



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Fibra de acero en concreto de pavimento rígido Av. Campoy, tramo
Gran Chimú-Puente Huaycoloro, San Juan de Lurigancho, Lima,
2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Delgado Chavez, Edgar Honorato (orcid.org/0000-0001-7558-3405)

Zegarra Aliaga, German Felipe (orcid.org/0000-0001-8220-4186)

ASESOR:

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto (orcid.org/0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Nuestra convicción y fortaleza, es gracias a nuestras familias, es por ello que nuestra investigación es dedicada especialmente ellas, ya que día con día a pesar de las dificultades han continuado a nuestro lado apoyándonos y dándonos aliento de no desistir de nuestras metas y sueños.

Agradecimiento

Estamos agradecidos por las oportunidades de salud y vida que nuestro divino señor nos ha brindado durante estos momentos duros que todas las personas están pasando alrededor del mundo, asimismo, agradecemos a nuestras queridas familias por la paciencia y comprensión que nos han brindado durante este largo periodo de aprendizaje para alcanzar nuestro grado profesional.

De igual, pero no menos importante a nuestros queridos profesores que nos han inculcado su sabiduría y experiencia durante toda la carrera.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1 Tipo y diseño de investigación	14
3.2 Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN.....	22
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	31
ANEXOS	36

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen las configuraciones vehiculares de vehículos pesados y su impacto en la vía	19
---	----

Índice de figuras

Figura 1: Estructura de pavimentación estudiada.	18
Figura 2: Datos de entrada para el diseño	19
Figura 3: Datos de entrada de condición de la subrasante	20
Figura 4: Cargas de camión	20
Figura 5: Factor seguridad global debido a las cargas de flexión	21
Figura 6: Factor seguridad global debido a cargas de punzonamiento.	21

Resumen

La investigación “Fibra de acero en concreto de pavimento rígido Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019”, pretendió en proponer un diseño de pavimento rígido a base de concreto con adiciones de fibras de acero en el Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019, por otra parte, la metodología establecida para este estudio fue de manera cualitativa, descriptiva y pre-experimental, donde se establecerá tanto la inspección del terreno como el uso de programa PAVE 2008 para simular un diseño de infraestructura resistente a las cargas de camiones pesados, por lo que, los datos recogidos para ello fueron a través de los expedientes técnicos de la obra en la Avenida mencionada.

Finalmente, los hallazgos producidos a partir del estudio señalaron que el diseño de pavimento ante pesadas cargas de camión constituye un factor de seguridad global de flexión aceptable, al igual que el factor mínimo de punzonamiento, por lo tanto, la propuesta de diseño estructural, consistió en utilizar una dosificación de 25kg/m³ de fibras de acero Wirand FF1 debido a que demuestra una resistencia a la flexión de un porcentaje de 57.

Palabras clave: *Pavimento rígido, concreto con fibras de acero, Programa PAVE 2008.*

Abstract

The research "Steel fiber in concrete rigid pavement Av. Campoy, Gran Chimú-Puente Huaycoloro section, San Juan de Lurigancho District, Lima, 2019", aimed at proposing a rigid pavement design based on concrete with steel fiber additions in San Juan de Lurigancho District, Lima, 2019, on the other hand, the methodology established for this study was qualitative, descriptive and pre-experimental, where both the field inspection and the use of PAVE 2008 program will be established to simulate an infrastructure design resistant to heavy truck loads, therefore, the data collected for this purpose were through the technical files of the work on the aforementioned Avenue.

Finally, the findings produced from the study indicated that the pavement design to heavy truck loads constitutes an acceptable overall bending safety factor, as well as the minimum punching shear factor, therefore, the structural design proposal consisted of using a dosage of 25kg/m³ of Wirand FF1 steel fibers because it demonstrates a bending resistance of a percentage of 57.

Keywords: *Rigid pavement, steel fiber concrete, PAVE 2008 Program.*

I. INTRODUCCIÓN

El continuo mejoramiento y avance del transporte a través del tiempo ha conllevado a mejorar las construcciones de pavimentos por donde estos circulan a diario; lograr mantenerlas a lo largo del tiempo será indispensable, por lo que se buscará nuevas alternativas de aplicación que ayuden al mejoramiento de estas bases de pavimentos.

En la Europa del siglo XIX, aparecía por primera vez en calles británicas el pavimento; por otro lado, en calles francesas se desarrollaron las primeras vías a base de piedras grandes, sin embargo, con la llegada de la Era industrial, se llegó a evaluar mejor la realización de vías pavimentadas a base de pequeños fragmentos de piedras (adoquín). Con las apariciones de los automóviles se fomentó la realización de vías extensas y aptas para su movilización, muy aparte, se iba implementando el uso del alquitrán en las calles pavimentadas de Londres y Madrid (Arkiplus, 2021).

Por otro lado, con los avances tecnológicos, el país estadounidense comenzó a fabricar nuevas capas asfálticas altamente flexibles al tránsito de automóviles, por lo que, estas construcciones han sido unos de los pilares con más resistencia vistos en el mundo, debido a los largos periodos de 50 años que llevan en funcionamiento; una de las características que la destacaron aparte de su resistencia, fue que sus condiciones permanecen intactas al entorno con el compiten (ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CEMENTO, 2017).

Sin embargo, Perú siendo un países con mayor riesgo sísmico y distintos escenarios geográficos, hace que deba utilizar diferentes pavimentos, entre los cuales está las losas rígidas, las cuales se encuentran compuestas por concretos resistentes a las compresiones, flexiones y tracciones muy distinto a los flexibles, los cuales dejan hoyos, rajaduras y otros durante periodos cortos, afectando así su durabilidad, estabilidad y eficiencia, por lo que será necesario modificar o reforzar estas estructuras y así prolongar su periodo de vida útil (ASOCEM, ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CEMENTO, 2017).

Conociendo las dificultades geográficas de nuestro país y el aumento de expansión de vehículos, ha conllevado a que constantemente estas estructuras se desgasten con el tiempo presentando diversos inconvenientes como deformaciones en la pavimentación, tales como la piel de cocodrilo, parches y grietas longitudinales, fallas múltiples y afloramiento de materiales, como

también la presencia de agrietamientos profundos a nivel de la carpeta asfáltica, el cual no ha sido ajeno a la pavimentación de la Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro, en SJL, es así que esta investigación pretende proponer un diseño de pavimento rígido a base de concreto con adiciones de fibras metálicas, el cual ayude al mejoramiento de la pavimentación señalada, proporcionando así un mejor estado en los pavimentos para el tránsito vehicular como de personas.

Reconociendo la problemática del estudio, formulamos las siguientes preguntas, como parte del problema general fue ¿De qué manera influye las adiciones de fibras de acero en el concreto del pavimento rígido de la Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019?, por otro parte, las interrogantes de los problemas específicos fueron las siguientes, ¿Cuál es la resistencia que presenta la adición de fibras de acero en concreto de pavimento rígido?, ¿Cuál es la dosificación adecuada de fibras de acero para el diseño estructural del pavimento rígido?, ¿Cuál es la capacidad a flexión que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido? y ¿Cuál es la capacidad cortante por punzonamiento que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido?

Parte de la justificación teórica, se apoya en la aplicación de las pautas generadas en el manual de carreteras, así como la de los materiales y otras normativas que se encuentren conectadas al tema estudiado que es fomentar la aplicación de las fibras de acero el cual ayudará a realizar mejoras en los componentes del concreto aumentando la resistencia del pavimento rígido, por lo que, su aplicación controlará a que no se produzcan fisuraciones o grietas que se dispersen, el cual guardaría relación las aportaciones de (Bernal, 2010), quien estableció que es la encargada en demostrar cual es la razón del estudio, así como los beneficios y soluciones que proporcionará (p. 106).

Sin embargo, la justificación práctica, determinará en presentar una alternativa que solucione los problemas producidos en el pavimento rígido de la Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro de SJL, por lo que, tendría afinidad con el estudio de (Hernandez, R., Fernández, C. & Baptista, M., 2014), quienes señalaron que estas solucionarán dificultades presentadas en la investigación (pág. 40).

Dentro del marco de la justificación metodológica, se pretenderá alcanzar o proponer diferentes métodos o estrategias que lleguen a proporcionar conocimientos confiables (Hernández, 2018, pág. 45), por lo tanto, para el desarrollo de esta parte, se establecerá alcanzar los objetivos propuestos en la investigación así como recopilar información a través de guías de observaciones, los cuales serán establecidos en tablas estadísticas que ayuden a medir la cantidad o proporción favorable de la aplicación de la fibra de acero, otorgando así hallazgos válidos y sólidos.

Finalmente, en la sección de los objetivos, se establecerá cual es la finalidad del estudio, la cual comprende en establecer de qué manera las fibras de aceros influyen en un diseño de pavimento rígido a base de concreto en la Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019, asimismo, los objetivos específicos que la componen serán el determinar la resistencia que presenta la adición de fibras de acero en concreto de pavimento rígido en la Av. Campoy, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima 2019, determinar la dosificación adecuada de fibras de acero en concreto de pavimento rígido para el diseño estructural, determinar la capacidad a flexión que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido y determinar la capacidad cortante por punzonamiento que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de la siguiente sección, se contempló la búsqueda de estudios específicos relacionados al tema con el fin de conocer las cantidades características, propiedades, especificaciones técnicas que conllevan la aplicación de las fibras de aceros en pavimentos rígidos a base de concreto. Por lo que se contemplará 5 estudios de origen extranjero como nacional.

Entre los estudios extranjeros, tenemos la investigación de los autores Carrera y Zea (2018), el cual contempló realizar evaluaciones mecánicas de hormigones con distintas proporciones de fibras de acero Dramix 3D en las pavimentaciones rígidas; entre los hallazgos alcanzados, se determinó que a medida que se aumenten las cantidades de estas fibras aumentará las capacidades residuales de los hormigones, asimismo, el aumento de las proporciones de estos ocasionará mayor resistencia ante las flexiones de los hormigones, sin embargo, una de proporción de fibras metálicas de 25kg/m³ tendrá una doble resistencia ante esta falla, muy diferente a aquellas a las que no usan las fibras de acero, por lo que, se evidenció que las fibras de acero Dramix 3D controlan a que se ocasionen grietas en los hormigones, así como también aumentará 4 veces las capacidades residuales del hormigón si se agregan a 25kg/m³, permitiendo resistir las cargas a lo largo de tiempo pese a presentar una deformación en el hormigón.

Muy distinto fue la tesis de Robalino y López (2017), que estableció proporcionar las cantidades favorables de fibras de acero para la aplicación de estas en pavimentos rígidos a base de hormigones de cementos portland con módulos de rotura MR=4,5 MPA; con respecto a los hallazgos, se estableció que las cantidades favorables para adicción de estas fibras en pavimentaciones rígidas con MR=4,5 MPA son de 20kg/m³, por otra parte, se observó que componentes y agregados cumplieron con las normas técnicas establecidas, por lo que, se concluyó que la adicción de estas fibras proporcionaría menos esfuerzo en la construcción, así como reducción de aire ocluido hasta en 0.5%, obteniendo una temperatura optima de 32°C permitida por las normas ASTM; sin embargo, el estado de resistencia que se ajusta al diseño de compresión $f_c=350\text{kg/cm}^2$, alcanzaría una resistencia de 5,99% en los 28 días siguientes, el cual se encontraría muy por debajo que de la flexión.

Por otro lado, los estudios de Rodriguez (2016), realizará una comparación entre las propiedades mecánicas tanto de compresión y flexión en hormigones sin

refuerzos y otros reforzados con fibras de acero Dramix; en cuanto a los hallazgos, se observó que las fibras de acero son una buena alternativa a las ya tradicionales, debido a que estas controlaran mejor las fisuras, aumentando así la resistencia de los rompimientos del pavimentos, asimismo, la adición de estas, reducirá los parámetros de revenimientos de entre 3 a 4 centímetros, por otro lado, durante los ensayos se demostró que las variaciones de las fibras de acero Dramix mezclado con hormigones sin refuerzos arrojó un 10% de resistencia, a diferencia de las variaciones de 7 días que arrojaron un 21% distinto al de 14 días con un 18%, por lo que, se concluye que transcurriendo los días la resistencia de compresión de los hormigones se llega a estabilizar.

