	1	-	-	-	3	3.45%
20-21	-	1	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	3	3.10%
21-22	-	1	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	2.41%
22-23	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	2.93%
23-24	-	0	-	-	-	0	-	1	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3	3.10%
TOTAL	2	28	7	10	2	0	5	7	6	0	0	0	1	11	14	0	0	0	83	100%
%	2.41%	33.97%	8.10%	0.52%	2.24%	0.34%	5.69%	8.97%	6.72%	0.00%	0.00%	0.17%	13.79%	17.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	

2006

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPADOS			FC				0.04626			
	Autos	Pickup	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	TOTAL	%	
0-1	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	1.58%	
1-2	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%	
2-3	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.69%	
3-4	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%	
4-5	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%	
5-6	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.60%	
6-7	0	2	1	0	-	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	4	6.07%	
7-8	-	1	0	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.03%	
8-9	0	3	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	-	1	1	-	-	-	7	9.88%	
9-10	-	2	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	-	1	1	-	-	-	6	8.84%	
10-11	0	0	-	-	-	-	-	1	1	-	-	0	-	1	1	-	-	-	5	7.11%	
11-12	0	2	1	-	-	-	-	1	1	0	-	-	-	2	2	-	-	-	8	11.44%	
12-13	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	2	3.47%	
13-14	0	1	0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	4	5.55%	
14-15	-	2	0	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	2	2	-	-	-	6	8.49%	
15-16	0	1	0	-	-	-	0	1	1	1	-	0	0	1	1	-	-	-	4	5.72%	
16-17	0	2	0	-	0	-	0	0	0	0	-	-	-	2	2	-	-	-	5	7.80%	
17-18	-	1	0	0	-	-	1	0	0	0	-	0	0	1	1	-	-	-	4	5.55%	
18-19	0	1	0	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3.29%	
19-20	0	1	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2.77%	
20-21	-	0	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.38%	
21-22	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.87%	
22-23	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.52%	
23-24	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.35%	
TOTAL	2	24	5	1	1	0	4	8	5	0	0	1	8	13	0	0	0	0	70	100%	
%	3.29%	34.33%	8.76%	0.87%	1.21%	0.17%	6.07%	8.49%	7.45%	0.00%	0.00%	1.04%	11.08%	19.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%		
redondeo	2	24	5	1	1	0	4	8	5	0	0	1	8	13	0	0	0	0	70		

2006

HORA	VEHICULOS LIGEROS			BUS		CAMIONES UNITARIOS					CAMIONES ACOPADOS			FC				0.04020				TOTAL	%
	Autos	Pickup	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3					
0-1	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	2.24%			
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.34%			
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%			
3-4	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.68%			
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0.68%			
5-6	-	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.24%			
6-7	0	2	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	3	4.31%			
7-8	0	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	4.31%			
8-9	0	1	0	0	-	0	-	0	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	4	5.52%			
9-10	-	1	1	0	0	-	1	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	4	5.52%			
10-11	0	1	1	0	-	-	0	0	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	4.48%			
11-12	-	3	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6	8.45%			
12-13	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	3	4.83%			
13-14	0	2	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5	7.59%			
14-15	0	2	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	5	7.07%			
15-16	0	2	0	-	0	-	-	1	0	-	-	-	-	2	-	-	-	-	6	8.62%			
16-17	0	3	1	-	1	-	-	1	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	7	9.66%			
17-18	0	1	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	4.83%			
18-19	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	3	3.62%			
19-20	-	0	-	-	0	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	3.10%			
20-21	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.41%			
21-22	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	2	2.41%			
22-23	-	0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	2.93%			
23-24	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	2	3.10%			
TOTAL	2	24	6	0	2	0	4	6	5	0	0	0	10	12	0	0	0	0	70	100%			
%	2.41%	33.91%	8.10%	0.52%	2.24%	0.34%	5.69%	8.97%	6.72%	0.00%	0.00%	0.17%	13.79%	17.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%				
redondeo	2	24	6	0	2	0	4	6	5	0	0	0	10	12	0	0	0	0	71				

UBICACIÓN: PACHAPAQUI - KM 39
SENTIDO: A ANTAMINA
DICIEMBRE 2006

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%	
	Autos	Pick-up	C/R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
0-1	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	-	1	30%
1-2	0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.97%
2-3	-	0	-	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	2	1.41%
3-4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	0.54%
4-5	0	1	0	-	1	-	0	0	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	3	2.49%	
5-6	0	1	0	0	-	-	2	1	0	-	-	0	-	0	1	-	-	-	6	4.86%	
6-7	1	2	1	-	0	-	0	1	1	-	-	-	-	1	4	-	-	-	10	7.57%	
7-8	1	3	1	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	4	-	-	-	11	8.43%	
8-9	1	4	0	1	-	0	1	1	0	-	-	-	-	2	3	-	-	-	14	10.92%	
9-10	1	3	0	-	-	-	-	1	0	-	-	0	-	3	2	-	-	-	10	7.89%	
10-11	0	3	1	-	0	-	-	1	1	-	0	-	-	1	4	-	-	-	11	8.43%	
11-12	1	1	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	5	3.68%	
12-13	1	1	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	7	5.51%	
13-14	1	2	0	-	-	-	-	0	0	-	0	-	-	1	2	-	-	-	6	4.54%	
14-15	0	2	1	-	0	-	-	1	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	6	4.22%	
15-16	0	2	0	0	0	-	0	2	0	-	-	-	-	0	3	-	-	-	8	6.27%	
16-17	1	1	1	-	1	-	0	0	1	-	0	-	-	1	1	-	-	-	7	5.30%	
17-18	-	2	0	1	-	0	-	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.89%	
18-19	1	1	0	0	0	-	1	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	5	4.00%	
19-20	1	1	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	3	1.95%	
20-21	0	1	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	2	1.84%	
21-22	1	1	-	-	0	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	2	1.51%	
22-23	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	2	1.51%	
23-24	1	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	0	-	0	0	-	-	-	2	1.30%	
TOTAL	10	33	7	4	8	1	5	11	6	0	1	1	13	35	0	0	0	0	132	100%	
%	7.94%	24.88%	4.97%	2.70%	4.72%	0.88%	3.57%	8.54%	4.68%	0.00%	0.73%	1.19%	9.82%	26.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%		

ESTACION:E-1

SENTIDO: A CONOCOCHA

DICIEMBRE 2006

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pick-up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	0	-	-	-	0	-	0	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	2.47%
1-2	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1.18%
2-3	-	1	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.54%
3-4	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.64%
4-5	0	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	1	0.97%
5-6	1	1	0	-	2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	4	2.90%
6-7	0	3	0	0	1	-	-	1	0	-	-	0	-	1	-	-	-	-	6	4.51%
7-8	0	3	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	5	3.76%
8-9	0	2	0	-	0	-	-	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	5	3.44%
9-10	0	3	1	0	0	0	-	0	-	-	-	0	-	1	1	-	-	-	7	5.05%
10-11	1	2	0	-	0	0	-	0	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	6	4.63%
11-12	0	2	0	-	0	-	-	1	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	8	6.12%
12-13	0	2	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	2	3	-	-	-	9	6.44%
13-14	-	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	4	-	-	-	9	6.44%
14-15	1	3	0	1	-	-	-	-	1	-	-	0	0	2	4	-	-	-	12	9.13%
15-16	1	3	1	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	2	3	-	-	-	11	8.16%
16-17	1	2	1	0	0	-	-	1	0	-	-	0	0	1	3	-	-	-	10	7.73%
17-18	1	2	1	-	0	-	-	1	0	-	-	-	0	1	1	-	-	-	9	6.44%
18-19	1	2	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	6	4.19%
19-20	-	1	-	-	0	-	-	0	-	-	-	0	0	1	1	-	-	-	4	2.79%
20-21	0	1	0	-	1	0	-	0	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	5	3.65%
21-22	0	1	-	-	1	0	-	1	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4	2.79%
22-23	-	0	-	-	0	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4	2.90%
23-24	-	0	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	2.90%
TOTAL	9	37	5	4	51	2	5	12	3	0	11	2	11	31	0	0	0	0	133	100%
%	6.55%	27.94%	4.06%	2.90%	4.51%	1.18%	3.65%	8.91%	3.97%	0.00%	0.11%	1.40%	11.82%	22.99%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	

ESTACION:E-1

SENTIDO: A ANTAMINA

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

2006

2006	
FC	0.84828

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS				FC				U84628				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3						
0-1	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	1	1.30%				
1-2	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.87%				
2-3	-	0	-	-	-	1	0	-	-	0	-	-	0	0	-	-	-	-	2	1.41%				
3-4	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	0.54%				
4-5	0	1	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	3	2.48%				
5-6	0	1	2	-	0	-	2	1	0	-	-	-	0	0	1	-	-	-	5	4.87%				
6-7	1	2	0	1	-	-	0	1	0	1	-	-	-	1	3	-	-	-	8	7.58%				
7-8	0	3	0	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	1	3	-	-	-	9	8.44%				
8-9	0	4	0	1	-	0	1	1	0	-	-	-	0	2	3	-	-	-	12	10.93%				
9-10	1	2	0	-	-	-	-	0	0	0	-	-	0	3	2	-	-	-	9	7.90%				
10-11	0	2	0	-	0	-	-	1	1	-	0	-	1	1	3	-	-	-	9	8.44%				
11-12	0	1	0	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	1	1	-	-	-	4	3.68%				
12-13	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	6	5.52%				
13-14	0	1	0	-	-	-	-	0	0	-	0	-	0	2	-	-	-	-	5	4.55%				
14-15	0	1	1	-	0	-	-	0	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5	4.22%				
15-16	0	2	0	0	0	-	0	1	0	-	-	-	-	0	3	-	-	-	7	6.28%				
16-17	1	1	0	-	1	-	-	0	1	0	-	0	0	0	1	-	-	-	6	5.30%				
17-18	-	2	0	1	-	0	0	0	1	0	-	-	-	1	-	-	-	-	4	3.80%				
18-19	1	1	0	0	0	-	1	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	4	4.00%				
19-20	1	1	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	2	1.95%				
20-21	0	1	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	2	1.84%				
21-22	0	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	2	1.52%				
22-23	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	1	1.19%				
23-24	0	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	-	0	-	-	-	1	1.30%				
TOTAL	8	28	8	3	5	1	4	10	5	-	0	-	11	30	-	-	-	-	112	100%				
%	7.14%	24.88%	4.98%	2.71%	4.22%	0.87%	3.57%	8.66%	4.87%	0.00%	0.43%	1.19%	9.85%	26.82%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%				
redondeo	8	28	8	3	5	1	4	10	5	-	0	-	11	30	-	-	-	-	112	100%				