Asimismo las aportaciones de Cando (2016), condujo al análisis de las propiedades físico mecánicas del concreto a partir del reciclamiento de fibras de acero; los hallazgos de la investigación demostraron que el concreto es útil ya que tiene una mayor resistencia a las compresiones, sin embargo, no soporta las tracciones y flexiones, muy diferente son las fibras de acero que ayudan a disminuir las fisuraciones producidas por las contracciones y la resistencia de esas particularidades, por otro lado, el reciclamiento de fibras está compuesto de recolección de virutas metálicas las cuales son proporcionadas por una máquina que desgasta este elemento, añadiendo que el mercado existen diferentes variedades de fibras comerciales, las cuales tienen distinto uso así como su utilización.

Finalmente, como estudio del exterior tenemos las aportaciones de Guzmán (2015), el cual determinó realizar un análisis de modelo donde se detalle las magnitudes de la mezcla del concreto con las fibras de acero versus la comparación de un pavimento de concreto tradicional; en cuanto a los hallazgos proporcionados por la ROM 4.1-94, señalaron que tanto las capacidades de cargas entre los pavimentos a base de concreto adheridas con fibras de acero tienen las mismas capacidades que la de una construcción tradicional, por otra parte, bajo las pruebas de TR-34 de la ROM que compara los niveles de carga, se evidenció que los ensayos realizados concuerdan con el modelo de suelo, demostrando que en las curvas de carga-flecha hay transmisión de cargas de manera directa en los apoyos, por lo que, los valores de las últimas cargas calculadas con la TR-34 solo establecerían que estos valores son parecidos a los ya conseguidos, asimismo, los mecanismos de fallos en los pavimentos a

base de fibras de acero mezclados con concreto fueron parecidas a la hipótesis planteada, ya que estipula que las líneas de rotura provocan fisuraciones debido a las flexiones positivas, demostrando así que las roturas en pavimentaciones de fibras de acero mezclados con concreto son más altas que las que no contienen las fibras, debido a que estas son mejores absorbiendo las energías pesadas que los hormigones tradicionales, demostrando así su resistencia ante las flexiones.

Entre los estudios de origen nacional, tenemos la tesis de Ñaupá y Sosa (2019), pretendió hacer una evaluación de la influencia acerca del comportamiento mecánico que tiene el concreto mezclado con fibras de acero; los hallazgos encontrados en esta investigación indican que el concreto mezclado con fibras de aceros con aditivos plastificantes ayudarán de manera parcial en su construcción, muy diferente será en aquellas con concentraciones de 90 kilos por m³ de concreto, ya que perdería su fácil manejo y contracción de esta, el cual generaría formaciones de bolas de fibras causando deficiencias en el concreto ante cargas pequeñas, asimismo, se demostró que estos elementos en el concreto presenta aumento de resistencia con proporciones de 90 kilos por metro cúbico de hasta un 28.1% frente cargas axiales, en cuanto a las flexiones se demostró que este aumenta hasta el 80% en las mismas proporciones antes señaladas, observando así una mayor capacidad dúctil en el concreto así como su fortaleza.

Muy diferente fueron los estudios de Capani y De la Cruz (2019), quienes establecieron realizar un análisis de comportamiento de hormigones sin refuerzos y otros con fibras metálicas; en relación a los hallazgos encontrados en la investigación, luego de haber realizado el diseño de mezcla $f'c = 2010$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm², con los agregados recogidos de la cantera mencionada, adicionando fibras de acero así como sin aquellas, las cuales fueron evaluadas a través de probetas las cuales fueron ensayadas y curadas bajo un periodo de 28 días estipulada en las normas vigentes del país, los que concluyeron que los concretos tanto de $f'c = 210$ como 280 kg por centímetro cuadrado en conjunto con las adiciones de fibras metálicas presentan mejores resultados a la resistencia de compresión que una que no cuenta con estas fibras.

Por otro lado, tenemos la investigación de Cruz y Jurado (2019), el contempló determinar de qué manera influye las fibras de metálicas en los diseño de hormigones para optimizar la espesura de la pavimentación de losas cortas, en cuanto los hallazgos proporcionados, se evidenció que las fibras metálicas DRAMIX RC – 65/35- Bn, ayudarán a incrementar la resistencia a las compresiones durante los 28 días teniendo un 13.7% de ductilidad, asimismo otro de sus beneficios será la disminución del porcentaje de grietas a lo largo de 20 años, por lo que, un concreto con la adición de esta fibras con un 3% de agrietamiento a diferencia de aquellas que no poseen estos elementos tendrían un 4%, lo que significaría que esta tienen mejores condiciones con la adición de las fibras, otros de los beneficio sería que contempla mejores condiciones de vida útil ante un alto transito ante distintos climas y ambientes sin provocarles daños agresivos a las construcciones.

Asimismo, tenemos la investigación de Cusquisiván y Sáenz (2016), el cual consistió en realizar comparaciones en donde se evaluaría la resistencia a las flexiones entre concretos con adiciones de fibras metálicas u otras de construcción tradicional; en cuanto a los hallazgos proporcionados por el estudio señalaron que para evaluar mejor las resistencia de estas ante las flexiones, se llegó a fabricar vigas de 0.15*0.15*0.53m, los cuales se sometieron a evaluación durante 14 a 28 días, por otra parte, se evaluó la resistencia del diseño inicial y otras con adiciones de fibras metálicas especialmente para un $f'c=210$ kg/cm² de distintas cantidades, en donde se logró evidenciar que una viga con concreto de construcción habitual llegó a obtener una resistencia de hasta 34.97 kg/cm² en flexiones y que al agregar 0.8% de la fibras metálicas se obtuvo el aumento de resistencia de hasta un 8.03% en el diseño inicial, sin embargo en una diseño de construcción tradicional se observa un 43.10kg/cm² ante una flexión, que al adicionar el 0.8% de fibras metálicas su resistencia alcanzará un 7.82% del diseño inicial, asimismo sumándole un 1% de estas fibras su resistencia bajara a 14.09% y que al sumarle 1.2 aun seguirá disminuyendo a un 9.4%.

Como parte final de las aportaciones nacionales tenemos la tesis de la PUCP del investigador Montalvo (2015), el cual pretendió facilitar todo un conjunto de materiales de información donde se contemple criterios y otras alternativas metodológicas para el análisis, desarrollo y construcción de pavimentaciones adicionadas con fibras de metálicas, por otro lado, se

establecerá comparaciones entre las propiedades mecánicas ante las flexiones, compresiones, módulos elásticos y físicas del hormigón con adiciones de fibras metálicas de Wirand FF1 y otras sin estas, contemplando la espesura de estos, asimismo, se contemplará el factor económico de la construcción de la obra; en cuanto a los hallazgos, se evidenció que existen distintos parámetros en las construcciones del concreto así como sus características, los cuales fueron establecidos a través del sistema PAVE 2008, el cual indica la resistencia del hormigón ante las compresiones y módulos de roturas, por otra parte, en cuanto al factor financiero, será beneficioso ya se ahorrará efectivo y mano de obra para su ejecución, ya que estas pavimentaciones con adiciones de fibras tiene una espesura baja a diferencia del tradicional, por lo que evitaría utilizar cantidades grandes de concreto.

Por último, se procedió a la búsqueda de teorías empíricas de literatura de fuentes confiables como Scopus, Social Sciences Citation index u otros; los cuales facilitarán reconocer los distintos términos de la ingeniería civil en relación a la pavimentación y fibras de acero.

Hablar de fibras de acero en pavimentos es principalmente referirnos a pavimentaciones en carreteras, en cuanto a ello, el autor Korochkin (2018), señaló que la pavimentación de las carreteras es uno de los factores que influyen en la seguridad del tráfico; sin embargo, debido las constantes cargas de nivel alto a las que estas están expuestas se ocasionaran daños superficiales que requieran de una intervención veloz y sin contratiempos que eviten la interrupción del tráfico (Pacheco, Cerro, Escolano y Varela, 2018).

Por lo tanto, hablar de estos fragmentos pequeños de aceros, referirnos a una composición con un aspecto de 20 y 100, el cual tiene distintas divisiones transversales. Según las normas ASTM 820, clasificó a las fibras de acero en cuatro tipos según su base de manufactura, entre las cuales están las de tipo I, las cuales son fibras de alambres fabricadas de frío por acero, por otro lado, tenemos la de Tipo II, las cuales fibras de acero cortadas de chapas de otros aceros, en cuanto, al Tipo III, estas fibras son extraídas de fundición fabricadas con una rueda centrifuga, y, por último, está la de Tipo IV, que son originalmente otras fibras.

Por otro lado, para establecer los volúmenes de estas, el autor Kosmatka y Wilson (2016), señaló que los volúmenes utilizados de este material en el

Concreto tendrá un peso total de entre el 0.25% al 2%, siendo estas influyentes en las propiedades mecánicas del concreto. Asimismo, uno de los beneficios que conlleva su aplicación, los investigadores Chan, Santana, Oda, Paniguel, Vieira, Figueiredo, Galobardes (2019), señalaron que una de las ventajas que ofrece adición de estas fibras son que proporcionan una mejor distribución del refuerzo, reducción de agrietamientos, así como el aumento de la absorción de energía del compuesto y el mejoramiento de la resistencia residual, la cual se diferencia de las barras de acero habituales, además de ahorrar la cantidad de material como el cemento. En cuanto a las propiedades, veremos la reología del concreto en su estado fresco, el cual evaluará la trabajabilidad del concreto, estableciendo parámetros de viscosidad como el esfuerzo de fluencia estático del mismo.

Luego, es importante establecer cuáles son los componentes del concreto que ayudaran a reparar estas pavimentaciones, al respecto, los investigadores Busari, Dahunsi y Akinmusuru (2019), indicaron que los componentes de un concreto consiste en una mezcla homogénea de agregados, agua y aglutinantes, el cual es uno de los materiales más utilizados a nivel mundial; por otro lado, una de las características que distingue a las pavimentaciones rígidas de las otras pavimentaciones, se debe a que son utilizadas mayormente para construcciones de carreteras de larga duración, debido a que estas tienen una mejor distribución de carga en el subrasante y requieren una profundidad estructural menor a diferencia de las flexibles (Abdulaziz, Reyes, Fabio, Kyriacos, Andreas, Maurizio y Kypros, 2019).

Asimismo, es importante definir la estructura de estos pavimentos, los investigadores Gautam, Kalla, Jethoo, Agrawal y Singh (2018) señalaron que estas se componen de cuatro capas como la subrasante, la cual es el suelo natural donde se colocan las otras capas, que al colocarle ciertos aditivos pasa a llamarse sub base, una capa más se encuentra la base, la cual está compuesta por agregados de distintos tamaños de alta calidad y por ultimo tenemos la capa superficial o de rodadura, la cual está en contacto directo con niveles altos de cargas del tráfico, por lo que, está compuesta por materiales de calidad superior a base de mezclas de agregados, finos, relleno, aglutinante.

Uno de los métodos principales para diseñar estas estructuras de pavimentos será el método AASHTO, es un procedimiento que establece el

espesor D de una pavimentación W18 de ejes equivalentes de 82KN sin que se haya una reducción en el PSI superior, por otro lado, también fue definido como un proceso donde ingeniero ingresará datos de tráfico, clima, características de los materiales y una estructura de pavimento propuesta en un programa de computadora a través de uno de los tres niveles jerárquicos, el cual pronosticará fallas durante la vida útil del pavimento, el cual ayudará al ingeniero poder a determinar y decidir si el rendimiento del pavimento es satisfactorio (Rahman y Gassman, 2018).

Otro método es TR34, también como concrete Society Technical Report No 34 , de acuerdo a Maccaferri (2008), este reporte ayuda a determinar los cálculos específicos para los esfuerzo que requiere la losa, el cual puede ser bajo el análisis plástico o fibras de acero, los cuales ayudan a que la losa tenga un comportamiento favorable post agrietamiento, asimismo, establecerá la situación de carga, si llega a estar concentrada en las esquinas o bordes, los cuales atraviesan juntas, por lo tanto, es importante para un diseño a base de fibras de acero estimar las transferencias de cargas en las losa.

En cuanto la dosificación de fibra, se plantea el uso de la fibras FF1, según Maccaferri (2008), al tener una dosificación de 25 kg/m³ de esta fibra su Re3% tendrá una resistencia de 57.

Por otro lado, tenemos al PAVE 2008, establecido por la empresa (Maccaferri, 2008), quien señala que este software , es un programa que realiza cálculos para diseños de pisos industriales fibroreforzados, en el cual esta como principal protagonista las fibras de acero como refuerzo estructural, por otro lado, este sistema puede establecer tres distintas técnicas tanto el método elástico, Yield Line Theory y la mecánica de fractura no lineal, asimismo, es capaz de establecer las capacidades de soporte de los suelos, su geometría, las propiedades de los materiales y de las cargas.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

En cuanto al tipo de investigación fue abordada de forma aplicada, ya que se enfocó en analizar y aplicar distintas teorías de carácter científico que se encuentran publicadas, por lo que, tendría concordancia con las aportaciones de Sánchez y Reyes (2015), quienes manifestaron que una investigación aplicada tiende a aprovechar investigaciones como teorías científicas, que ayudan al mejor entendimiento de conocimientos, evidencias ante una situación precisa (p. 45).

Por otro lado, el diseño de investigación fue desarrollada de forma cuantitativa, descriptiva y pre-experimental, con alcances predictivos, ya que se pretendió describir e identificar la fibra de acero ideal así como el espesor y resistencia que permita una construcción de larga duración de pavimentos rígidos; para determinar el asunto, se procedió a tomar como puntos de referencias el estudio de tráfico, por lo que, la investigación guardaría relación con la investigación de Hernández y Mendoza (2018), quienes indicaron que el enfoque seleccionado, se direcciona a realizar una evaluación de acontecimientos u otros fenómenos que pretenderán comprobar una hipótesis (p. 6)

3.2 Variables y operacionalización

La variable fibra de acero en concreto de pavimento rígido, fue evaluado como una investigación cuantitativa donde se procederá a recoger datos de expedientes técnicos establecidos.

En cuanto a su definición conceptual, son aquellos fragmentos pequeños de aceros con composición de un aspecto de 20 y 100, el cual tiene distintas divisiones transversales, además de ser clasificada en cuatro tipos según su base de manufactura según las normas ASTM 820.

Por otro lado, su definición operacional, esta se establecerá mediante el análisis documental de los expedientes técnicos de dicha pavimentación a mejorar, así como también el procesamiento de cálculo mediante el sistema PAVE 2008, específicamente para diseños de pavimentos fibroreforzados con fibras de acero.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

En cuanto a la población, está fue establecida por las fibras de aceros, los cuales serán los protagonistas, debido a que el estudio prevé establecer de qué manera estas fibras metálicas influyen en el hormigón rígido de la pavimentación de la Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro en SJL; por lo que guardaría relación con la guía de Toledo (2016), quien manifestó que es la parte donde se realiza una determinada investigación, la cual puede proporcionar diferentes aspectos donde esta se lleve a cabo (p. 6).

Por otra parte, la muestra fue establecida por la pavimentación Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro en SJL, debido a que el muestreo se realizó bajo el régimen no probabilística debido a que no se utilizó ningún tipo de fórmula, pero si se contempló los resultados establecidos por el software PAVE2008.

Asimismo, para el desarrollo de la unidad de análisis, se estableció el uso y análisis de los expedientes técnicos del año 2018-2019 en relación al informe técnico de Mejoramiento de pistas y veredas de la Av. Campoy, Tramo: Av. Gran Chimú – Puente Huaycoloro, Distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima – Lima.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para el estudio fue observacional de manera directa, debido a que se inspeccionará de manera visual el terreno estudiado, asimismo, fue a través del análisis documental, debido a que se recogerá datos de esta para realizar una prueba piloto y determinar la resistencia de la misma, las cargas sometidas y otros; por lo que tendría concordancia con el artículo científico de Torres, Paz y Salazar (2019), quienes señalaron que esta podrán ser observadas de manera directa los datos que requiere el investigador (p. 3 y 6).

3.5. Procedimientos

Inicialmente, se estableció el tema a investigar, a partir de ello, se procedió a buscar información a través de libros, tesis y artículos científicos, los cuales nos ayudaron a tener un panorama más claro acerca de la variable a investigar, así como las teorías y conceptos de esta, una vez reconocida y definido estos,

se continuo a realizar la matriz de operacionalización de variables, para luego, establecer las dimensiones, indicadores e instrumentos de recolección, por otro lado, después de haber recogido datos de los expedientes técnicos , se pasó a analizar y evaluar los datos recolectados mediante el software PAVE 2008, el cual establecerá los factores de seguridad del diseño de pavimento, por otra parte, para proporcionar la validez del instrumento se contó con el apoyo de tres expertos en pavimentos y carreteras, los cuales será los encargados de proporcionar la validación de la misma y factibilidad del sustento de la investigación. En última instancia, se proporcionó las conclusiones y recomendaciones del estudio investigado.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis para el diseño de pavimentación rígida a base de concreto con adiciones de fibras de acero fue a través del programa PAVE 2008, el cual consiste en detallar el estudio de suelo, estudio de tránsito, cálculo de espesores, establecer el diseño de juntas transversales como longitudinales y el sellado de estas.

3.7. Aspectos éticos

A medida que se ha ido desarrollando esta investigación, se estableció el respeto y la propiedad de autoría de cada investigador citado, ya que las investigaciones realizadas por los mismo fueron los pilares sólidos para la elaboración y construcción de este estudio, asimismo, se contempló la aplicación de técnicas, en cuanto a construcciones se refiere.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción del proyecto a investigar

La investigación desarrollada consistió principalmente en un análisis previo de la obra "Mejoramiento de La infraestructura vehicular y peatonal de la Av. Campoy, Tramo: Gran Chimú – Puente Huaycoloro – Distrito de San Juan de Lurigancho – Provincia de Lima -Lima", donde a partir de esta se procederá a realizar una propuesta para la estructuración y comportamiento de la vía bajo la influencia de las fibras de acero en concreto de pavimento rígido, a raíz del análisis del estudio de tráfico de los expedientes técnicos del proyecto.

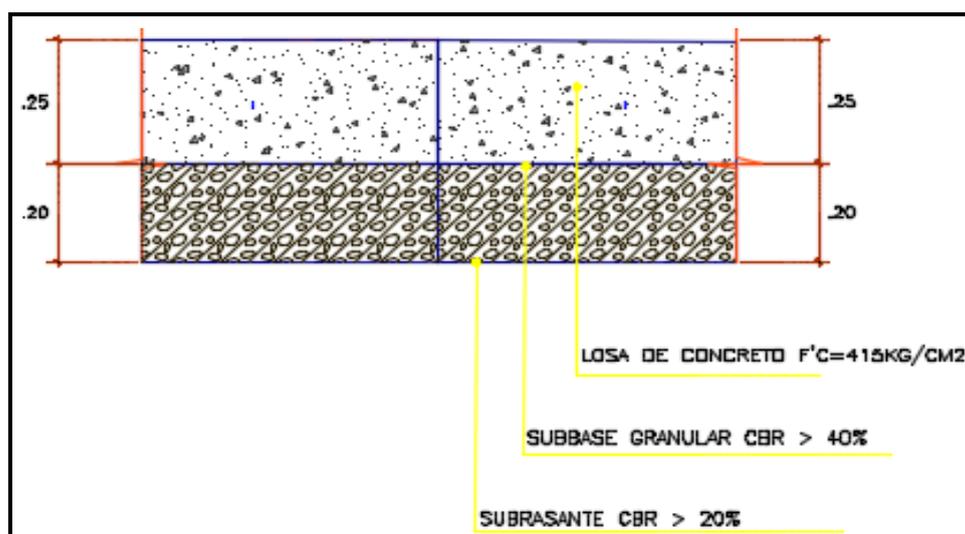


Figura 1 Estructura de pavimentación estudiada.

En base a los expedientes técnicos, en la figura 1, se determinó que la longitud de la Av. Campoy, tramo Gran Chimú – Puente Huaycoloro, comprende de una longitud aproximadamente de 320 km con cimentaciones de asfalto de tipo flexible, la cual está constituida por una sub base granular $e= 0.20\text{m}$ y una losa de concreto de $f'c= 415 \text{ kg/cm}^2$, $e=0.25$.

Estudio de tráfico

Los datos necesarios para nuestra investigación fueron recolectados de esta sección.

Factores de carga y ejes equivalentes (FCE, EE)

Tabla 1

Resumen las configuraciones vehiculares de vehículos pesados y su impacto en la vía

Tipo de vehículo	Factores de carga
Bus 2E	4.503653709
Bus 3 E	2.631311297
Bus 4E	3.896678045
Camión 2E	4.503653709
Camión 3E	3.284580203
Camión 4E	2.773550346
Camión 8x 4	4.549946951
Semitrayler 2S1/2S2	6.522867163
Semitrayler 2S3	6.209679958
Semitrayler 3S1/3S2	5.303793656
Semitrayler 3S3	4.990606451
Trayler 2T2/2T3	9.761154124
Trayler 3T2	9.761154124
Trayler 3T3	8.542080617

Fuente de información: Factores de carga equivalencia por ejes y por tipo de vehículos (Método Instituto de Asfalto) del RD N. 10=2014=MTC/14

Propuesta de diseño de pavimento para camión de 3 ejes

Objetivos de propuesta

Mejorar el tránsito vehicular en la zona, la cual radica en la proporcionar el estado de la vía en buenas condiciones y operativa, para así facilitar el tránsito como el flujo vehicular de la zona estudiada.

The screenshot shows the 'Pave 2008 v. 1.5.1' software interface. The main window is titled 'DISEÑO DE PAVIMENTO CON FIBRAS DE ACERO, GERMAN Y EDGAR'. The 'Datos de Entrada' tab is selected, displaying the following input fields and values:

- Información del Proyecto:** Espesor de la Losa: 250 mm; Módulo de sección: 10417 mm²/mm.
- Clase del Concreto:** C 40/50; Módulo de Young: 35220 MPa; Módulo de Rotura: 4.64 MPa; f_{ck} : 40 MPa; f_{cu} : 50 MPa.
- Cargas:** Coeficiente de Poisson: 0.16; Factor de Encogimiento: 0.40 %.
- Espaciamiento entre juntas:** L_x : 3.60 m; L_y : 3.00 m; Área del Paño: 11 m².
- Gradiente de Temperatura:** ΔT : 12.00 °C; Coef. de Temperatura: α_T : 0.000012 1/K.
- Verificación ELS:** Coeficiente de Fricción: μ : 1.3; Base granular: Base granular.
- Construcción:** Sin juntas; Con juntas de control.
- Fibra de Acero Wirand®:** FF1; Dosificación: 25 kg/m³; Re,3: 57.0 %.
- Fibra de PP Fibromac®:** 0; Dosificación: 0 g/m³.

On the left side, there is a tree view showing 'C 40/50', 'FF1', '25 kg/m³', 'h = 250 mm', 'k = 0.064 N/mm²', and 'Con juntas de control'. The bottom left corner shows the code 'Código: EC 2 / TR34/3'.

Figura 2 Datos de entrada para el diseño

En la figura 2, se estableció los datos de entrada para el diseño a partir de los expedientes técnico , como el espesor de la losa, la clase de concreto a utilizar, asimismo, se tomó el coeficiente de Poisson, el espaciamiento entre juntas X y Y, la temperatura de 12 centígrados establecidos para este tipo de diseño por el MTC, coeficiente de fricción, módulo de Young y de rotura, así como el factor encogimiento y una base granular, por otra parte, se tomó en cuenta el método TR34, específicamente para diseño de fibras de acero Wirand FF1, el cual contempló una dosificación de 25 kg/m² con una resistencia del 57%.

Módulo de Westergaard k 0.064 N/mm²
 Módulo de la Subrasante E_{v2} MPa
 $E_{v2}.E_{v1}$ 2.50
 Índice de soporte California CBR 18.00 %
 Radio de Rigidez ℓ 926 mm
 Longitud Característica $1/\lambda$ 1301 mm

Figura 3 Datos de entrada de condición de la subrasante

Para el ingreso de datos de esta sección se recaudó información de los expedientes técnicos, donde se estableció que el índice de soporte california o CBR fue de 18%.

Información del Proyecto | Datos de Entrada | Verificación ELU | Verificación ELS
 Cargas Distribuidas | Simple/doble carga puntual | Sistema de Estanterías | Montacarga | Camión
 Posición de la Carga: Interior | Junta: | P_{ult} 683.83 kN
 Tipo: T3se3
 Peso Total: 470.74 kN | N° Ejes: 4
 Carga Rueda Delantera F : 68.65 kN
 Carga Rueda M1 M_1 : 176.53 kN
 Carga Rueda M2 M_2 : 107.88 kN
 Carga Rueda Trasera R : 176.53 kN
 Espac. entre los Ejes: s 2000 mm | a_1 2000 mm
 a_2 2000 mm | a_3 2000 mm
 Área Contacto Rueda: b_x 600 mm | b_y 200 mm | A 120000 mm²
 Coef. de Seguridad γ 1.60 ≥ 1.60
 Cargas actuantes y capacidad última de carga
 P_{act} 282.45 kN
 P_u 683.83 kN

Figura 4 Cargas de camión

Para finalizar, el programa sumó los efectos de las cargas a los ocasionados por el alabeo producido por los cambios de temperatura y luego los comparó con los admisibles.