ESTACION:E-1

SENTIDO:A CONOCOCHA

2006

2006	
FC	0.84828

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLOADOS			FC		U84626				TOTAL	%
	Autos	Pick-up	CR	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
0-1	-	0	-	-	0	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.47%	
1-2	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1.18%	
2-3	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0.54%	
3-4	0	0	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.64%	
4-5	0	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	1	0.97%	
5-6	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.90%	
6-7	0	2	0	0	2	1	-	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	4.51%	
7-8	0	0	2	0	0	-	-	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	4	3.70%	
8-9	0	0	2	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	4	3.44%	
9-10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	-	-	-	6	5.05%	
10-11	0	2	0	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	5	4.83%	
11-12	-	-	-	-	0	-	0	1	1	-	-	-	-	1	3	-	-	-	7	6.12%	
12-13	0	2	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	2	3	-	-	-	7	6.44%	
13-14	-	2	2	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	1	4	-	-	-	7	6.44%	
14-15	1	-	-	0	1	-	-	-	0	-	-	-	0	1	4	-	-	-	10	9.13%	
15-16	3	0	-	1	0	-	-	1	0	-	-	0	0	1	2	-	-	-	8	8.16%	
16-17	1	2	-	-	0	-	-	1	0	-	0	-	0	1	3	-	-	-	9	7.73%	
17-18	0	2	1	-	0	-	-	1	0	-	-	-	0	1	1	-	-	-	7	6.44%	
18-19	1	2	1	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-	5	4.19%	
19-20	-	1	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	3	2.79%	
20-21	0	1	0	-	1	0	-	0	0	-	-	-	0	1	1	-	-	-	4	3.65%	
21-22	0	1	-	-	1	-	1	0	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3	2.79%	
22-23	0	1	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3	2.90%	
23-24	-	0	-	-	-	-	-	2	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	2.90%	
TOTAL	7	32	5	3	5	1	4	10	4	4	0	2	13	26	1	0	0	0	11	100%	
%	6.55%	27.93%	4.08%	2.90%	4.51%	1.18%	3.65%	8.81%	3.97%	0.00%	0.11%	1.40%	11.92%	22.99%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%	
redondeo	32	3	5	3	5	1	4	10	4	4	0	2	13	26	1	0	0	0	11	112	

ESTACION:E-2		SENTIDO: HACIA ANTANIMA										PROMEDIO DE LA SEMANA										octubre 2017	
HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%			
	Autos	Pickup	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3					
0-1	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34%			
1-2	0	0	0	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.67%			
2-3	0	-	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.09%			
3-4	-	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0.34%			
4-5	1	0	0	0	0	0	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	1.76%			
5-6	2	2	0	-	0	1	-	0	0	-	-	-	-	2	-	-	-	-	8	4.78%			
6-7	5	3	0	0	0	3	-	1	-	0	-	-	-	17	4	-	-	-	17	10.06%			
7-8	2	4	0	0	-	2	-	0	1	0	-	-	-	3	-	-	-	-	13	7.88%			
8-9	2	3	0	-	0	-	-	1	0	-	-	-	-	3	-	-	-	-	10	5.70%			
9-10	1	3	0	-	0	1	-	1	0	0	-	-	0	3	-	-	-	-	10	5.78%			
10-11	2	2	0	-	-	0	-	0	1	0	-	-	-	1	1	-	-	-	8	4.86%			
11-12	2	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0	3	-	-	-	9	5.11%			
12-13	1	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	4	-	-	-	-	7	4.02%			
13-14	2	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0	2	-	-	-	7	4.11%			
14-15	2	5	-	0	0	-	-	1	1	-	-	-	-	5	-	-	-	-	13	7.63%			
15-16	1	4	0	-	0	0	-	1	-	0	-	-	-	4	-	-	-	-	11	6.29%			
16-17	2	6	0	0	0	-	-	-	1	-	-	-	-	0	7	-	-	-	17	10.23%			
17-18	2	3	0	1	-	-	-	0	-	0	-	-	-	5	-	-	-	-	11	6.71%			
18-19	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	2.68%			
19-20	4	2	-	0	0	3	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	10	6.12%			
20-21	3	1	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2.85%			
21-22	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0.59%			
22-23	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.17%			
23-24	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0.25%			
TOTAL	39	46	4	2	4	11	0	10	5	1	0	0	1	47	0	0	0	0	170	100%			
%	22.72%	26.91%	2.60%	1.26%	2.43%	6.20%	0.00%	5.70%	2.93%	0.75%	0.00%	0.00%	0.84%	27.66%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%			

ESTACION:E-2		SENTIDO: HACIA CONOCOCHA										octubre 2017									
HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%	
	Autos	Pick up	C.R	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
0-1	-	0	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.72%	
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0.09%	
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0.09%	
3-4	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.18%	
4-5	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.45%	
5-6	0	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.09%	
6-7	2	3	0	-	-	-	0	1	0	-	-	-	-	4	-	-	-	-	10	6.61%	
7-8	2	3	0	-	-	-	-	1	-	0	0	-	0	6	-	-	-	-	12	7.51%	
8-9	5	4	1	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	3	-	-	-	-	14	8.60%	
9-10	6	4	-	1	1	2	-	0	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	14	9.05%	
10-11	2	3	0	0	1	0	-	1	-	0	-	-	0	3	-	-	-	-	11	6.88%	
11-12	2	3	0	0	1	-	-	1	0	0	-	-	0	3	-	-	-	-	10	6.33%	
12-13	2	2	0	0	-	-	-	1	0	0	-	-	0	3	-	-	-	-	9	5.97%	
13-14	2	2	-	-	-	-	-	1	1	0	-	-	0	5	-	-	-	-	10	6.24%	
14-15	2	2	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	4	-	-	-	-	9	5.61%	
15-16	2	2	0	0	-	-	-	1	0	-	-	-	0	2	-	-	-	-	7	4.71%	
16-17	1	4	1	0	-	-	-	0	1	0	-	-	-	2	-	-	-	-	9	5.88%	
17-18	1	3	1	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	2	-	-	-	-	8	5.07%	
18-19	2	1	0	-	0	0	-	1	0	-	-	-	0	2	-	-	-	-	8	5.16%	
19-20	2	0	-	-	1	1	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6	3.62%	
20-21	1	2	-	-	-	0	-	2	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	6	3.98%	
21-22	1	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	9	5.52%	
22-23	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.45%	
23-24	0	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.18%	
TOTAL	33	41	5	2	4	11	0	9	4	2	0	0	2	46	0	0	0	0	158	100%	
%	21.00%	25.88%	3.08%	1.36%	2.53%	6.88%	0.00%	5.43%	2.35%	1.00%	0.00%	0.09%	1.18%	29.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%	

ESTACION:E-2		SENTIDO: HACIA ANTANIMA										INDICE MEDIO DIARIO ANUAL										octubre 2017	
		VEHICULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS				FC		0.92774		0.9039				
HORA	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	TOTAL	%			
0-1	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.33%			
1-2	0	0	0	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.67%			
2-3	0	-	-	-	0	1	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.08%			
3-4	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	0.33%			
4-5	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	3	1.76%			
5-6	2	1	0	0	0	1	-	0	0	-	-	-	-	2	-	-	-	-	7	4.77%			
6-7	5	3	0	0	0	3	-	1	0	0	0	-	-	4	-	-	-	-	16	10.06%			
7-8	2	4	0	0	-	2	-	0	1	0	-	-	-	3	-	-	-	-	12	7.87%			
8-9	2	3	0	-	-	1	-	0	-	-	0	-	-	2	-	-	-	-	9	5.70%			
9-10	1	3	0	-	0	-	-	1	0	0	-	-	0	2	-	-	-	-	9	5.78%			
10-11	2	2	0	-	-	0	-	0	1	0	-	-	1	1	-	-	-	-	8	4.87%			
11-12	2	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	8	5.11%			
12-13	1	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	3	-	-	-	-	6	4.01%			
13-14	1	2	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	2	-	-	-	-	6	4.11%			
14-15	1	4	-	0	0	-	-	1	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	12	7.62%			
15-16	1	3	0	0	0	0	-	1	-	0	-	-	-	4	-	-	-	-	10	6.28%			
16-17	2	5	0	0	0	-	-	1	-	1	-	-	0	6	-	-	-	-	16	10.21%			
17-18	2	3	0	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	4	-	-	-	-	10	6.71%			
18-19	2	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	2.70%			
19-20	4	2	-	0	0	3	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	10	6.14%			
20-21	3	1	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2.87%			
21-22	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	0.59%			
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.17%			
23-24	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0.25%			
TOTAL	36	43	4	2	4	10	0	9	5	1	0	0	1	43	0	0	0	0	156	100%			
%	22.99%	27.23%	2.63%	1.27%	2.40%	6.12%	0.00%	5.62%	2.89%	0.74%	0.00%	0.00%	0.83%	27.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%				
	36	43	4	2	4	10	0	9	5	1	0	0	1	43	0	0	0	0	156				