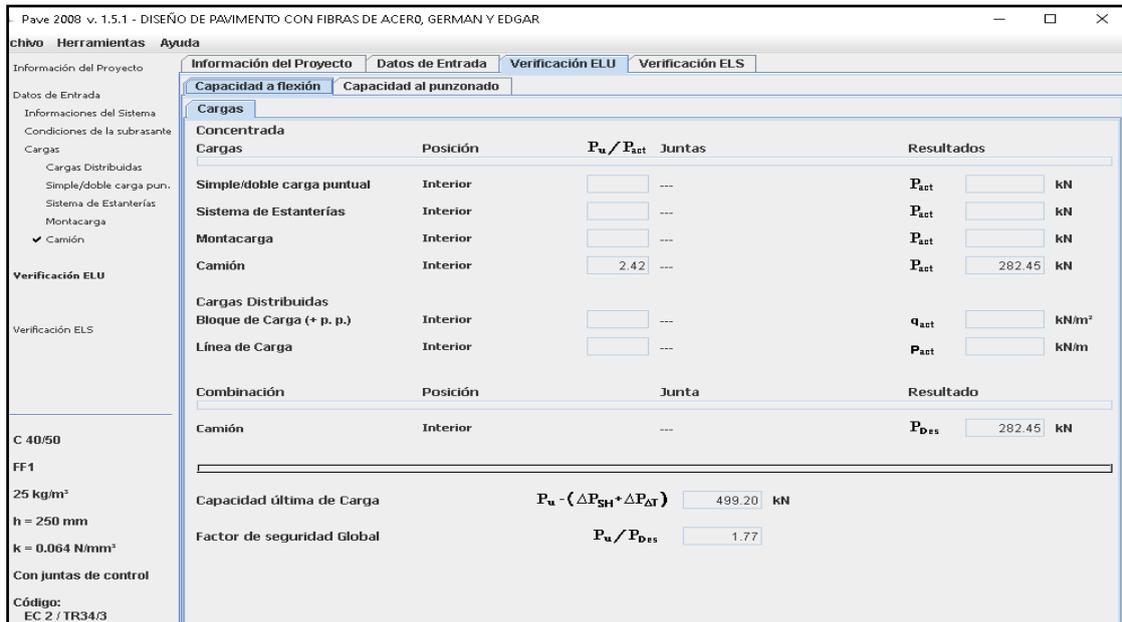


Figura 5 Factor seguridad global debido a las cargas de flexión

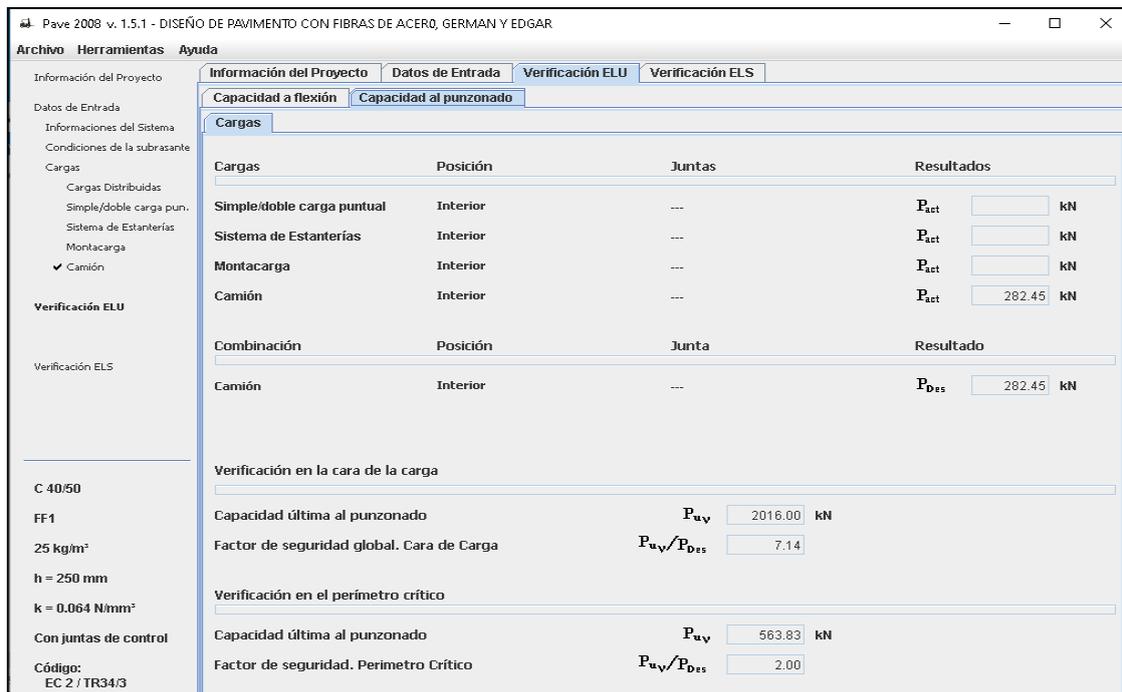


Figura 6 Factor seguridad global debido a cargas de punzonamiento.

Factores de seguridad:

Factor de seguridad global cargas de flexión = $1.77 > 1.10$ → OK

Factor seguridad mínimo de punzonamiento = $2.00 > 1.10$ → OK

V. DISCUSIÓN

Correspondiente al objetivo principal de la investigación se estableció que la adición de fibras de aceros en el concreto de pavimento rígido en la Av. Campoy tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro en el distrito de San Juan de Lurigancho año 2019 influye positivamente debido a que permite una resistencia alta ante flexiones, esta afirmación es respaldada por el investigador Carrera y Zea (2018) quienes sostienen que a medida que se aumentan las cantidades de estas fibras aumentará las capacidades residuales de los hormigones, asimismo, el aumento de las proporciones de estos ocasionará mayor resistencia ante las flexiones de los hormigones, sin embargo, una proporción de fibras metálicas de 25kg/m³ tendrá una doble resistencia ante esta falla, muy diferente a aquellas a las que no usan las fibras de acero, por lo que, se evidenció que las fibras de acero Dramix 3D controlan la formación de grietas en los hormigones, así como también aumentará 4 veces las capacidades residuales del hormigón si se agregan a 25kg/m³, permitiendo resistir las cargas a lo largo del tiempo pese a presentar una deformación en el hormigón.

Asimismo, esta es respaldada por Rodríguez (2016) quien sostuvo que las fibras de acero son una buena alternativa a las ya tradicionales, debido a que estas controlarán mejor las fisuras, aumentando así la resistencia de los rompimientos del pavimento, asimismo, la adición de estas, reducirá los parámetros de revenimientos de entre 3 a 4 centímetros, por otro lado, los ensayos demostraron que las variaciones de las fibras de acero Dramix mezclado con hormigones sin refuerzo tiene un 10% de resistencia, a diferencia de las variaciones de 7 días que tienen un 21% distinto al de 14 días con un 18%, por lo que, al transcurrir los días la resistencia de compresión de los hormigones se llega a estabilizar.

Por lo tanto, las afirmaciones de Cando (2016), mediante un análisis de las propiedades físico mecánicas del concreto desde el reciclamiento de fibras de acero, estableció que el concreto es útil ya que tiene una mayor resistencia a las compresiones, al igual que, las afirmaciones de Cruz y Jurado (2019), quienes sostuvieron que otros de los beneficios sería que contempla mejores condiciones de vida útil ante un alto tránsito ante distintos climas y ambientes sin provocarles daños agresivos a las construcciones; asimismo, las afirmaciones de Capani y De la Cruz (2019), señalaron que el comportamiento del concreto con las adiciones de fibras metálicas presentan mejores resultados a la

resistencia de compresión que una que no cuenta con estas fibras. Otra afirmación como la de Montalvo (2015), estableció que este será beneficioso ya que se ahorrará efectivo y mano de obra para su ejecución, ya que estas pavimentaciones con adiciones de fibras tienen una espesura baja a diferencia del tradicional, por lo que evitaría utilizar cantidades grandes de concreto.

En cuanto al primer objetivo específico se determinó que la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento aumenta la resistencia a flexiones en un 57%, por lo que, esto concordaría con las afirmaciones de Cusquisván y Sáenz (2016), quienes a partir de una evaluación de resistencia a flexiones entre aquellos concretos con adiciones de fibras metálicas y otras de construcción tradicional, evidenciaron que una viga con concreto de construcción habitual llegó a obtener una resistencia de hasta 34.97 kg/cm² en flexiones y que al agregar 0.8% de las fibras metálicas se obtuvo el aumento de resistencia de hasta un 8.03% en el diseño inicial, sin embargo, en un diseño de construcción tradicional se observó un 43.10kg/cm² ante una flexión, que al adicionar el 0.8% de fibras metálicas su resistencia alcanzará un 7.82% del diseño inicial, asimismo sumándole un 1% de estas fibras su resistencia bajará a 14.09% y que al sumarle 1.2 aun seguirá disminuyendo a un 9.4%.

Asimismo, tiene concordancia con las afirmaciones de Guzmán (2015), quien a partir de un análisis de modelo donde se detalla las magnitudes de la mezcla del concreto con las fibras de acero versus la comparación de un pavimento de concreto tradicional; halló que tanto las capacidades de cargas entre los pavimentos a base de concreto adheridas con fibras de acero tienen las mismas capacidades que la de una construcción tradicional, sin embargo, bajo las pruebas de TR-34 de la ROM que compara los niveles de carga, se evidenció que los ensayos realizados concuerdan con el modelo de suelo, demostrando que en las curvas de carga-flecha hay transmisión de cargas de manera directa en los apoyos, por lo que, los valores de las últimas cargas calculadas con la TR-34 solo establecían que estos valores son parecidos a los ya conseguidos, asimismo, los mecanismos de fallos en los pavimentos a base de fibras de acero mezclados con concreto fueron parecidas, ya que estipula que las líneas de rotura provocan fisuraciones debido a las flexiones positivas, demostrando así que las roturas en pavimentaciones de fibras de acero mezclados con concreto son más altas que las que no contienen las fibras,

debido a que estas son mejores absorbiendo las energías pesadas que los hormigones tradicionales, demostrando así su resistencia ante las flexiones.

En cuanto al segundo objetivo específico se determinó que la dosificación de fibras de acero Wirand FF1 aceptable fue de 25kg/m³ debido a que muestra una resistencia a flexión del 57%, muy diferente a la dosificación de 20kg/m³ que presenta una resistencia a flexión de 48%. Al respecto, Robalino y López (2017), establecieron que las cantidades favorables para adición de estas fibras en pavimentaciones rígidas con MR=4,5 MPA son de 20kg/m³, el cual proporciona una resistencia a flexión 48%, por lo que, concluyeron que la adición de estas fibras proporcionaría menos esfuerzo en la construcción, así como reducción de aire ocluido hasta en 0.5%, obteniendo una temperatura optima de 32°C permitida por las normas ASTM; sin embargo, el estado de resistencia que se ajusta al diseño de compresión $f_c=350\text{kg/cm}^2$, alcanzaría una resistencia de 5,99% en los 28 días siguientes, el cual se encontraría muy por debajo que de la flexión.

Por otra parte, Ñaupá y Sosa (2019), al hacer una evaluación de la influencia acerca del comportamiento mecánico que tiene el concreto mezclado con fibras de acero; sostuvieron que el concreto mezclado con fibras de aceros con aditivos plastificantes ayudarán de manera parcial en su construcción, muy diferente será en aquellas con concentraciones de 90 kilos por m³ de concreto, ya que perdería su fácil manejo y contracción de esta, el cual generaría formaciones de bolas de fibras causando deficiencias en el concreto ante cargas pequeñas, asimismo, demuestra que estos elementos en el concreto presenta un aumento de resistencia con proporciones de 90kilos por metro cubico de hasta un 28.1% frente cargas axiales, en cuanto a las flexiones se demostró que este aumenta hasta el 80% en las mismas proporciones antes señaladas, observando así una mayor capacidad dúctil en el concreto así como su fortaleza.

Adicional a ello, las afirmaciones de Cruz y Jurado (2019), sostuvieron que las fibras de metálicas en los diseño de hormigones para optimizar la espesura de la pavimentación de losas cortas, al usar las fibras metálicas DRAMIX RC – 65/35- Bn, ayuda al incremento de la resistencia a las compresiones durante los 28 días teniendo un 13.7% de ductilidad, asimismo, otro de sus beneficios que los investigadores señalaron fue la disminución del

porcentaje de grietas a lo largo de 20 años, por lo que, un concreto con la adición de estas fibras con un 3% de agrietamiento a diferencia de aquellas que no poseen estos elementos tendrían un 4%, lo que significaría que estas tienen mejores condiciones con la adición de las fibras.