Anexo N° 4 : Calculo de IMDA con data de campo 2018

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

CARRRETERA: CONOCOCHA - ANTAMINA
TRAMO: CONOCOCHA-ANTAMINA
ESTACION: E-1

UBICACIÓN: PACHAPAQUI -KM 39
SENTIDO: HACIA ANTAMINA
2018
FC 0.88077 0.84828

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.29%
1-2	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.43%
2-3	-	-	-	-	-	1	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.70%
3-4	1	3	-	-	0	3	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2.72%
4-5	2	3	1	-	2	2	-	2	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	13	4.30%
5-6	1	5	2	0	1	2	-	1	0	-	-	-	2	3	-	-	-	-	18	6.03%
6-7	2	4	3	1	-	0	-	2	1	-	-	-	-	6	-	-	-	-	20	6.75%
7-8	3	8	1	-	1	-	-	1	4	-	-	-	1	3	-	-	-	-	22	7.19%
8-9	3	7	2	2	1	2	-	1	4	-	-	-	0	3	-	-	-	-	26	8.48%
9-10	1	7	2	-	-	2	-	1	2	-	-	-	1	3	-	-	-	-	17	5.75%
10-11	2	4	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	13	4.32%
11-12	4	2	0	0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	10	3.46%
12-13	3	4	0	0	-	1	-	3	3	-	-	-	-	8	-	-	-	-	22	7.28%
13-14	0	3	3	-	-	0	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	13	4.31%
14-15	2	6	1	0	-	-	-	2	1	-	-	-	-	8	-	-	-	-	21	6.88%
15-16	4	6	1	-	-	1	-	1	2	-	-	-	2	7	-	-	-	-	23	7.74%
16-17	5	4	1	-	1	-	-	0	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	14	4.77%
17-18	3	4	2	0	0	1	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	16	5.19%
18-19	2	7	1	1	-	2	-	0	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	14	4.78%
19-20	1	4	2	0	1	2	-	0	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	11	3.75%
20-21	2	2	0	0	1	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	8	2.74%
21-22	-	1	-	-	-	0	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.00%
22-23	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.43%
23-24	-	0	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	0.71%
TOTAL	41	86	26	7	9	19	0	26	25	0	0	0	8	55	0	0	0	0	301	100%
%	13.46%	28.52%	8.78%	2.49%	2.96%	6.20%	0.00%	8.59%	8.17%	0.00%	0.00%	0.00%	2.54%	18.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	
Redondeo	41	86	26	7	9	19	0	26	25	0	0	0	8	55	0	0	0	0	302	

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

CARRRETERA: CONOCOCHA - ANTAMINA
TRAMO: CONOCOCHA-ANTAMINA
ESTACION: E-1

UBICACIÓN: PACHAPAQUI -KM 39
SENTIDO: HACIA ANTAMINA
2018
FC 0.88077 0.84828

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.15%
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
3-4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.32%
4-5	1	1	3	-	1	2	-	0	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	10	3.78%
5-6	1	2	0	0	-	1	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	9	3.15%
6-7	1	4	1	1	1	-	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	13	4.59%
7-8	1	2	-	2	-	2	-	0	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	13	4.87%
8-9	2	3	1	0	-	0	-	-	1	-	-	-	1	3	-	-	-	-	13	4.73%
9-10	2	5	5	-	-	0	-	1	2	-	-	-	3	7	-	-	-	-	25	9.14%
10-11	1	3	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	3	-	-	-	-	12	4.25%
11-12	3	6	1	-	-	1	-	0	3	-	-	-	1	3	-	-	-	-	17	6.31%
12-13	3	4	3	1	1	-	-	0	3	-	-	-	1	3	-	-	-	-	18	6.47%
13-14	2	4	1	-	-	2	-	2	3	-	-	-	0	4	-	-	-	-	18	6.44%
14-15	2	10	1	-	-	-	-	2	2	-	-	-	0	6	-	-	-	-	23	8.37%
15-16	1	5	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	16	5.98%
16-17	1	6	3	-	-	0	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	14	5.23%
17-18	1	5	4	-	1	0	-	1	0	-	-	-	2	2	-	-	-	-	17	6.32%
18-19	1	6	2	0	2	0	-	1	1	-	-	-	0	2	-	-	-	-	16	5.69%
19-20	2	2	-	2	1	1	-	0	1	-	-	-	0	2	-	-	-	-	12	4.26%
20-21	1	3	-	-	0	2	-	2	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	9	3.30%
21-22	3	4	-	-	-	5	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	13	4.72%
22-23	1	2	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.12%
23-24	0	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.80%
TOTAL	31	79	27	7	7.2	18.2	0.0	18.7	25.9	0.0	0.0	0.0	9.8	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	274	100%
%	11.40%	28.75%	9.80%	2.73%	2.63%	6.65%	0.00%	6.81%	9.43%	0.00%	0.00%	0.00%	3.56%	18.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	
Redondeo	31	79	27	7	7	18	0	19	26	0	0	0	10	50	0	0	0	0	274	

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

CARRRETERA: CONOCOCHA - ANTAMINA
TRAMO: CONOCOCHA-ANTAMINA
ESTACION: E-2

UBICACIÓN: NINACOCCHA -KM 89
SENTIDO: HACIA ANTAMINA
2018
FC 0.88077 0.84828

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
2-3	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.92%
3-4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.69%
4-5	2	0	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.66%
5-6	1	1	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	7	4.02%
6-7	3	3	2	1	0	3	-	3	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	15	8.25%
7-8	2	2	1	0	1	-	-	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	12	6.58%
8-9	2	7	2	-	-	0	-	0	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	15	8.28%
9-10	2	4	-	-	-	2	-	0	1	-	-	-	9	2	-	-	-	-	20	10.95%
10-11	0	5	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	3	-	-	-	-	13	6.82%
11-12	1	2	1	-	-	-	-	1	0	-	-	-	0	3	-	-	-	-	8	4.22%
12-13	1	0	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	-	3	-	-	-	-	6	3.50%
13-14	1	3	-	0	-	-	-	1	0	-	-	-	0	4	-	-	-	-	10	5.38%
14-15	1	2	1	1	-	-	-	1	0	-	-	-	-	3	-	-	-	-	9	4.71%
15-16	0	2	2	0	-	-	-	1	1	-	-	-	1	7	-	-	-	-	14	7.70%
16-17	1	2	-	-	0	-	-	1	0	-	-	-	1	6	-	-	-	-	11	6.05%
17-18	0	2	0	1	-	1	-	-	-	-	-	-	0	6	-	-	-	-	11	6.08%
18-19	1	4	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	10	5.67%
19-20	2	3	2	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	8	4.29%
20-21	1	1	0	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	6	3.51%
21-22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.48%
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.23%
TOTAL	22	43	16	6	7	11	0	13	9	0	0	0	16	40	0	0	0	0	184	100%
%	11.97%	23.47%	8.86%	3.11%	3.69%	6.00%	0.00%	7.15%	5.07%	0.00%	0.00%	0.00%	8.76%	21.91%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	
Redondeo	22	43	16	6	7	11	0	13	9	0	0	0	16	40	0	0	0	0	183	

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

CARRRETERA: CONOCOCHA - ANTAMINA
TRAMO: CONOCOCHA-ANTAMINA
ESTACION: E-2

UBICACIÓN: NINACOCCHA -KM 89
SENTIDO: HACIA CONOCOCHA
2018
FC 0.95688 0.94247

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
4-5	-	1	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	3	1.81%
5-6	-	2	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	6	3.36%
6-7	1	3	-	-	-	3	-	1	1	-	-	-	-	6	-	-	-	-	15	8.77%
7-8	2	3	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	4	-	-	-	-	12	7.03%
8-9	1	3	4	0	-	1	-	-	1	-	-	-	1	4	-	-	-	-	16	9.65%
9-10	1	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	4	-	-	-	-	10	6.20%
10-11	1	4	1	1	-	-	-	0	1	-	-	-	1	5	-	-	-	-	14	8.32%
11-12	2	4	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	0	2	-	-	-	-	11	6.53%
12-13	3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	8	4.94%
13-14	1	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	8	4.68%
14-15	1	4	2	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	4	-	-	-	-	13	7.56%
15-16	2	2	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	7	4.18%
16-17	1	2	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	9	5.47%
17-18	2	2	-	-	2	-	-	0	0	-	-	-	0	3	-	-	-	-	9	5.70%
18-19	1	0	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.83%
19-20	0	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	2.09%
20-21	0	2	-	-	-	6	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	12	6.95%
21-22	2	2	-	-	-	3	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	8	4.67%
22-23	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.27%
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00%
TOTAL	23	40	11	4	3.0	13.6	0.0	10.6	8.5	0.0	0.0	0.0	8.5	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0	166	100%
%	13.78%	24.12%	6.63%	2.12%	1.79%	8.17%	0.00%	6.38%	5.11%	0.00%	0.00%	0.00%	5.11%	26.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	
Redondeo	23	40	11	4	3	14	0	11	8	0	0	0	8	45	0	0	0	0	167	

Anexo N° 5: Corrección de proyecciones de Ejes Equivalentes de estudios anteriores (2006, 2012, 2017)

CALCULO DEL EAL ACUMULADO SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2017

CARRETERA: CONOCOCHA-ANTAMINA

TRAMO : CONOCOCHA-ANTAMINA

E-1 (PACHAPAQUI)