En cuanto al tercer objetivo específico se determinó que, ante una carga crítica como un camión, la capacidad de carga última a flexión será de 499.20 kN, teniendo un factor de seguridad global de 1.77, el cual es aceptable debido a que su factor de seguridad global es mayor a 1.10.

Al respecto, Guzmán (2015), estableció que tanto las capacidades de cargas entre los pavimentos a base de concreto adheridas con fibras de acero tienen las mismas capacidades que la de una construcción tradicional, por otra parte, bajo las pruebas de TR-34 de la ROM que compara los niveles de carga, se evidenció que los ensayos realizados concuerdan con el modelo de suelo, demostrando que en las curvas de carga-flecha hay transmisión de cargas de manera directa en los apoyos, por lo que, los valores de las últimas cargas calculadas con la TR-34 solo establecerían que estos valores son parecidos a los ya conseguidos, asimismo, los mecanismos de fallos en los pavimentos a base de fibras de acero mezclados con concreto fueron parecidas, ya que estipula que las líneas de rotura provocan fisuraciones debido a las flexiones positivas, demostrando así que las roturas en pavimentaciones de fibras de acero mezclados con concreto son más altas que las que no contienen las fibras, debido a que estas son mejores absorbiendo las energías pesadas que los hormigones tradicionales, demostrando así su resistencia ante las flexiones.

En cuanto al cuarto objetivo específico se determinó que, ante una carga crítica como un camión, la capacidad de carga última por punzonado será de 563.83kN, teniendo un factor de seguridad global de 2.00, el cual es aceptable debido a que su factor de seguridad global es mayor a 1.10.

Al respecto, Cruz y Jurado (2019), establecieron que uno de los beneficios que proporciona sería que contempla mejores condiciones de vida útil ante un alto tránsito ante distintos climas y ambientes sin provocarles daños agresivos a las construcciones.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluyó que la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento influye de manera positiva debido a su alcance de resistencia a flexiones en las pavimentaciones rígidas.
- Se concluyó que la resistencia a flexiones con la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento aumenta en un 57%.
- Se concluyó que la dosificación de fibras de acero Wirand FF1 aceptable fue de 25kg/m³ debido a que muestra una resistencia a flexión del 57%, muy diferente a la dosificación de 20kg/m³ que presenta una resistencia a flexión de 48%.
- Se concluyó que, ante una carga crítica de un camión la capacidad de carga última a flexión será de 499.20 kN, teniendo un factor de seguridad global de 1.77, el cual es aceptable debido a que su factor de seguridad global es mayor a 1.10.
- Se concluyó que, ante una carga crítica de un camión la capacidad de carga última por punzonado será de 563.83kN, teniendo un factor de seguridad global de 2.00, el cual es aceptable debido a que su factor de seguridad global es mayor a 1.10.

VII. RECOMENDACIONES

- Es importante proteger las fibras de las lluvias y otros factores medio ambientales, debido a que estos pueden ocasionar oxidación en las fibras, estableciendo que haiga alteraciones en las propiedades mecánicas del concreto.
- Es importante, que valor mínimo de dosificación de fibras de acero sea de 20kg por metro cubico de concreto, ya que esto está establecido en las especificaciones técnicas de material.
- Es importante, realizar ensayos de compresión en pruebas cilíndricas para establecer con precisión la resistencia específica de estas. Por lo general, la mezcla de concreto fibroreforzado puede ser colocada fluida, en caso de requerirse pueden ser aplicados superplastificantes para la corrección de la trabajabilidad deseada, añadiendo 1% del peso de cemento. Por lo general la mezcla no deberá exceder una relación agua cemento de 0.50.
- Es importante realizar ensayos de granulometría a las adiciones de fibras de acero que se pretende agregar.
- Es importante iniciar el mezclado de fibras de acero con el cemento, posterior a ello, añadir los agregados y cerrar con el añadimiento de agua de manera progresiva.

REFERENCIAS

- Abdulaziz, A., Reyes, G., Fabio, F., Kyriacos, N., Andreas, C., Maurizio, G. y Kypros, P. (2019). Fatigue performance of flexible steel fibre reinforced rubberised concrete pavements. *Engineering structures the journal of earthquake, wind and ocean engineering.*, 193, 170-183. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.05.040>.
- Arkiplus. (2021). *Historia del pavimento*. Obtenido de <https://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento/>
- ASOCEM, ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CEMENTO. (2017). *Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú*. Obtenido de <http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>
- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CEMENTO. (2017). *Por qué la Pavimentación de Concreto es la Mejor Opción*. Obtenido de <http://www.asocem.org.pe/asocem>
- Badii, M., Castillo, M., Wong, A. & Villalpando, P. (2017). Diseños experimentales e investigación científica. *Innovaciones De Negocios*, 283.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Pearson Educación.
- Busari, A., Dahunsi, B. y Akinmusuru, J. (2019). Sustainable concrete for rigid pavement construction using de-hydroxylated Kaolinitic clay: Mechanical and microstructural properties. *Construction and Building Materials*, 211, 408-415. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.170>.
- Cando, L. (2016). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del Hormigón elaborado con fibras de acero reciclado*. Quito.
- Capani, G. y De la Cruz, E. (2019). *Comportamiento del concreto sin esfuerzo y concreto reforzado con fibras de acero aplicados a losas industriales de pavimento rígido con agregado de las canteras de Ocopa y Tucsipampa- Lircay*. Huancavelica, Perú.
- Carrera, K. y Zea, D. (2018). *Evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla de hormigón y fibras de acero Dramix 3D en diferentes dosificaciones para la aplicación en pavimentos rígidos, utilizando*

cemento puzolánico HE y agregados de la planta Holcim Pifo- Quito. Quito.

- Chan, R., Santana, M. , Oda, A., Paniguel, R., Vieira,L., Figueiredo, A., Galobardes,I. (2019). Analysis of potential use of fibre reinforced recycled aggregate concrete for sustainable pavements. *Journal of Cleaner Production*, 218, 183-191.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.221>.
- Cruz, J. y Jurado, D. (2019). *Influencia de las fibras de acero en el diseño del concreto para la optimización del espesor en los pavimentos de losas corta (TCP) en la ciudad de Huancavelica*. Huancavelica,Perú.
- Cusquisiván, M. y Sáenz, J. (2016). *Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto traicional para pavimento rígidos*, 2016. Cajamarca,Perú.
- Gautam, P. , Kalla, P., Jethoo, A., Agrawal, R. y Singh,H. (2018). Sustainable use of waste in flexible pavement: A review. *Construction and Building Materials*, 180, 239-253.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.067>.
- Guzmán, J. (2015). *Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibras de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias*. Valencia, España.
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGRAW-HILL.
- Hernández, R. y Mendoza,C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Hernandez, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición ed.). México D.F.: McGRAWHILL.
- Herrera, J. (2017). *La investigación cualitativa*. México: Universidad de Guadalajara.
- IMCYC, I. M. (2009). *Gerencia Tecnica*. Mexico.
- Korochkin, A. (2018). Impact of rigid pavements with the asphalt-concrete wearing course on road performance and traffic safety.

- Transportation Research Procedia*, 36, 315-319.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.091>.
- Kosmatka, S. y Wilson M. (2016). *Design and Control of Concrete Mixtures* (16a ed.). Portland Cement Association.
 - Maccaferri. (2008). *Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón*. Brasil: sn.
 - Montalvo, M. (2015). *Pavimento rígido reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
 - Montoya, K. (2016). *Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos*. Guatemala.
 - Ñaupá, D. y Sosa, D. (2019). *Comportamiento mecánico del concreto reforzados con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en los Olivos, Lima- Perú*. Lima, Perú.
 - Pacheco, R., Cerro, E., Escolano, F. y Varela, F. (2018). Fatigue performance of waste rubber concrete for rigid road pavements. *Construction and Building Materials*, 176, 539-548.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.030>
 - Rahman, M. y Gassman, S. (2018). Data collection experience for preliminary calibration of the AASHTO pavement design guide for flexible pavements in South Carolina. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 11(5), 445- 457.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.11.009>.
 - Robalino, D. y López, C. (2017). *Determinación de cantidad optima de fibra de acero para la elaboración de hormigón de cemento portland de M=4,5 MPA, para losas de pavimentos rígidos*. Guayaquil, Ecuador.
 - Rodríguez, C. (2016). *Análisis comparativo de un Hormigón para la capa de Rodadura con fibras de acero y sin ellas para utilización en pavimentos rígidos*. Guayaquil, Ecuador.
 - Sanchez, H. y Reyes C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Perú: Business Support Aneth S.R.L.

- Sotil, A. & Zegarra, J. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand®FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand®FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido*. Lima: UPC.
- Toledo, E. (2016). *Población y muestra*. México: Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63099/secme26877.pdf?sequence=1>
- Torres, M. ,Paz, K. y Salazar, F. (2019). Métodos de recolección de datos para una investigación. *Universidad de Guadalajara*, 3 y 6.
- Villasís, M. , Márquez, H., Zurita, J., Miranda, G. & Escamilla, A. . (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista alergia México*, 415.

ANEXOS

Anexo 1 operacionalización de variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Fibra de acero en concreto de pavimento rígido	Son aquellos fragmentos pequeños de aceros con composición de un aspecto de 20 y 100, el cual tiene distintas divisiones transversales, además de ser clasificada en cuatro tipos según su base de manufactura según las normas ASTM 820.	Esta se establecerá mediante el análisis documental de los expedientes técnicos de dicha pavimentación a mejorar, así como también el procesamiento de cálculo mediante el sistema PAVE 2008, específicamente para diseños de pavimentos fibroreforzados con fibras de acero.	Tipo de fibras	Tipo I	Razón
				Tipo II	
				Tipo III	
				Tipo IV	
			Volumen	Peso 0.25 %	
				Peso 2 %	
			Ventajas	Distribución de refuerzos	
				Reducción de agrietamientos	
				Aumento de absorción de energía del compuesto	
				resistencia	
			Reología del concreto	Trabajabilidad del concreto	
				Parámetros de viscosidad	
				Esfuerzo de influencia estático	
			Componentes del concreto	Agregados	
				Agua	
				Aglutinantes	
			Estructura del pavimento	Suelo natural	
				Subbase	
				Base	
				Capa de rodadura	
			Diseño de pavimento	Método AASHTO (diseño para estructura)	
Método TR34 (cálculo de refuerzo de losa)					
Software PAVE 2008 (diseño para un camión de 4 ejes)					

Anexo 2 Matriz de consistencia

Título: "Fibra de acero en concreto de pavimento rígido Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019"							
Problema	Objetivos	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Técnica	
Problema general	Objetivo general	Fibra de acero en concreto de pavimento rígido	Tipo de fibras	Tipo I	Recopilación de literatura empírica	Normas ASTM820 Análisis documental de expedientes técnicos.	
¿De qué manera influye la adición de fibras de acero en concreto de pavimento rígido en la Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019?	Determinar de qué manera influye la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido en la Av. Campoy, tramo Gran Chimú-Puente Huaycoloro, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019?			Volumen			Tipo II
							Tipo III
							Tipo IV
			Peso 0.25 %				
Problemas específicos	Objetivos específicos		Ventajas	Peso 2 %			
				Distribución de refuerzos			
				Reducción de agrietamientos			
				Aumento de absorción de energía del compuesto			
¿Cuál es la resistencia que presenta la adición de fibras de acero en concreto de pavimento rígido?	Determinar la resistencia que presenta la adición de fibras de acero en concreto de pavimento rígido.		Reología del concreto	resistencia			
				Trabajabilidad del concreto			
				Parámetros de viscosidad			
¿Cuál es la dosificación adecuada de fibras de acero en concreto de pavimento rígido para el diseño estructural?	Determinar la dosificación adecuada de fibras de acero en concreto de pavimento rígido para el diseño estructural.		Componentes del concreto	Esfuerzo de influencia estático			
				Agregados			
				Agua			
¿Cuál es la capacidad a flexión que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido?	Determinar la capacidad a flexión que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido.	Estructura del pavimento	Aglutinantes				
			Suelo natural				
			Subbase				
¿Cuál es la capacidad cortante por punzonamiento que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido?	Determinar la capacidad cortante por punzonamiento que presenta la adición de fibras de acero en el concreto de pavimento rígido.	Diseño de pavimento	Base				
			Capa de rodadura				
			Método AASHTO (diseño para estructura)				
			Método TR34 (cálculo de refuerzo de losa)				
			Software PAVE 2008 (diseño para un camión de 4 ejes)				
				Expedientes técnicos			

Anexo 3

Instrumento de recolección de datos

Recolección de información mediante expedientes técnicos del proyecto



**Diseño Estructural de Pavimentos a Nivel de Estudio
Definitivo**

**“MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AV. CAMPOY,
TRAMO: AV. GRAN CHIMÚ – PUENTE HUAYCOLORO,
DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, PROVINCIA DE
LIMA – LIMA”**

INFORME DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al Diseño Estructural de Pavimentos para un tramo único del proyecto "MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AV. CAMPOY, TRAMO: AV. GRAN CHIMÚ – PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, PROVINCIA DE LIMA – LIMA"

Se analiza la Metodología Empírica de Diseño AASHTO versión 1993

Este informe ha sido desarrollado por el Ing. Mario Becerra (CIP 79290), parte del staff de la Consultora Vial Flujo Libre, a solicitud del Programa del Gobierno Regional de Lima, con la finalidad de proponer mejoras en el diseño estructural del pavimento. Se desarrolla específicamente la opción de **pavimentos de concreto con cemento hidráulico**.