SENTIDO : A ANTAMINA

Tasa de Crecimiento de Bus: 0.58 0.58

Tasa de Crecimiento de Camione 6.74 6.74

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	C4E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2017			11	17	25	11	2	9	40	115	
Veh. Año 2017			4015	6205	9125	4015	730	3285	14600		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	2.31	1.83	4.81		
2018	1.00	1.00	8,672	21,382	13,690	22,853	1,685	6,013	70,181	144,476	1.44E+05
2019	2.01	2.07	17,394	42,889	28,303	47,246	3,485	12,430	145,092	296,839	2.97E+05
2020	3.02	3.21	26,167	64,520	43,901	73,284	5,405	19,281	225,052	457,609	4.58E+05
2021	4.03	4.42	34,991	86,277	60,550	101,076	7,455	26,593	310,401	627,342	6.27E+05
2022	5.06	5.72	43,866	108,160	78,322	130,741	9,643	34,398	401,503	806,631	8.07E+05
2023	6.09	7.11	52,792	130,169	97,291	162,406	11,978	42,729	498,745	996,110	9.96E+05
2024	7.12	8.59	61,771	152,307	117,538	196,206	14,471	51,621	602,541	1,196,454	1.20E+06
2025	8.16	10.16	70,801	174,573	139,151	232,283	17,132	61,113	713,333	1,408,384	1.41E+06
2026	9.21	11.85	79,883	196,967	162,220	270,792	19,972	71,244	831,592	1,632,670	1.63E+06
2027	10.27	13.65	89,019	219,492	186,843	311,896	23,004	82,059	957,822	1,870,135	1.87E+06
2028	11.32	15.57	98,207	242,148	213,127	355,771	26,239	93,602	1,092,560	2,121,654	2.12E+06
2029	12.39	17.62	107,449	264,935	241,182	402,603	29,694	105,923	1,236,379	2,388,164	2.39E+06
2030	13.46	19.80	116,744	287,854	271,128	452,591	33,380	119,075	1,389,892	2,670,664	2.67E+06
2031	14.54	22.14	126,093	310,906	303,092	505,949	37,316	133,113	1,553,751	2,970,220	2.97E+06
2032	15.62	24.63	135,496	334,091	337,211	562,903	41,516	148,098	1,728,655	3,287,970	3.29E+06
2033	16.72	27.29	144,954	357,412	373,629	623,695	46,000	164,092	1,915,347	3,625,129	3.63E+06
2034	17.81	30.13	154,467	380,867	412,502	688,585	50,786	181,164	2,114,622	3,982,993	3.98E+06
2035	18.92	33.16	164,035	404,458	453,995	757,849	55,894	199,387	2,327,329	4,362,947	4.36E+06
2036	20.03	36.40	173,658	428,187	498,284	831,781	61,347	218,839	2,554,371	4,766,467	4.77E+06
2037	21.14	39.85	183,337	452,053	545,559	910,696	67,167	239,601	2,796,717	5,195,129	5.20E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2: A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	C4E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2017			12	16	23	12	2	6	42	113	
Veh. Año 2017			4380	5840	8395	4380	730	2190	15330		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	2.31	1.83	4.81		
2018	1.00	1.00	9,460	20,125	12,595	24,931	1,685	4,008	73,690	146,494	1.46E+05
2019	2.01	2.07	18,976	40,366	26,039	51,541	3,485	8,287	152,346	301,040	3.01E+05
2020	3.02	3.21	28,546	60,725	40,389	79,946	5,405	12,854	236,304	464,168	4.64E+05
2021	4.03	4.42	38,172	81,202	55,706	110,265	7,455	17,728	325,921	636,448	6.36E+05
2022	5.06	5.72	47,854	101,797	72,056	142,627	9,643	22,932	421,578	818,486	8.18E+05
2023	6.09	7.11	57,592	122,512	89,507	177,171	11,978	28,486	523,682	1,010,927	1.01E+06
2024	7.12	8.59	67,386	143,347	108,135	214,042	14,471	34,414	632,668	1,214,464	1.21E+06
2025	8.16	10.16	77,237	164,304	128,019	253,399	17,132	40,742	748,999	1,429,832	1.43E+06
2026	9.21	11.85	87,146	185,381	149,242	295,409	19,972	47,496	873,172	1,657,818	1.66E+06
2027	10.27	13.65	97,111	206,581	171,896	340,250	23,004	54,706	1,005,713	1,899,261	1.90E+06
2028	11.32	15.57	107,135	227,904	196,077	388,113	26,239	62,401	1,147,188	2,155,058	2.16E+06
2029	12.39	17.62	117,217	249,350	221,887	439,203	29,694	70,616	1,298,198	2,426,165	2.43E+06
2030	13.46	19.80	127,357	270,921	249,438	493,736	33,380	79,383	1,459,387	2,713,602	2.71E+06
2031	14.54	22.14	137,556	292,617	278,845	551,944	37,316	88,742	1,631,439	3,018,459	3.02E+06
2032	15.62	24.63	147,814	314,439	310,234	614,076	41,516	98,732	1,815,088	3,341,898	3.34E+06
2033	16.72	27.29	158,132	336,387	343,739	680,395	46,000	109,395	2,011,115	3,685,162	3.69E+06
2034	17.81	30.13	168,509	358,463	379,502	751,184	50,786	120,776	2,220,353	4,049,573	4.05E+06
2035	18.92	33.16	178,947	380,667	417,675	826,744	55,894	132,925	2,443,695	4,436,547	4.44E+06
2036	20.03	36.40	189,445	402,999	458,421	907,397	61,347	145,892	2,682,090	4,847,592	4.85E+06
2037	21.14	39.85	200,004	425,461	501,914	993,486	67,167	159,734	2,936,552	5,284,320	5.28E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

CALCULO DEL EAL ACUMULADO SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2012

CARRETERA: CONOCOCHA-ANTAMINA

TRAMO : CONOCOCHA-ANTAMINA

SENTIDO :A ANTAMINA

E-2 (NINACOA - KM. 86)

Tasa de Crecimiento de Bus:

1.00

1.00

Tasa de Crecimiento de Camión:

5.21

5.21

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	C4E	2S2	3S2	3S3	2T2	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2012			2	8	5	7	9	3	0	5	34	4	77	
Veh. Año 2012			730	2920	1825	2555	3285	1095	0	1825	12410	1460		
FC*FP			2.32	3.34	2.19	1.94	13.48	8.67	10.66	2.11	5.68	11.17		
2013	1.00	1.00	1,691	9,742	3,993	4,963	44,279	9,488	0	3,856	70,491	16,311	164,814	1.65E+05
2014	2.01	2.05	3,399	19,582	8,025	10,184	90,866	19,471	0	7,912	144,654	33,472	337,565	3.38E+05
2015	3.03	3.16	5,124	29,520	12,098	15,678	139,879	29,973	0	12,180	222,681	51,528	518,661	5.19E+05
2016	4.06	4.32	6,867	39,557	16,212	21,458	191,447	41,023	0	16,670	304,773	70,524	708,529	7.09E+05
2017	5.10	5.55	8,627	49,695	20,366	27,538	245,700	52,649	0	21,394	391,142	90,509	907,621	9.08E+05
2018	6.15	6.84	10,404	59,935	24,563	33,936	302,781	64,880	0	26,364	482,011	111,536	1,116,409	1.12E+06
2019	7.21	8.19	12,199	70,276	28,801	40,667	362,835	77,748	0	31,593	577,614	133,658	1,335,392	1.34E+06
2020	8.29	9.62	14,012	80,721	33,082	47,749	426,018	91,287	0	37,095	678,199	156,933	1,565,095	1.57E+06
2021	9.37	11.12	15,843	91,271	37,405	55,199	492,493	105,531	0	42,883	784,023	181,421	1,806,070	1.81E+06
2022	10.46	12.70	17,693	101,926	41,772	63,038	562,432	120,518	0	48,973	895,361	207,184	2,058,896	2.06E+06
2023	11.57	14.36	19,561	112,687	46,182	71,285	636,014	136,285	0	55,380	1,012,500	234,289	2,324,184	2.32E+06
2024	12.68	16.11	21,448	123,556	50,637	79,962	713,429	152,874	0	62,121	1,135,742	262,807	2,602,576	2.60E+06
2025	13.81	17.95	23,354	134,534	55,136	89,091	794,878	170,327	0	69,213	1,265,405	292,811	2,894,747	2.89E+06
2026	14.95	19.89	25,278	145,622	59,680	98,695	880,571	188,689	0	76,674	1,401,823	324,378	3,201,409	3.20E+06
2027	16.10	21.92	27,222	156,820	64,269	108,800	970,728	208,008	0	84,524	1,545,348	357,589	3,523,309	3.52E+06
2028	17.26	24.06	29,185	168,131	68,905	119,432	1,065,583	228,333	0	92,784	1,696,352	392,531	3,861,234	3.86E+06
2029	18.43	26.32	31,168	179,554	73,586	130,617	1,165,379	249,717	0	101,473	1,855,222	429,293	4,216,010	4.22E+06
2030	19.61	28.69	33,171	191,092	78,315	142,385	1,270,375	272,216	0	110,616	2,022,370	467,970	4,588,509	4.59E+06
2031	20.81	31.18	35,194	202,745	83,090	154,766	1,380,841	295,887	0	120,234	2,198,226	508,663	4,979,645	4.98E+06
2032	22.02	33.81	37,237	214,515	87,914	167,792	1,497,062	320,790	0	130,354	2,383,244	551,475	5,390,384	5.39E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2:A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	C4E	2S2	3S2	3S3	2T2	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2012			2	9	3	7	11	0	1	4	41	0	78	
Veh. Año 2012			730	3285	1095	2555	4015	0	365	1460	14965	0		
FC*FP			2.32	3.34	2.19	1.94	13.48	8.67	10.66	2.11	5.68	11.17		
2013	1.00	1.00	1,691	10,960	2,396	4,963	54,119	0	3,891	3,084	85,003	0	166,108	1.66E+05
2014	2.01	2.05	3,399	22,030	4,815	10,184	111,058	0	7,985	6,330	174,435	0	340,237	3.40E+05
2015	3.03	3.16	5,124	33,210	7,259	15,678	170,964	0	12,293	9,744	268,527	0	522,798	5.23E+05
2016	4.06	4.32	6,867	44,502	9,727	21,458	233,990	0	16,824	13,336	367,520	0	714,224	7.14E+05
2017	5.10	5.55	8,627	55,907	12,220	27,538	300,300	0	21,592	17,115	471,671	0	914,971	9.15E+05
2018	6.15	6.84	10,404	67,426	14,738	33,936	370,065	0	26,609	21,091	581,249	0	1,125,518	1.13E+06
2019	7.21	8.19	12,199	79,061	17,281	40,667	443,465	0	31,886	25,275	696,535	0	1,346,368	1.35E+06
2020	8.29	9.62	14,012	90,811	19,849	47,749	520,689	0	37,439	29,676	817,828	0	1,578,052	1.58E+06
2021	9.37	11.12	15,843	102,679	22,443	55,199	601,936	0	43,281	34,306	945,440	0	1,821,128	1.82E+06
2022	10.46	12.70	17,693	114,666	25,063	63,038	687,416	0	49,427	39,178	1,079,701	0	2,076,182	2.08E+06
2023	11.57	14.36	19,561	126,773	27,709	71,285	777,350	0	55,893	44,304	1,220,956	0	2,343,832	2.34E+06
2024	12.68	16.11	21,448	139,001	30,382	79,962	871,969	0	62,697	49,696	1,369,571	0	2,624,726	2.62E+06
2025	13.81	17.95	23,354	151,351	33,081	89,091	971,518	0	69,854	55,370	1,525,929	0	2,919,548	2.92E+06
2026	14.95	19.89	25,278	163,824	35,808	98,695	1,076,254	0	77,385	61,339	1,690,434	0	3,229,017	3.23E+06
2027	16.10	21.92	27,222	176,423	38,562	108,800	1,186,446	0	85,308	67,619	1,863,508	0	3,553,888	3.55E+06
2028	17.26	24.06	29,185	189,147	41,343	119,432	1,302,379	0	93,644	74,227	2,045,601	0	3,894,957	3.89E+06
2029	18.43	26.32	31,168	201,998	44,152	130,617	1,424,352	0	102,414	81,179	2,237,180	0	4,253,060	4.25E+06
2030	19.61	28.69	33,171	214,978	46,989	142,385	1,552,680	0	111,641	88,492	2,438,740	0	4,629,077	4.63E+06
2031	20.81	31.18	35,194	228,088	49,854	154,766	1,687,694	0	121,349	96,187	2,650,802	0	5,023,935	5.02E+06
2032	22.02	33.81	37,237	241,329	52,748	167,792	1,829,742	0	131,563	104,283	2,873,912	0	5,438,607	5.44E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

CALCULO DEL EAL ACUMULADO SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2017

CARRETERA:CONOCOCHA-ANTAMINA

TRAMO :CONOCOCHA-ANTAMINA

E-1 (PACHAPAKUI)

SENTIDO :A ANTAMINA

Tasa de Crecimiento de Bus: 1.00 1.00

Tasa de Crecimiento de Camiones 5.21 5.21

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	C4E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2012			5	13	5	22	20	1	5	47	118	
Veh. Año 2012			1825	4745	1825	8030	7300	365	1825	17155		
FC*FP			2.32	3.34	2.19	1.94	13.48	8.67	2.11	5.68		
2013	1.00	1.00	4,228	15,831	3,993	15,598	98,399	3,163	3,856	97,443	242,509	2.43E+05
2014	2.01	2.05	8,498	31,821	8,025	32,008	201,924	6,490	7,912	199,962	496,640	4.97E+05
2015	3.03	3.16	12,811	47,970	12,098	49,273	310,843	9,991	12,180	307,823	762,989	7.63E+05
2016	4.06	4.32	17,167	64,281	16,212	67,438	425,437	13,674	16,670	421,304	1,042,182	1.04E+06
2017	5.10	5.55	21,566	80,755	20,366	86,549	546,001	17,550	21,394	540,696	1,334,877	1.33E+06
2018	6.15	6.84	26,010	97,394	24,563	106,656	672,846	21,627	26,364	666,309	1,641,768	1.64E+06
2019	7.21	8.19	30,498	114,199	28,801	127,810	806,300	25,916	31,593	798,467	1,963,584	1.96E+06
2020	8.29	9.62	35,031	131,172	33,082	150,067	946,707	30,429	37,095	937,510	2,301,092	2.30E+06
2021	9.37	11.12	39,609	148,315	37,405	173,483	1,094,429	35,177	42,883	1,083,797	2,655,098	2.66E+06
2022	10.46	12.70	44,233	165,629	41,772	198,119	1,249,848	40,173	48,973	1,237,706	3,026,451	3.03E+06
2023	11.57	14.36	48,903	183,117	46,182	224,039	1,413,364	45,428	55,380	1,399,633	3,416,045	3.42E+06
2024	12.68	16.11	53,620	200,779	50,637	251,309	1,585,399	50,958	62,121	1,569,996	3,824,818	3.82E+06
2025	13.81	17.95	58,384	218,618	55,136	280,000	1,766,397	56,776	69,213	1,749,236	4,253,758	4.25E+06
2026	14.95	19.89	63,195	236,635	59,680	310,185	1,956,825	62,896	76,674	1,937,814	4,703,905	4.70E+06
2027	16.10	21.92	68,055	254,833	64,269	341,943	2,157,174	69,336	84,524	2,136,217	5,176,352	5.18E+06
2028	17.26	24.06	72,964	273,212	68,905	375,356	2,367,961	76,111	92,784	2,344,957	5,672,250	5.67E+06
2029	18.43	26.32	77,921	291,775	73,586	410,510	2,589,731	83,239	101,473	2,564,572	6,192,808	6.19E+06
2030	19.61	28.69	82,928	310,524	78,315	447,495	2,823,055	90,739	110,616	2,795,629	6,739,300	6.74E+06
2031	20.81	31.18	87,985	329,461	83,090	486,407	3,068,535	98,629	120,234	3,038,724	7,313,065	7.31E+06
2032	22.02	33.81	93,093	348,587	87,914	527,347	3,326,804	106,930	130,354	3,294,484	7,915,513	7.92E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2:A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	C4E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2007			5	15	5	21	22	0	6	56	130	
Veh. Año 2007			1825	5475	1825	7665	8030	0	2190	20440		
FC*FP			2.32	3.34	2.19	1.94	13.48	8.67	2.11	5.68		
2013	1.00	1.00	4,228	18,267	3,993	14,889	108,239	0	4,627	116,102	270,343	2.70E+05
2014	2.01	2.05	8,498	36,716	8,025	30,553	222,116	0	9,494	238,253	553,656	5.54E+05
2015	3.03	3.16	12,811	55,350	12,098	47,033	341,927	0	14,616	366,768	850,604	8.51E+05
2016	4.06	4.32	17,167	74,170	16,212	64,373	467,980	0	20,004	501,979	1,161,884	1.16E+06
2017	5.10	5.55	21,566	93,179	20,366	82,615	600,601	0	25,673	644,234	1,488,234	1.49E+06
2018	6.15	6.84	26,010	112,377	24,563	101,808	740,131	0	31,637	793,901	1,830,426	1.83E+06
2019	7.21	8.19	30,498	131,768	28,801	122,001	886,930	0	37,912	951,365	2,189,274	2.19E+06
2020	8.29	9.62	35,031	151,352	33,082	143,246	1,041,378	0	44,514	1,117,033	2,565,635	2.57E+06
2021	9.37	11.12	39,609	171,132	37,405	165,597	1,203,872	0	51,460	1,291,333	2,960,408	2.96E+06
2022	10.46	12.70	44,233	191,110	41,772	189,114	1,374,833	0	58,767	1,474,713	3,374,541	3.37E+06
2023	11.57	14.36	48,903	211,288	46,182	213,855	1,554,700	0	66,456	1,667,648	3,809,032	3.81E+06
2024	12.68	16.11	53,620	231,668	50,637	239,886	1,743,938	0	74,545	1,870,634	4,264,927	4.26E+06
2025	13.81	17.95	58,384	252,251	55,136	267,272	1,943,036	0	83,055	2,084,196	4,743,331	4.74E+06
2026	14.95	19.89	63,195	273,041	59,680	296,086	2,152,507	0	92,009	2,308,885	5,245,402	5.25E+06
2027	16.10	21.92	68,055	294,038	64,269	326,401	2,372,891	0	101,429	2,545,280	5,772,363	5.77E+06
2028	17.26	24.06	72,964	315,245	68,905	358,295	2,604,758	0	111,340	2,793,991	6,325,497	6.33E+06
2029	18.43	26.32	77,921	336,664	73,586	391,850	2,848,704	0	121,768	3,055,660	6,906,154	6.91E+06
2030	19.61	28.69	82,928	358,297	78,315	427,155	3,105,360	0	132,739	3,330,962	7,515,756	7.52E+06
2031	20.81	31.18	87,985	380,147	83,090	464,298	3,375,388	0	144,281	3,620,607	8,155,797	8.16E+06
2032	22.02	33.81	93,093	402,215	87,914	503,377	3,659,484	0	156,425	3,925,343	8,827,851	8.83E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

CALCULO DEL EAL ACUMULADO SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2006

CARRETERA: CONOCOCHA-ANTAMINA

TRAMO : CONOCOCHA-ANTAMINA

SENTIDO A ANTAMINA

E-2

(NINANCOCHA)

Tasa de Crecimiento de Buses:

3.15

3.15

Tasa de Crecimiento de Camiones:

3.66

3.66

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 4E	C2E	C3E	2S3	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2007			1	4	6	5	1	8	13	38	
Veh. Año 2007			365	1460	2190	1825	365	2920	4745		
FC*FP			0.66	1.65	4.24	7.369	5.676	9.4611	9.231		
2008	1.00	1.00	240.90	2,409.00	9,285.60	13,448.43	2,071.74	27,626.41	43,801.10	98,883.17	1.17E+05
2009	2.03	2.04	489.39	4,893.88	18,911.05	27,389.06	4,219.31	56,263.95	89,205.31	201,371.95	2.39E+05
2010	3.10	3.11	745.70	7,457.04	28,888.80	41,839.93	6,445.47	85,949.62	136,271.32	307,597.88	3.65E+05
2011	4.19	4.23	1,010.09	10,100.94	39,231.73	56,819.69	8,753.12	116,721.79	185,059.94	417,697.30	4.95E+05
2012	5.33	5.38	1,282.81	12,828.12	49,953.21	72,347.72	11,145.22	148,620.22	235,634.23	531,811.53	6.31E+05
2013	6.49	6.58	1,564.12	15,641.20	61,067.10	88,444.07	13,624.88	181,686.13	288,059.54	650,087.04	7.71E+05
2014	7.70	7.82	1,854.29	18,542.90	72,587.75	105,129.55	16,195.29	215,962.26	342,403.62	772,675.65	9.16E+05
2015	8.94	9.10	2,153.60	21,536.00	84,530.06	122,425.72	18,859.77	251,492.89	398,736.68	899,734.73	1.07E+06
2016	10.22	10.44	2,462.34	24,623.39	96,909.46	140,354.92	21,621.78	288,323.94	457,131.54	1,031,427.37	1.22E+06
2017	11.54	11.82	2,780.80	27,808.02	109,741.95	158,940.34	24,484.88	326,503.01	517,663.65	1,167,922.65	1.39E+06
2018	12.91	13.25	3,109.30	31,092.98	123,044.11	178,205.98	27,452.77	366,079.43	580,411.23	1,309,395.79	1.55E+06
2019	14.31	14.74	3,448.14	34,481.40	136,833.12	198,176.74	30,529.28	407,104.35	645,455.38	1,456,028.41	1.73E+06
2020	15.76	16.28	3,797.66	37,976.57	151,126.81	218,878.44	33,718.39	449,630.78	712,880.14	1,608,008.78	1.91E+06
2021	17.26	17.87	4,158.18	41,581.83	165,943.65	240,337.81	37,024.22	493,713.68	782,772.65	1,765,532.03	2.09E+06
2022	18.80	19.53	4,530.07	45,300.66	181,302.79	262,582.60	40,451.05	539,410.01	855,223.23	1,928,800.40	2.29E+06
2023	20.40	21.24	4,913.66	49,136.63	197,224.07	285,641.55	44,003.30	586,778.83	930,325.49	2,098,023.53	2.49E+06
2024	22.04	23.02	5,309.34	53,093.43	213,728.07	309,544.45	47,685.56	635,881.35	1,008,176.50	2,273,418.71	2.70E+06
2025	23.73	24.86	5,717.49	57,174.88	230,836.12	334,322.21	51,502.59	686,781.02	1,088,876.85	2,455,211.15	2.91E+06
2026	25.48	26.77	6,138.49	61,384.88	248,570.32	360,006.82	55,459.32	739,543.61	1,172,530.84	2,643,634.30	3.14E+06
2027	27.28	28.75	6,572.75	65,727.51	266,953.60	386,631.50	59,560.87	794,237.32	1,259,246.56	2,838,930.12	3.37E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2 : A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 4E	C2E	C3E	2S3	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2007			2	4	6	5	0	10	12	39	
Veh. Año 2007			730	1460	2190	1825	0	3650	4380		
FC*FP			5.1552	2.2043	4.24	2.5685	5.9163	4.646	7.8004		
2008	1.00	1.00	3,763.30	3,218.28	9,285.60	4,687.51	0.00	16,957.90	34,165.75	72,078.34	8.60E+04
2009	2.03	2.04	7,645.14	6,537.93	18,911.05	9,546.59	0.00	34,536.46	69,581.97	146,759.14	1.75E+05
2010	3.10	3.11	11,649.25	9,962.15	28,888.80	14,583.51	0.00	52,758.39	106,294.42	224,136.53	2.67E+05
2011	4.19	4.23	15,779.50	13,494.24	39,231.73	19,804.77	0.00	71,647.25	144,350.55	304,308.04	3.63E+05
2012	5.33	5.38	20,039.85	17,137.59	49,953.21	25,217.14	0.00	91,227.44	183,799.53	387,374.76	4.62E+05
2013	6.49	6.58	24,434.40	20,895.70	61,067.10	30,827.60	0.00	111,524.26	224,692.35	473,441.41	5.65E+05
2014	7.70	7.82	28,967.38	24,772.19	72,587.75	36,643.40	0.00	132,563.95	267,081.84	562,616.52	6.71E+05
2015	8.94	9.10	33,643.15	28,770.79	84,530.06	42,672.07	0.00	154,373.69	311,022.79	655,012.55	7.82E+05
2016	10.22	10.44	38,466.21	32,895.35	96,909.46	48,921.38	0.00	176,981.67	356,571.97	750,746.04	8.96E+05
2017	11.54	11.82	43,441.19	37,149.83	109,741.95	55,399.41	0.00	200,417.10	403,788.26	849,937.74	1.01E+06
2018	12.91	13.25	48,572.88	41,538.33	123,044.11	62,114.54	0.00	224,710.27	452,732.66	952,712.79	1.14E+06
2019	14.31	14.74	53,866.22	46,065.07	136,833.12	69,075.45	0.00	249,892.56	503,468.43	1,059,200.84	1.26E+06
2020	15.76	16.28	59,326.30	50,734.39	151,126.81	76,291.12	0.00	275,996.53	556,061.13	1,169,536.28	1.40E+06
2021	17.26	17.87	64,958.38	55,550.81	165,943.65	83,770.89	0.00	303,055.90	610,578.71	1,283,858.34	1.53E+06
2022	18.80	19.53	70,767.86	60,518.93	181,302.79	91,524.41	0.00	331,105.65	667,091.65	1,402,311.30	1.67E+06
2023	20.40	21.24	76,760.35	65,643.56	197,224.07	99,561.72	0.00	360,182.01	725,672.95	1,525,044.67	1.82E+06
2024	22.04	23.02	82,941.60	70,929.61	213,728.07	107,893.19	0.00	390,322.58	786,398.34	1,652,213.38	1.97E+06
2025	23.73	24.86	89,317.55	76,382.17	230,836.12	116,529.59	0.00	421,566.28	849,346.27	1,783,977.99	2.13E+06
2026	25.48	26.77	95,894.35	82,006.49	248,570.32	125,482.09	0.00	453,953.51	914,598.09	1,920,504.85	2.29E+06
2027	27.28	28.75	102,678.32	87,807.97	266,953.60	134,762.25	0.00	487,526.11	982,238.13	2,061,966.37	2.46E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

CALCULO DEL EAL ACUMULADOS SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2006

CARRETERA:

TRAMO : CONOCOCHA - DV HUALLANCA

E-1 (PACHAPAQUI)

SENTIDO A ANTAMINA

Tasa de Crecimiento de Bus: 3.15 3.15

Tasa de Crecimiento de Camion: 3.66 3.66

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	2S2	2S3	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2007			5	1	4	10	5	0	1	11	30	67	
Veh. Año 2007			1825	365	1460	3650	1825	0	365	4015	10950		
FC*FP			0.6643	1.7136	1.65797	0.36723	7.36938	6.3191	5.676	9.46113	9.23103		
2008	1	1	1212.3475	625.46	2,420.64	1,340.39	13,449.12	0.00	2,071.74	37,986.44	101,079.78	160,185.91	1.60E+05
2009	2.03	2.04	2,462.88	1,270.63	4,917.52	2,729.84	27,390.47	0.00	4,219.31	77,363.18	205,859.08	326,212.91	3.26E+05
2010	3.10	3.11	3,752.81	1,936.12	7,493.06	4,170.14	41,842.08	0.00	6,445.47	118,181.11	314,473.30	498,294.09	4.98E+05
2011	4.19	4.23	5,083.37	2,622.57	10,149.73	5,663.16	56,822.62	0.00	8,753.12	160,492.97	427,062.80	676,650.34	6.77E+05
2012	5.33	5.38	6,455.85	3,330.65	12,890.08	7,210.82	72,351.45	0.00	11,145.22	204,353.45	543,773.08	861,510.59	8.62E+05
2013	6.49	6.58	7,871.55	4,061.03	15,716.75	8,815.12	88,448.63	0.00	13,624.88	249,819.23	664,754.95	1,053,112.14	1.05E+06
2014	7.70	7.82	9,331.86	4,814.41	18,632.47	10,478.14	105,134.97	0.00	16,195.29	296,949.05	790,164.76	1,251,700.94	1.25E+06
2015	8.94	9.10	10,838.16	5,591.53	21,640.03	12,202.03	122,432.03	0.00	18,859.77	345,803.82	920,164.57	1,457,531.93	1.46E+06
2016	10.22	10.44	12,391.91	6,393.13	24,742.32	13,989.02	140,362.16	0.00	21,621.78	396,446.67	1,054,922.37	1,670,869.36	1.67E+06
2017	11.54	11.82	13,994.60	7,219.97	27,942.34	15,841.41	158,948.53	0.00	24,484.88	448,943.06	1,194,612.31	1,891,987.10	1.89E+06
2018	12.91	13.25	15,647.78	8,072.87	31,243.16	17,761.59	178,215.17	0.00	27,452.77	503,360.81	1,339,414.89	2,121,169.04	2.12E+06
2019	14.31	14.74	17,353.03	8,952.63	34,647.96	19,752.05	198,186.96	0.00	30,529.28	559,770.26	1,489,517.26	2,358,709.42	2.36E+06
2020	15.76	16.28	19,112.00	9,860.10	38,160.01	21,815.37	218,889.72	0.00	33,718.39	618,244.28	1,645,113.37	2,604,913.23	2.60E+06
2021	17.26	17.87	20,926.37	10,796.16	41,782.68	23,954.20	240,350.20	0.00	37,024.22	678,858.46	1,806,404.30	2,860,096.59	2.86E+06
2022	18.80	19.53	22,797.90	11,761.70	45,519.47	26,171.31	262,596.14	0.00	40,451.05	741,691.12	1,973,598.47	3,124,587.16	3.12E+06
2023	20.40	21.24	24,728.38	12,757.66	49,373.97	28,469.57	285,656.28	0.00	44,003.30	806,823.45	2,146,911.95	3,398,724.56	3.40E+06
2024	22.04	23.02	26,719.67	13,784.99	53,349.89	30,851.95	309,560.42	0.00	47,685.56	874,339.63	2,326,568.71	3,682,860.81	3.68E+06
2025	23.73	24.86	28,773.69	14,844.68	57,451.05	33,321.52	334,339.45	0.00	51,502.59	944,326.89	2,512,800.90	3,977,360.76	3.98E+06
2026	25.48	26.77	30,892.41	15,937.75	61,681.39	35,881.48	360,025.39	0.00	55,459.32	1,016,875.69	2,705,849.20	4,282,602.63	4.28E+06
2027	27.28	28.75	33,077.87	17,065.25	66,044.99	38,535.13	386,651.44	0.00	59,560.87	1,092,079.78	2,905,963.05	4,598,978.38	4.60E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2:A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	2S2	2S3	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2007			5	1	4	10	4	0	2	13	26	65	
Veh. Año 2007			1825	365	1460	3650	1460	0	730	4745	9490		
FC*FP			5.1552	1.7136	2.2043	4.24	2.5685	2.677	5.9163	4.646	7.8004		
2008	1.00	1.00	9,408.24	625.46	3,218.28	15,476.00	3,750.01	0.00	4,318.90	22,045.27	74,025.80	132,867.96	1.60E+05
2009	2.03	2.04	19,112.84	1,270.63	6,537.93	31,518.42	7,637.27	0.00	8,795.87	44,897.40	150,760.94	270,531.30	3.25E+05
2010	3.10	3.11	29,123.13	1,936.12	9,962.15	48,148.00	11,666.80	0.00	13,436.70	68,585.91	230,304.58	413,163.40	4.96E+05
2011	4.19	4.23	39,448.75	2,622.57	13,494.24	65,386.21	15,843.82	0.00	18,247.38	93,141.43	312,759.53	560,943.93	6.74E+05
2012	5.33	5.38	50,099.63	3,330.65	17,137.59	83,255.35	20,173.71	0.00	23,234.13	118,595.67	398,232.32	714,059.05	8.57E+05
2013	6.49	6.58	61,086.01	4,061.03	20,895.70	101,778.49	24,662.08	0.00	28,403.40	144,981.54	486,833.42	872,701.67	1.05E+06
2014	7.70	7.82	72,418.46	4,814.41	24,772.19	120,979.59	29,314.72	0.00	33,761.86	172,333.14	578,677.32	1,037,071.69	1.25E+06
2015	8.94	9.10	84,107.88	5,591.53	28,770.79	140,883.44	34,137.65	0.00	39,316.45	200,685.80	673,882.70	1,207,376.25	1.45E+06
2016	10.22	10.44	96,165.52	6,393.13	32,895.35	161,515.77	39,137.10	0.00	45,074.33	230,076.17	772,572.61	1,383,829.97	1.66E+06
2017	11.54	11.82	108,602.97	7,219.97	37,149.83	182,903.25	44,319.53	0.00	51,042.95	260,542.23	874,874.56	1,566,655.29	1.88E+06
2018	12.91	13.25	121,432.20	8,072.87	41,538.33	205,073.51	49,691.63	0.00	57,230.02	292,123.34	980,920.77	1,756,082.67	2.11E+06
2019	14.31	14.74	134,665.56	8,952.63	46,065.07	228,055.20	55,260.36	0.00	63,643.54	324,860.33	1,090,848.26	1,952,350.93	2.34E+06
2020	15.76	16.28	148,315.76	9,860.10	50,734.39	251,878.02	61,032.90	0.00	70,291.79	358,795.49	1,204,799.10	2,155,707.55	2.59E+06
2021	17.26	17.87	162,395.95	10,796.16	55,550.81	276,572.76	67,016.71	0.00	77,183.37	393,972.67	1,322,920.55	2,366,408.96	2.84E+06
2022	18.80	19.53	176,919.66	11,761.70	60,518.93	302,171.32	73,219.53	0.00	84,327.18	430,437.34	1,445,365.24	2,584,720.90	3.10E+06
2023	20.40	21.24	191,900.87	12,757.66	65,643.56	328,706.79	79,649.38	0.00	91,732.45	468,236.62	1,572,291.40	2,810,918.72	3.37E+06
2024	22.04	23.02	207,353.99	13,784.99	70,929.61	356,213.46	86,314.55	0.00	99,408.76	507,419.35	1,703,863.06	3,045,287.76	3.66E+06
2025	23.73	24.86	223,293.88	14,844.68	76,382.17	384,726.87	93,223.68	0.00	107,366.02	548,036.17	1,840,250.24	3,288,123.70	3.95E+06
2026	25.48	26.77	239,735.88	15,937.75	82,006.49	414,283.87	100,385.67	0.00	115,614.51	590,139.56	1,981,629.20	3,539,732.93	4.25E+06
2027	27.28	28.75	256,695.80	17,065.25	87,807.97	444,922.66	107,809.80	0.00	124,164.90	633,783.94	2,128,182.62	3,800,432.94	4.56E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