2.- OBJETIVO DEL INFORME

- Desarrollo de una propuesta de Pavimentos de Concreto para el proyecto bajo las metodologías aceptadas: AASHTO 93

3.- METODOLOGÍAS

- Se empleará la metodología de diseño AASHTO 93

3.1.- METODOLOGÍA EMPÍRICA AASHTO 93

La metodología de diseño utilizada es la conocida como Lean Pavement Design, basada en la Guía AASHTO 93. La Guía AASHTO 93 considera que

para una construcción nueva, el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito y los efectos del clima, el nivel de servicio del pavimento baja. El método de diseño establece un nivel de servicio final que se debe mantener al término del periodo de diseño, es decir, el pavimento cumple un estándar de serviciabilidad.

El periodo de diseño para este proyecto es de veinte (20) años.

3.1.1.- ESTUDIO DE SUELOS

De acuerdo al estudio de suelos realizado por Flujo Libre Consultores, se considera que el suelo que conforma la subrasante presenta dos tipos de materiales: Grava Arenosa y Arena, cuyos CBRs oscilan entre 18.2% hasta 65.1%, siendo materiales aptos para la construcción de pavimentos.

Sobre las recomendaciones de Flujo Libre, se recomienda utilizar cemento Portland Tipo HS

Se utilizará una subrasante de 18% promedio en forma conservadora. En el informe de suelos se definen las zonas que deben mejorarse y que no deben tener menor capacidad portante que la especificada.

3.1.2.- ESTUDIO DE TRÁNSITO

En el estudio de tránsito realizado se tomaron estaciones de control, en las que se consideraron: Tránsito normal (IMDA de los conteos), Tránsito generado (5% del normal) y Tránsito derivado (de las encuestas O-D).

3.1.3.- DISEÑO ESTRUCTURAL AASHTO 93

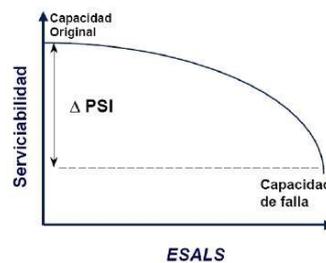
A continuación, se detallan los parámetros empleados para el cálculo de espesores:

a) Serviciabilidad

La metodología de diseño AASHTO 93 predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad, para niveles de tránsito y cargas por eje.

- **La Serviciabilidad inicial = 4.5**, es la sugerida para los pavimentos de concreto
- **La Serviciabilidad final = 2.5**, es la que se considera para el proyecto

Esquema 1: Variación de Serviciabilidad



Fuente: AASHTO 93

b) Suelo (K)

El estudio de suelos indica una subrasante con un **CBR = 18%**, con presencia y predominancia de suelos arcillosos de baja plasticidad.

Adicionalmente, **se plantea el uso de subbase granular de 0.20 m de espesor (CBR de 60%)**

Tabla 1: Calculo de K equivalente

CALCULO DEL k EQUIVALENTE			
Proyecto	Campoy		
1 Mpa/m =	0.1021 Kg/cm ³		
CBR >10	$K = 46 + 9.08 * (\text{LOG}(\text{CBR}))^{4.34}$		Mpa/m
CBR < 10	$K = 2.55 + 52.5 * \text{LOG}(\text{CBR})$		Mpa/m
	CBR(%)	H (cm)	
Subrasante	18.00		
Subbase+base	60	20	si
Ko (Sub rasante)	70.36	Mpa/m	7.18 kg/cm ³
K1 (material a colocar)	156.40	Mpa/m	15.97 kg/cm ³
$K_{eq} = (1 + (h/38)^2 * (K1/K0)^{2/3})^{0.5} * K0$			
Kequivalente	85.36	Mpa/m	8.71 Kg/cm³

Fuente: elaboración propia

K equivalente = 85.36 Mpa/m

c) Tránsito (ESAL)

El periodo de diseño esté ligado a la cantidad de tránsito asociado en ese periodo para el carril de diseño.

Una característica propia del método AASHTO 93, es la simplificación del efecto del tránsito, para ello introduce el concepto de ejes equivalentes (ESAL). Es decir, se transforma las cargas por eje de todo tipo de vehículo en ejes simples de 8.2 Ton de peso.

El valor de un ESAL está relacionado con el nivel de daño provocado por esta carga patrón.

La equivalencia se logra mediante el empleo de factores de carga (FC), que se obtienen a partir del espesor de la losa de concreto estimado (iteración), la carga por eje y el nivel de serviciabilidad final aceptado.

Se ha estimado un valor de **ESAL = 18'500,000** para el caso más crítico.

d) Confiabilidad ©

El valor de Confiabilidad asumido es de **R = 80%**, valor que se ajusta adecuadamente al tipo de vía. Ver tabla 4.

Tabla 4: Valores Recomendados por AASHTO 93 para USA

Clasificación Funcional	Urbano	Rural
Autopistas	85% - 99.9%	80% - 99.9%
Arterias Principales	80% - 99%	75% - 99%
Colectoras	80% - 95%	75% - 95%
Locales	50% - 80%	50% - 80%

Fuente: Método AASHTO 93

e) Desviación estándar (S)

Parámetro asociado a la desviación estándar en la predicción del tránsito y comportamiento del pavimento.

La guía AASHTO recomienda adoptar **So: 0.35** para una construcción nueva.

f) Módulo de Rotura del Concreto (Mr)

Para el diseño se ha recomendado una mezcla de concreto con cemento portland tipo HS, con resistencia a flexotracción **MR = 48 Kg/cm²** (4.8 Mpa), o su equivalente a compresión **F'C = 415 Kg/cm²**.

g) Módulo de Elasticidad del Concreto (E)

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexo tracción, a través de correlaciones establecidas.

E = 30,000 Mpa

h) Transferencia de carga (J)

La metodología AASHTO 93 recurre al factor J para expresar el grado de transferencia de carga entre losas adyacentes. La efectividad de la transferencia de cargas depende de:

- Volumen de tránsito
- Utilización de pasadores lisos (dowells), sólo en junta de construcción.
- Soporte lateral de las losas (presencia de bermas y estacionamientos)

Valor de J: 3.2 (juntas transversales de contracción sin dowells)

i) Coeficiente de Drenaje (Cd), en Lima

Cd = 1.0

3.1.4.- Espesores Calculados AASHTO 93

Para el cálculo de los espesores se ha empleado el software de diseño estructural WinPas12, elaborado por la American Concrete Pavement Association (ACPA, por sus siglas en inglés).

- **Carpeta de rodadura: 25 centímetros (*), concreto MR = 48 Kg/cm² (f_c = 415 Kg/cm²), cemento tipo HS, piedra con tamaño máximo nominal mayor a 1 pulgadas.**
- **Subbase granular: 20 centímetros, CBR = 60%**

Concrete Pavement Design/Analysis Inputs		
Concrete Thickness	246.99	mm
Total Rigid ESALs	18,500,000	
Reliability	80.00	%
Overall Standard Deviation	0.35	
Flexural Strength	4.8	MPa
Modulus of Elasticity	30,000.0	MPa
Load Transfer Coefficient	3.20	
Modulus of Subgrade Reaction	85.4	MPa/m
Drainage Coefficient	1.00	
Initial Serviceability	4.50	
Terminal Serviceability	2.50	

3.1.5.- Diseño de Juntas Transversales

Juntas de contracción

La modulación de las losas está determinada por la separación de las juntas transversales.

El corte debe de tener una profundidad de H/3 y un ancho 6 milímetros

En base a las recomendaciones de AASHTO y PCA, se puede afirmar:

a) AASHTO:

El espaciamiento entre juntas no debe de superar la longitud de 24 veces el espesor de la losa.

Juntas cada $(24 \times 0.25) < 6.00$ m

b) PCA:

La relación entre el largo y ancho de los paños debe de estar dentro del rango 0.71 a 1.25.

Separación máxima en función del espesor de la losa para distintas condiciones de soporte.

- Bases granulares: 24 veces el espesor de la losa
- Bases cementadas: 21 veces el espesor de la losa

Si el ancho del carril es de 3.6 m, entonces se propone un ancho no mayor a 3.0 m, es decir una relación ancho – largo de 0.83

De acuerdo a estas recomendaciones y las condiciones de soporte que da la base granular se determina para los carriles tramos un espaciamiento de juntas transversales de 3.0 metros.

Respecto al diseño de las características de los pasadores lisos (dowells) empleados **solamente para la junta de construcción**, se recomienda:

- Acero Liso ASTM A 36
- Diámetro de pasadores: 1.25 pulgadas
- Longitud: 50 centímetros
- Espaciamiento: 30 centímetros

Juntas de dilatación o aislamiento

Sólo deben de considerarse en las zonas de empalme con las veredas así como en secciones donde se intersecan a las vías, de ser el caso.

Las juntas de aislamientos, sólo se consideran a lo largo del sentido de pavimentación en casos en los que se trabaje con material expansivo o en el caso de pavimentarse en zonas con gradientes térmicos altos. Como ambas consideraciones no se aplican en este proyecto, sólo han de considerarse su uso como juntas de aislamientos en secciones fijas descritas en el primer párrafo.

En el proyecto no se contempla la existencia de juntas de dilatación transversal.

3.1.6.- Diseño de Juntas Longitudinales

Las juntas longitudinales dividen la vía en carriles, pueden ser originadas por el mismo proceso constructivo, de carril a carril, o mediante corte, en el caso de que se pavimenten más de dos carriles a la vez.

El corte debe de tener una profundidad de $H/3$ y un ancho 6 mm.

A lo largo de esta junta están dispuestas las barras de amarre cuyas características y disposición se determinan de acuerdo a las especificaciones AASHTO en base al espesor del pavimento y el ancho de carril.