CALCULO DEL EAL ACUMULADO SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2017

CARRETERA: CONOCOCHA - YANACANCHA

TRAMO : CONOCOCHA - YANACANCHA

SENTIDO : A YANACANCHA

E-2 (NINACOCOA - KM. 86)

Tasa de Crecimiento de Buses: 0.58 0.58

Tasa de Crecimiento de Camiones: 6.74 6.74

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	C4E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2017			4	10	9	5	1	1	43	73	
Veh. Año 2017			1460	3650	3285	1825	365	365	15695		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	2.31	1.83	4.81		
2018	1.00	1.00	3,153	12,578	4,928	10,388	843	668	75,444	108,003	1.08E+05
2019	2.01	2.07	6,325	25,229	10,189	21,476	1,742	1,381	155,974	222,316	2.22E+05
2020	3.02	3.21	9,515	37,953	15,804	33,311	2,702	2,142	241,930	343,359	3.43E+05
2021	4.03	4.42	12,724	50,751	21,798	45,944	3,727	2,955	333,681	471,580	4.72E+05
2022	5.06	5.72	15,951	63,623	28,196	59,428	4,821	3,822	431,615	607,457	6.07E+05
2023	6.09	7.11	19,197	76,570	35,025	73,821	5,989	4,748	536,150	751,500	7.52E+05
2024	7.12	8.59	22,462	89,592	42,314	89,184	7,235	5,736	647,731	904,255	9.04E+05
2025	8.16	10.16	25,746	102,690	50,094	105,583	8,566	6,790	766,833	1,066,302	1.07E+06
2026	9.21	11.85	29,049	115,863	58,399	123,087	9,986	7,916	893,961	1,238,261	1.24E+06
2027	10.27	13.65	32,370	129,113	67,264	141,771	11,502	9,118	1,029,659	1,420,796	1.42E+06
2028	11.32	15.57	35,712	142,440	76,726	161,714	13,120	10,400	1,174,502	1,614,613	1.61E+06
2029	12.39	17.62	39,072	155,844	86,825	183,001	14,847	11,769	1,329,108	1,820,467	1.82E+06
2030	13.46	19.80	42,452	169,326	97,606	205,723	16,690	13,231	1,494,134	2,039,162	2.04E+06
2031	14.54	22.14	45,852	182,886	109,113	229,977	18,658	14,790	1,670,283	2,271,559	2.27E+06
2032	15.62	24.63	49,271	196,524	121,396	255,865	20,758	16,455	1,858,304	2,518,574	2.52E+06
2033	16.72	27.29	52,711	210,242	134,506	283,498	23,000	18,232	2,058,998	2,781,188	2.78E+06
2034	17.81	30.13	56,170	224,039	148,501	312,993	25,393	20,129	2,273,219	3,060,444	3.06E+06
2035	18.92	33.16	59,649	237,917	163,438	344,477	27,947	22,154	2,501,878	3,357,460	3.36E+06
2036	20.03	36.40	63,148	251,875	179,382	378,082	30,674	24,315	2,745,949	3,673,425	3.67E+06
2037	21.14	39.85	66,668	265,913	196,401	413,953	33,584	26,622	3,006,470	4,009,612	4.01E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2:A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	C4E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2017			4	10	8	3	1	2	42	70	
Veh. Año 2017			1460	3650	2920	1095	365	730	15330		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	2.31	1.83	4.81		
2018	1.00	1.00	3,153	12,578	4,381	6,233	843	1,336	73,690	102,214	1.02E+05
2019	2.01	2.07	6,325	25,229	9,057	12,885	1,742	2,762	152,346	210,347	2.10E+05
2020	3.02	3.21	9,515	37,953	14,048	19,986	2,702	4,285	236,304	324,794	3.25E+05
2021	4.03	4.42	12,724	50,751	19,376	27,566	3,727	5,909	325,921	445,975	4.46E+05
2022	5.06	5.72	15,951	63,623	25,063	35,657	4,821	7,644	421,578	574,337	5.74E+05
2023	6.09	7.11	19,197	76,570	31,133	44,293	5,989	9,495	523,682	710,359	7.10E+05
2024	7.12	8.59	22,462	89,592	37,612	53,511	7,235	11,471	632,668	854,552	8.55E+05
2025	8.16	10.16	25,746	102,690	44,528	63,350	8,566	13,581	748,999	1,007,459	1.01E+06
2026	9.21	11.85	29,049	115,863	51,910	73,852	9,986	15,832	873,172	1,169,664	1.17E+06
2027	10.27	13.65	32,370	129,113	59,790	85,063	11,502	18,235	1,005,713	1,341,786	1.34E+06
2028	11.32	15.57	35,712	142,440	68,201	97,028	13,120	20,800	1,147,188	1,524,489	1.52E+06
2029	12.39	17.62	39,072	155,844	77,178	109,801	14,847	23,539	1,298,198	1,718,479	1.72E+06
2030	13.46	19.80	42,452	169,326	86,761	123,434	16,690	26,461	1,459,387	1,924,511	1.92E+06
2031	14.54	22.14	45,852	182,886	96,989	137,986	18,658	29,581	1,631,439	2,143,391	2.14E+06
2032	15.62	24.63	49,271	196,524	107,907	153,519	20,758	32,911	1,815,088	2,375,979	2.38E+06
2033	16.72	27.29	52,711	210,242	119,561	170,099	23,000	36,465	2,011,115	2,623,192	2.62E+06
2034	17.81	30.13	56,170	224,039	132,001	187,796	25,393	40,259	2,220,353	2,886,011	2.89E+06
2035	18.92	33.16	59,649	237,917	145,278	206,686	27,947	44,308	2,443,695	3,165,481	3.17E+06
2036	20.03	36.40	63,148	251,875	159,451	226,849	30,674	48,631	2,682,090	3,462,717	3.46E+06
2037	21.14	39.85	66,668	265,913	174,579	248,372	33,584	53,245	2,936,552	3,778,913	3.78E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

Anexo N° 6: Calculo de proyecciones de Ejes Equivalentes a partir del año 2018

CALCULO DEL EAL ACUMULADO SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2018

CARRETERA: CONOCOCHA-ANTAMINA

TRAMO : CONOCOCHA-ANTAMINA

SENTIDO : A ANTAMINA E-1 (PACHAPAQUI)

Tasa de Crecimiento de Bus: 0.58 0.58

Tasa de Crecimiento de Camiones 6.74 6.74

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2018			9	19	26	25	8	55	142	
Veh. Año 2018			3285	6935	9490	9125	2920	20075		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	1.83	4.81		
2019	1.00	1.00	7,095	23,898	14,238	51,939	5,344	96,499	199,013	1.99E+05
2020	2.01	2.07	14,232	47,935	29,435	107,378	11,049	199,501	409,530	4.10E+05
2021	3.02	3.21	21,410	72,111	45,657	166,554	17,138	309,446	632,315	6.32E+05
2022	4.03	4.42	28,629	96,427	62,972	229,718	23,638	426,801	868,185	8.68E+05
2023	5.06	5.72	35,890	120,884	81,454	297,140	30,576	552,066	1,118,010	1.12E+06
2024	6.09	7.11	43,194	145,483	101,182	369,105	37,981	685,774	1,382,719	1.38E+06
2025	7.12	8.59	50,540	170,225	122,240	445,922	45,885	828,493	1,663,305	1.66E+06
2026	8.16	10.16	57,928	195,110	144,717	527,915	54,322	980,832	1,960,825	1.96E+06
2027	9.21	11.85	65,359	220,140	168,708	615,435	63,328	1,143,439	2,276,410	2.28E+06
2028	10.27	13.65	72,834	245,315	194,317	708,854	72,941	1,317,005	2,611,266	2.61E+06
2029	11.32	15.57	80,351	270,636	221,652	808,570	83,202	1,502,270	2,966,681	2.97E+06
2030	12.39	17.62	87,913	296,103	250,829	915,006	94,154	1,700,022	3,344,027	3.34E+06
2031	13.46	19.80	95,518	321,719	281,973	1,028,616	105,844	1,911,102	3,744,771	3.74E+06
2032	14.54	22.14	103,167	347,483	315,216	1,149,883	118,323	2,136,408	4,170,480	4.17E+06
2033	15.62	24.63	110,861	373,396	350,699	1,279,324	131,642	2,376,901	4,622,823	4.62E+06
2034	16.72	27.29	118,599	399,460	388,574	1,417,489	145,859	2,633,602	5,103,584	5.10E+06
2035	17.81	30.13	126,382	425,675	429,002	1,564,966	161,035	2,907,606	5,614,666	5.61E+06
2036	18.92	33.16	134,210	452,042	472,154	1,722,384	177,233	3,200,077	6,158,100	6.16E+06
2037	20.03	36.40	142,084	478,562	518,215	1,890,411	194,523	3,512,260	6,736,056	6.74E+06
2038	21.14	39.85	150,003	505,235	567,381	2,069,763	212,978	3,845,485	7,350,847	7.35E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2: A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2018			7	18	19	26	10	50	130	
Veh. Año 2018			2555	6570	6935	9490	3650	18250		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	1.83	4.81		
2018	1.00	1.00	5,519	22,640	10,405	54,016	6,681	87,726	186,986	1.87E+05
2019	2.01	2.07	11,069	45,412	21,510	111,673	13,811	181,365	384,840	3.85E+05
2020	3.02	3.21	16,652	68,315	33,365	173,216	21,423	281,314	594,285	5.94E+05
2021	4.03	4.42	22,267	91,352	46,018	238,907	29,547	388,001	816,092	8.16E+05
2022	5.06	5.72	27,915	114,522	59,524	309,025	38,220	501,878	1,051,084	1.05E+06
2023	6.09	7.11	33,595	137,826	73,941	383,870	47,476	623,431	1,300,139	1.30E+06
2024	7.12	8.59	39,309	161,266	89,329	463,759	57,357	753,176	1,564,195	1.56E+06
2025	8.16	10.16	45,055	184,841	105,754	549,032	67,903	891,666	1,844,252	1.84E+06
2026	9.21	11.85	50,835	208,554	123,287	640,053	79,160	1,039,490	2,141,379	2.14E+06
2027	10.27	13.65	56,648	232,404	142,001	737,209	91,176	1,197,278	2,456,715	2.46E+06
2028	11.32	15.57	62,495	256,392	161,976	840,913	104,002	1,365,700	2,791,478	2.79E+06
2029	12.39	17.62	68,376	280,519	183,298	951,606	117,693	1,545,474	3,146,967	3.15E+06
2030	13.46	19.80	74,292	304,786	206,057	1,069,761	132,306	1,737,365	3,524,566	3.52E+06
2031	14.54	22.14	80,241	329,194	230,350	1,195,879	147,904	1,942,189	3,925,757	3.93E+06
2032	15.62	24.63	86,225	353,744	256,280	1,330,497	164,553	2,160,819	4,352,118	4.35E+06
2033	16.72	27.29	92,244	378,436	283,958	1,474,189	182,324	2,394,184	4,805,334	4.81E+06
2034	17.81	30.13	98,297	403,271	313,501	1,627,565	201,294	2,643,278	5,287,206	5.29E+06
2035	18.92	33.16	104,386	428,250	345,036	1,791,279	221,541	2,909,161	5,799,653	5.80E+06
2036	20.03	36.40	110,510	453,374	378,696	1,966,027	243,154	3,192,964	6,344,725	6.34E+06
2037	21.14	39.85	116,669	478,644	414,625	2,152,554	266,223	3,495,896	6,924,610	6.92E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

CALCULO DEL EAL ACUMULADO SEGÚN LAS CARGAS REALES ACTUANTES SOBRE EL PAVIMENTO - 2018

CARRETERA: CONOCOCHA-ANTAMINA

TRAMO : CONOCOCHA-ANTAMINA

SENTIDO : A ANTAMINA E-2 (NINACUCHA)

Tasa de Crecimiento de Bus: 0.58 0.58

Tasa de Crecimiento de Camiones 6.74 6.74

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2018			7	11	13	9	16	40	96	
Veh. Año 2018			2555	4015	4745	3285	5840	14600		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	1.83	4.81		
2019	1.00	1.00	5,519	13,836	7,119	18,698	10,689	70,181	126,041	1.26E+05
2020	2.01	2.07	11,069	27,752	14,718	38,656	22,098	145,092	259,384	2.59E+05
2021	3.02	3.21	16,652	41,748	22,829	59,959	34,277	225,052	400,516	4.01E+05
2022	4.03	4.42	22,267	55,826	31,486	82,698	47,276	310,401	549,954	5.50E+05
2023	5.06	5.72	27,915	69,986	40,727	106,970	61,151	401,503	708,252	7.08E+05
2024	6.09	7.11	33,595	84,227	50,591	132,878	75,962	498,745	875,998	8.76E+05
2025	7.12	8.59	39,309	98,551	61,120	160,532	91,771	602,541	1,053,823	1.05E+06
2026	8.16	10.16	45,055	112,959	72,358	190,050	108,645	713,333	1,242,399	1.24E+06
2027	9.21	11.85	50,835	127,450	84,354	221,557	126,657	831,592	1,442,444	1.44E+06
2028	10.27	13.65	56,648	142,024	97,159	255,188	145,882	957,822	1,654,723	1.65E+06
2029	11.32	15.57	62,495	156,684	110,826	291,085	166,404	1,092,560	1,880,054	1.88E+06
2030	12.39	17.62	68,376	171,428	125,415	329,402	188,308	1,236,379	2,119,309	2.12E+06
2031	13.46	19.80	74,292	186,258	140,986	370,302	211,689	1,389,892	2,373,419	2.37E+06
2032	14.54	22.14	80,241	201,174	157,608	413,958	236,646	1,553,751	2,643,378	2.64E+06
2033	15.62	24.63	86,225	216,177	175,350	460,557	263,285	1,728,655	2,930,248	2.93E+06
2034	16.72	27.29	92,244	231,266	194,287	510,296	291,719	1,915,347	3,235,159	3.24E+06
2035	17.81	30.13	98,297	246,443	214,501	563,388	322,070	2,114,622	3,559,321	3.56E+06
2036	18.92	33.16	104,386	261,708	236,077	620,058	354,466	2,327,329	3,904,024	3.90E+06
2037	20.03	36.40	110,510	277,062	259,108	680,548	389,046	2,554,371	4,270,645	4.27E+06
2038	21.14	39.85	116,669	292,505	283,691	745,115	425,957	2,796,717	4,660,653	4.66E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado

SENTIDO 2: A CONOCOCHA

AÑO	Fca de Buses	Fca de camiones	BUS 2E	BUS 3E	C2E	C3E	3S2	3S3	TOTAL	TOTAL
Traf Total 2018			3	14	11	8	8	45	89	
Veh. Año 2018			1095	5110	4015	2920	2920	16425		
FC*FP			2.16	3.45	1.50	5.69	1.83	4.81		
2019	1.00	1.00	2,365	17,609	6,024	16,620	5,344	78,953	126,916	1.27E+05
2020	2.01	2.07	4,744	35,320	12,453	34,361	11,049	163,228	261,156	2.61E+05
2021	3.02	3.21	7,137	53,134	19,316	53,297	17,138	253,183	403,206	4.03E+05
2022	4.03	4.42	9,543	71,051	26,642	73,510	23,638	349,201	553,585	5.54E+05
2023	5.06	5.72	11,963	89,073	34,461	95,085	30,576	451,690	712,848	7.13E+05
2024	6.09	7.11	14,398	107,198	42,808	118,114	37,981	561,088	881,586	8.82E+05
2025	7.12	8.59	16,847	125,429	51,717	142,695	45,885	677,858	1,060,431	1.06E+06
2026	8.16	10.16	19,309	143,766	61,226	168,933	54,322	802,499	1,250,056	1.25E+06
2027	9.21	11.85	21,786	162,209	71,377	196,939	63,328	935,541	1,451,180	1.45E+06
2028	10.27	13.65	24,278	180,758	82,211	226,833	72,941	1,077,550	1,664,572	1.66E+06
2029	11.32	15.57	26,784	199,416	93,776	258,742	83,202	1,229,130	1,891,050	1.89E+06
2030	12.39	17.62	29,304	218,182	106,120	292,802	94,154	1,390,927	2,131,488	2.13E+06
2031	13.46	19.80	31,839	237,056	119,296	329,157	105,844	1,563,629	2,386,822	2.39E+06
2032	14.54	22.14	34,389	256,040	133,361	367,963	118,323	1,747,970	2,658,045	2.66E+06
2033	15.62	24.63	36,954	275,134	148,373	409,384	131,642	1,944,737	2,946,223	2.95E+06
2034	16.72	27.29	39,533	294,339	164,397	453,596	145,859	2,154,766	3,252,490	3.25E+06
2035	17.81	30.13	42,127	313,655	181,501	500,789	161,035	2,378,950	3,578,057	3.58E+06
2036	18.92	33.16	44,737	333,083	199,758	551,163	177,233	2,618,245	3,924,218	3.92E+06
2037	20.03	36.40	47,361	352,624	219,245	604,931	194,523	2,873,668	4,292,353	4.29E+06
2038	21.14	39.85	50,001	372,279	240,046	662,324	212,978	3,146,306	4,683,934	4.68E+06

Fca: Factor de crecimiento acumulado