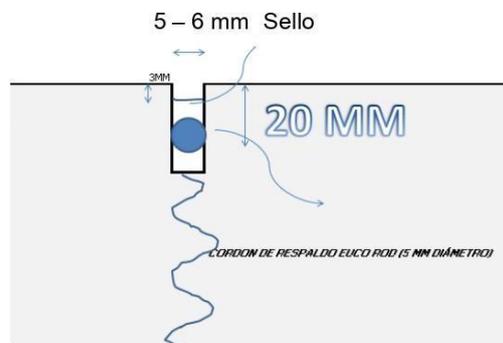
- Diámetro de barra de amarre: 1/2 pulgada, acero corrugado $F_y = 4,200$ Kg/cm²
- Longitud: 70 centímetros
- Espaciamiento: 1.0 metro máximo

3.1.7.- Sellado de Juntas

- 100% de las juntas transversales y en la longitudinal central por carril

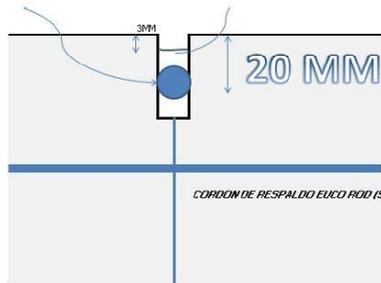
- Se realiza en el corte de 5 – 6 mm, sin necesidad de realizar corte de caja de sello
- El sello se realizará con un sello aplicable a pavimento de concreto según la Hoja Técnica del Fabricante
- Cordón de respaldo

JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN (Corte de 6 cm de profundidad)

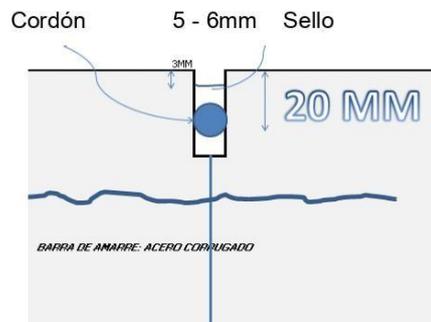


JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN (corte > 2 cm de profundidad)

Cordón 5 - 6mm Sello



JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN (corte > 2 cm de profundidad)



ESTUDIO DE TRÁFICO Y TRANSPORTE

**“FIBRA DE ACERO EN CONCRETO DE PAVIMENTO RIGIDO
AV. CAMPOY, TRAMON CHIMU – PUENTE HUAYCOLORO –
DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO – LIMA – LIMA”**

AV. CAMPOY



Tramo: Av. Gran Chimú – Puente Huaycoloro

**CUADRO N° 4.2-1, TRAFICO GENERADO
AV. CAMPOY TRAMO AV. GRAN CHIMU – AV. LOS PROCERES, ESTACION E1**

AÑO	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion				Semi trayler					Trayler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL			
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3		
2017																										
2018																										
2019	597	181	132	40	89	0	0	82	12	1	0	0	1	2	0	1	8	0	0	0	1	950	196	1146		
2020	606	184	134	41	90	0	0	86	12	1	0	0	1	2	0	1	8	0	0	0	1	964	204	1168		
2021	615	186	136	41	92	0	0	91	13	1	0	0	1	2	0	1	9	0	0	0	1	979	212	1191		
2022	625	189	138	42	93	0	0	97	14	1	0	0	2	2	0	1	9	0	0	0	1	994	221	1214		
2023	634	192	140	43	95	0	0	102	15	1	0	0	2	2	0	1	10	0	0	0	1	1009	229	1238		
2024	644	195	142	43	96	0	0	108	15	1	0	0	2	2	0	1	10	0	0	0	1	1024	239	1263		
2025	653	198	145	44	97	0	0	115	16	1	0	1	2	2	0	1	11	0	0	0	1	1040	249	1289		
2026	663	201	147	45	99	0	0	122	17	2	0	1	2	2	0	1	12	0	0	0	1	1056	259	1315		
2027	674	204	149	45	100	0	0	129	18	2	0	1	2	2	0	1	12	0	0	0	1	1072	270	1342		
2028	684	207	151	46	102	0	0	136	19	2	0	1	2	3	0	1	13	0	0	0	2	1088	281	1369		
2029	694	210	154	47	103	0	0	144	21	2	0	1	2	3	0	1	14	0	0	0	2	1105	293	1398		
2030	705	214	156	47	105	0	0	153	22	2	0	1	2	3	0	1	15	0	0	0	2	1121	306	1427		
2031	715	217	158	48	107	0	0	162	23	2	0	1	3	3	0	1	16	0	0	0	2	1138	319	1458		
2032	726	220	161	49	108	0	0	171	24	2	0	1	3	3	0	2	16	0	0	0	2	1156	334	1489		
2033	737	223	163	49	110	0	0	181	26	2	0	1	3	3	0	2	17	0	0	0	2	1173	348	1522		
2034	749	227	166	50	112	0	0	192	27	2	0	1	3	4	0	2	18	0	0	0	2	1191	364	1555		
2035	760	230	168	51	113	0	0	203	29	3	0	1	3	4	1	2	20	0	0	0	2	1209	381	1590		
2036	771	234	171	52	115	0	0	215	31	3	0	1	3	4	1	2	21	0	0	0	2	1228	398	1626		
2037	783	237	173	53	117	0	0	228	32	3	0	1	4	4	1	2	22	0	0	0	3	1246	416	1663		

Se asume el 5% de Trafico generado tanto para vehiculos ligeros y pesados, ejecutado la obra

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 4.2-2, TRAFICO GENERADO
AV. CAMPOY TRAMO AV. LOS PROCERES – AV. VICTOR BRAVO, ESTACION E2**

AÑO	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			Semi trayler						Trayler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL				
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3			
2017																											
2018																											
2019	482	42	101	17	62	1	0	58	8	1	0	1	0	1	0	1	7	0	0	0	0	642	139	781			
2020	489	42	102	18	63	1	0	61	8	1	0	1	0	1	0	1	7	0	0	0	0	652	144	796			
2021	497	43	104	18	64	1	0	65	9	1	0	1	0	1	0	1	8	0	0	0	0	662	150	812			
2022	504	44	106	18	65	1	0	68	9	1	0	1	0	1	0	1	8	0	0	0	0	672	156	828			
2023	512	44	107	19	66	1	0	72	10	1	0	1	0	1	0	1	9	0	0	0	0	682	162	844			
2024	520	45	109	19	67	1	0	77	10	1	0	1	0	1	0	1	9	0	0	0	0	692	169	861			
2025	528	46	110	19	68	1	0	81	11	2	0	1	0	1	0	1	10	0	0	0	0	703	176	879			
2026	536	46	112	19	69	1	0	86	12	2	0	1	0	1	0	1	10	0	0	0	0	714	183	897			
2027	544	47	114	20	70	1	0	91	12	2	0	1	0	1	0	1	11	0	0	0	0	724	191	915			
2028	552	48	116	20	71	1	0	96	13	2	0	1	0	1	0	1	12	0	0	0	0	735	199	934			
2029	560	49	117	20	72	1	0	102	14	2	0	1	0	1	0	1	12	0	0	0	0	747	208	954			
2030	569	49	119	21	73	1	0	108	15	2	0	1	0	1	0	1	13	0	0	0	0	758	217	975			
2031	578	50	121	21	74	1	0	114	15	2	0	1	0	2	0	1	14	0	0	0	0	770	226	996			
2032	586	51	123	21	75	1	0	121	16	2	0	1	0	2	0	2	15	0	0	0	0	781	236	1017			
2033	595	52	125	22	76	1	0	128	17	2	0	1	1	2	0	2	16	0	0	0	1	793	247	1040			
2034	604	52	127	22	77	1	0	136	18	3	0	1	1	2	0	2	16	0	0	0	1	805	258	1063			
2035	613	53	128	22	79	1	0	144	19	3	0	1	1	2	0	2	17	0	0	0	1	817	269	1087			
2036	623	54	130	23	80	1	0	152	21	3	0	1	1	2	0	2	18	0	0	0	1	830	282	1112			
2037	632	55	132	23	81	1	0	161	22	3	0	1	1	2	0	2	20	0	0	0	1	842	295	1137			

Se asume el 5% de Trafico generado tanto para vehiculos ligeros y pesados, ejecutado la obra

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 4.2-2, TRAFICO GENERADO
AV. CAMPOY TRAMO AV. VICTOR BRAVO – PUENTE HUAYCOLORO, ESTACION E3**

AÑO	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			8x4	Semi trayler					Trayler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL			
					B2	B3	B4	C2	C3	C4		T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3		
2017																										
2018																										
2019	461	44	109	21	71	0	0	54	6	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	635	138	773			
2020	468	45	111	21	72	0	0	57	6	1	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	644	143	787			
2021	475	46	113	21	73	0	0	61	6	1	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	654	148	802			
2022	482	46	114	22	74	0	0	64	7	1	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	664	154	818			
2023	489	47	116	22	75	0	0	68	7	1	0	1	0	0	1	6	0	0	0	0	674	160	834			
2024	497	48	118	22	76	0	0	72	7	1	0	1	0	0	1	6	0	0	0	0	685	166	850			
2025	504	48	120	23	77	0	0	76	8	1	0	1	1	0	1	6	0	0	0	0	695	172	867			
2026	512	49	122	23	78	1	0	81	8	1	0	1	1	1	1	7	0	0	0	0	705	179	884			
2027	520	50	123	23	80	1	0	85	9	1	0	1	1	1	1	7	0	0	0	0	716	186	902			
2028	528	51	125	24	81	1	0	90	9	1	0	1	1	1	1	8	0	0	0	0	727	193	920			
2029	536	51	127	24	82	1	0	96	10	1	0	1	1	1	1	8	0	0	0	0	738	201	939			
2030	544	52	129	24	83	1	0	101	10	2	0	1	1	1	1	8	0	0	0	0	749	209	959			
2031	552	53	131	25	85	1	0	107	11	2	0	1	1	1	1	9	0	0	0	0	761	218	979			
2032	560	54	133	25	86	1	0	114	12	2	0	1	1	1	1	10	0	0	0	0	772	227	999			
2033	569	55	135	25	87	1	0	120	12	2	0	1	1	1	1	10	0	0	0	0	784	236	1021			
2034	578	55	137	26	88	1	0	127	13	2	0	1	1	1	1	11	0	0	0	0	796	247	1042			
2035	586	56	139	26	90	1	0	135	14	2	0	1	1	1	1	11	0	0	0	0	808	257	1065			
2036	595	57	141	27	91	1	0	143	15	2	0	1	1	1	1	12	0	0	0	0	820	268	1089			
2037	604	58	143	27	93	1	0	151	15	2	0	1	1	1	1	13	0	0	0	0	833	280	1113			

Se asume el 5% de Trafico generado tanto para vehiculos ligeros y pesados, ejecutado la obra

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO Nº 4.3-1, TRAFICO TOTAL
AV. CAMPOY TRAMO AV. GRAN CHIMU – AV. LOS PROCERES, ESTACION E1**

AÑO	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			8x4	Semi trayler					Trayler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
					B2	B3	B4	C2	C3	C4		T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	≥ T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				≥ C3R3
2017	11760	3564	2601	789	1753	4	1	1540	219	20	0	7	25	29	4	14	148	1	1	0	17	18714	3783	22497
2018	11939	3618	2641	801	1780	4	1	1630	232	21	0	7	26	31	4	15	157	1	1	0	18	18998	3929	22927
2019	12717	3854	2813	853	1896	4	1	1808	257	23	0	8	29	34	5	16	174	1	1	0	20	20237	4278	24515
2020	12910	3913	2855	866	1924	4	1	1914	272	25	0	9	31	36	5	17	184	1	1	0	21	20545	4446	24991
2021	13107	3972	2899	879	1954	4	1	2026	288	26	0	9	33	38	5	18	195	1	1	0	22	20857	4623	25480
2022	13306	4033	2943	893	1983	5	1	2145	305	28	0	10	35	40	6	19	206	1	1	0	24	21174	4810	25984
2023	13508	4094	2988	906	2014	5	1	2271	323	29	0	10	37	43	6	21	218	1	1	0	25	21496	5005	26501
2024	13713	4156	3033	920	2044	5	1	2404	342	31	0	11	39	45	6	22	231	2	2	0	27	21823	5211	27034
2025	13922	4219	3079	934	2075	5	1	2545	362	33	0	12	41	48	7	23	245	2	2	0	28	22154	5428	27582
2026	14134	4283	3126	948	2107	5	1	2695	383	35	0	12	44	51	7	24	259	2	2	0	30	22491	5656	28147
2027	14348	4348	3173	963	2139	5	1	2853	406	37	0	13	46	54	7	26	274	2	2	0	31	22833	5896	28729
2028	14566	4415	3222	977	2171	5	1	3020	430	39	0	14	49	57	8	27	290	2	2	0	33	23180	6149	29329
2029	14788	4482	3271	992	2204	5	1	3198	455	42	0	15	52	60	8	29	307	2	2	0	35	23532	6415	29948
2030	15013	4550	3320	1007	2238	5	1	3385	481	44	0	15	55	64	9	31	325	2	2	0	37	23890	6696	30586
2031	15241	4619	3371	1023	2272	5	1	3584	510	47	0	16	58	67	9	33	344	2	2	0	40	24253	6991	31244
2032	15473	4689	3422	1038	2306	5	1	3795	540	49	0	17	62	71	10	34	365	2	2	0	42	24622	7303	31924
2033	15708	4760	3474	1054	2341	5	1	4017	571	52	0	18	65	76	10	37	386	3	3	0	44	24996	7631	32627
2034	15946	4833	3527	1070	2377	5	1	4253	605	55	0	19	69	80	11	39	409	3	3	0	47	25376	7976	33352
2035	16189	4906	3581	1086	2413	6	1	4503	640	58	0	20	73	85	12	41	433	3	3	0	50	25762	8341	34103
2036	16435	4981	3635	1103	2450	6	1	4767	678	62	0	22	77	90	12	43	458	3	3	0	53	26153	8725	34878
2037	16685	5056	3690	1119	2487	6	1	5047	718	66	0	23	82	95	13	46	485	3	3	0	56	26551	9130	35681

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 4.3-2, TRAFICO TOTAL
AV. CAMPOY TRAMO AV. LOS PROCERES – AV. VICTOR BRAVO, ESTACION E2**

AÑO	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			Semi trayler						Trayler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3
2017	9493	823	1988	345	1216	13	1	1090	147	20	0	10	4	14	3	14	132	0	1	0	4	12650	2671	15321
2018	9638	836	2019	350	1234	14	1	1154	156	21	0	11	5	15	3	15	140	0	1	0	5	12842	2775	15617
2019	10266	890	2150	373	1315	14	1	1279	173	24	0	12	5	17	4	16	155	0	1	0	5	13679	3022	16701
2020	10422	904	2183	378	1335	15	2	1354	183	25	0	12	6	18	4	17	164	0	1	0	6	13887	3141	17029
2021	10580	918	2216	384	1355	15	2	1434	194	27	0	13	6	19	4	18	174	0	1	0	6	14098	3267	17365
2022	10741	932	2250	390	1376	15	2	1518	205	28	0	14	6	20	4	19	184	0	1	0	6	14313	3399	17712
2023	10905	946	2284	396	1397	15	2	1607	217	30	0	15	7	21	5	20	195	1	2	0	7	14530	3538	18068
2024	11070	960	2319	402	1418	16	2	1701	230	32	0	16	7	22	5	21	206	1	2	0	7	14751	3684	18435
2025	11239	975	2354	408	1440	16	2	1801	243	33	0	16	7	24	5	23	218	1	2	0	7	14975	3838	18813
2026	11409	990	2390	414	1461	16	2	1907	257	35	0	17	8	25	5	24	231	1	2	0	8	15203	4000	19203
2027	11583	1005	2426	421	1484	16	2	2019	273	37	0	18	8	27	6	25	245	1	2	0	8	15434	4170	19605
2028	11759	1020	2463	427	1506	17	2	2137	289	40	0	20	9	28	6	27	259	1	2	0	9	15669	4350	20019
2029	11938	1035	2500	433	1529	17	2	2263	305	42	0	21	9	30	6	28	274	1	2	0	9	15907	4539	20446
2030	12119	1051	2538	440	1552	17	2	2396	323	44	0	22	10	32	7	30	290	1	2	0	10	16149	4738	20887
2031	12303	1067	2577	447	1576	17	2	2536	342	47	0	23	10	34	7	32	307	1	2	0	10	16394	4948	21342
2032	12490	1083	2616	454	1600	18	2	2685	362	50	0	25	11	35	8	34	325	1	3	0	11	16643	5169	21812
2033	12680	1100	2656	460	1624	18	2	2843	384	53	0	26	12	38	8	36	344	1	3	0	12	16896	5402	22298
2034	12873	1117	2696	467	1649	18	2	3010	406	56	0	27	12	40	9	38	365	1	3	0	12	17153	5647	22801
2035	13069	1134	2737	475	1674	18	2	3186	430	59	0	29	13	42	9	40	386	1	3	0	13	17414	5906	23320
2036	13267	1151	2779	482	1699	19	2	3373	455	63	0	31	14	45	10	42	409	1	3	0	14	17679	6179	23858
2037	13469	1168	2821	489	1725	19	2	3571	482	66	0	33	15	47	10	45	433	1	3	0	15	17947	6467	24414

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 4.3-3, TRAFICO TOTAL
AV. CAMPOY TRAMO AV. VICTOR BRAVO – PUENTE HUAYCOLORO, ESTACION E3**

AÑO	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			Semi trayer						Trayer				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3
2017	9075	871	2154	406	1390	9	3	1022	105	15	0	8	7	7	1	9	86	2	0	0	1	12505	2665	15170
2018	9213	884	2187	412	1411	9	3	1082	111	16	0	9	7	7	1	10	91	3	0	0	1	12696	2760	15456
2019	9813	942	2330	439	1503	10	4	1200	123	18	0	10	8	8	1	11	101	3	0	0	1	13523	2998	16522
2020	9963	956	2365	446	1525	10	4	1270	130	19	0	10	9	8	1	12	107	3	0	0	1	13729	3108	16837
2021	10114	970	2401	452	1549	10	4	1345	138	20	0	11	9	9	1	12	113	3	0	0	1	13938	3224	17162
2022	10268	985	2437	459	1572	10	4	1424	146	21	0	11	10	9	1	13	119	3	0	0	1	14149	3345	17495
2023	10424	1000	2474	466	1596	10	4	1507	154	23	0	12	10	10	1	14	126	4	1	0	1	14364	3473	17837
2024	10582	1015	2512	473	1620	10	4	1596	163	24	0	13	11	10	1	14	134	4	1	0	1	14583	3606	18189
2025	10743	1031	2550	480	1645	11	4	1690	173	26	0	14	11	11	1	15	142	4	1	0	1	14804	3747	18552
2026	10906	1046	2589	488	1670	11	4	1789	183	27	0	14	12	11	1	16	150	4	1	0	1	15030	3895	18924
2027	11072	1062	2628	495	1695	11	4	1894	194	29	0	15	13	12	1	17	159	4	1	0	1	15258	4050	19308
2028	11240	1079	2668	503	1721	11	4	2005	205	30	0	16	13	13	1	18	168	5	1	0	1	15490	4213	19703
2029	11411	1095	2709	510	1747	11	4	2123	217	32	0	17	14	14	1	19	178	5	1	0	1	15725	4385	20111
2030	11585	1112	2750	518	1774	11	4	2247	230	34	0	18	15	14	2	20	188	5	1	0	2	15964	4566	20530
2031	11761	1128	2792	526	1801	12	4	2379	243	36	0	19	16	15	2	22	200	6	1	0	2	16207	4756	20963
2032	11940	1146	2834	534	1828	12	5	2519	258	38	0	20	17	16	2	23	211	6	1	0	2	16453	4956	21410
2033	12121	1163	2877	542	1856	12	5	2667	273	40	0	21	18	17	2	24	224	6	1	0	2	16703	5167	21870
2034	12305	1181	2921	550	1884	12	5	2823	289	43	0	23	19	18	2	26	237	7	1	0	2	16957	5389	22346
2035	12492	1199	2965	559	1913	12	5	2989	306	45	0	24	20	19	2	27	251	7	1	0	2	17215	5623	22838
2036	12682	1217	3011	567	1942	12	5	3164	324	48	0	25	21	20	2	29	265	7	1	0	2	17477	5869	23346
2037	12875	1235	3056	576	1971	13	5	3350	343	51	0	27	22	21	2	30	281	8	1	0	2	17742	6128	23870

Fuente: Elaboración Propia

5. FACTORES DE CARGA Y EJES EQUIVALENTES (FCE, EE)

5.1 Factores de Carga Equivalente

Para obtener los Factores Destructivos del Pavimento o Factores de Carga Equivalente (FCE) y Eje Equivalentes (EE), se han empleado las ecuaciones vigentes en el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Los mismos que se indican a continuación:

$FEi = (Pi/6.6)^4$ para ejes simples de ruedas simples.

$FEi = (Pi/8.2)^4$ para ejes simples de ruedas dobles.

$FEi = (Pi/14.8)^4$ para ejes tándem (1 eje ruedas dobles+1 eje simple).

$FEi = (Pi/15.1)^4$ para ejes tándem (2 ejes de ruedas dobles).

$FEi = (Pi/20.7)^{3.9}$ para ejes tridem (2 ejes ruedas dobles+1 eje rueda simple).

$FEi = (Pi/21.8)^{3.9}$ para ejes tridem (3 ejes ruedas dobles).

Dónde:

FEi = Factor eje del rango

Pi = Carga Promedio en el rango i

La

Tabla 5.1-115.1-1 resume las configuraciones vehiculares de vehículos pesados y su impacto en la vía, de acuerdo con los pesos por ejes registrados, determinando así los Factores de Carga Equivalente.

Tabla 5.1-11: Factores de carga equivalencia por ejes y por tipo de vehículos (Método Instituto de Asfalto)

Tipo de Vehiculo	Factores
Bus 2E	4.503653709
Bus 3E	2.631311297
Bus 4E	3.896678045
Camión 2E	4.503653709
Camión 3E	3.284580203
Camión 4E	2.773550346
Camión 8x4	4.549946951
Semitrayler 2S1/2S2	6.522867163
Semitrayler 2S3	6.209679958
Semitrayler 3S1/3S2	5.303793656
Semitrayler 3S3	4.990606451
Trayler 2T2/2T3	9.761154124
Trayler 3T2	9.761154124
Trayler 3T3	8.542080617

Fuente: Elaboración propia y Ejes Equivalentes del RD N° 10-2014-MTC/14

Tabla 5.1-22: Factores de carga equivalencia por ejes y por tipo de vehículos (Método AASHTO)

Tipo de Vehículo	Factores
Bus 2E	3.54219399
Bus 3E	1.820968202
Bus 4E	1.69167494
Camión 2E	3.54219399
Camión 3E	2.512885259
Camión 4E	1.861513864
Camión 8x4	3.476471863
Semitrailer 2S1/2S2	5.492332244
Semitrailer 2S3	5.322619881
Semitrailer 3S1/3S2	5.492332244
Semitrailer 3S3	4.286407987
Trayler 2T2/2T3	9.62125811
Trayler 3T2	9.62125811
Trayler 3T3	8.164213451

Fuente: Elaboración propia

5.2 Estimación de ejes equivalentes (EE EE).

Mediante el IMD contabilizado y los FEC establecidos, se ha procedido a realizar la estimación de EE anual y acumulado para 20 años como se pueden observar en el siguiente cuadro:

Tabla 5.2-1: Cálculo de Ejes Equivalentes Periodo de 20 años
Av. Campoy Tramo Av. Gran Chimú – Av. Los Próceres (Método Instituto de Asfalto)

		Omnibus			Camiones				Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	8x4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3/3S4	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2017	1753	4	1	1540	219	20	0	32	29	18	148	2	0	17	3783		
FCE x Fcpll		4.5037	2.6313	3.8967	4.504	3.285	2.774	4.550	6.5229	6.210	6.5229	4.9906	9.761	9.761	8.542			
Tasa crecimiento = R		1.52	1.52	1.52	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87			
R/100 = r		0.015	0.015	0.015	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059			
Factor de Crecimiento		1.015	1.015	1.015	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059			
Días del año		365	365	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2.5	2017	1,152,656	1537	569	1,012,601	105,021	8,121	0	30,475	26,292	17,142	107,837	2,850	0	21,201	2,486,303	2,486,303	2.49E+06
	2018	1,170,211	1560	578	1,072,041	111,186	8,598	0	32,264	27,835	18,148	114,167	3,018	0	22,446	2,582,051	5,068,354	5.07E+06
Trafico Generado 5%	2019	1,896	4	1	1,808	257	23	0	38	34	21	174	2	0	20	4,278		
	2019	1,246,472	1662	615	1,188,572	123,272	9,532	0	35,771	30,861	20,121	126,577	3,346	0	24,886	2,811,686	2,811,686	2.81E+06
	2020	1,265,456	1687	625	1,258,341	130,508	10,092	0	37,871	32,672	21,302	134,007	3,542	0	26,347	2,922,449	5,734,135	5.73E+06
	2021	1,284,729	1713	634	1,332,206	138,169	10,684	0	40,094	34,590	22,553	141,873	3,750	0	27,893	3,038,887	8,773,022	8.77E+06
	2022	1,304,295	1739	644	1,410,406	146,279	11,311	0	42,447	36,621	23,876	150,201	3,970	0	29,531	3,161,320	11,934,343	1.19E+07
	2023	1,324,159	1765	654	1,493,197	154,866	11,975	0	44,939	38,770	25,278	159,018	4,203	0	31,264	3,290,089	15,224,431	1.52E+07
	2024	1,344,326	1792	664	1,580,848	163,956	12,678	0	47,577	41,046	26,762	168,352	4,450	0	33,099	3,425,550	18,649,982	1.86E+07
	2025	1,364,801	1820	674	1,673,644	173,581	13,422	0	50,369	43,455	28,333	178,235	4,711	0	35,042	3,568,086	22,218,067	2.22E+07
	2026	1,385,586	1847	684	1,771,887	183,770	14,210	0	53,326	46,006	29,996	188,697	4,987	0	37,099	3,718,096	25,936,163	2.59E+07
	2027	1,406,689	1875	694	1,875,896	194,557	15,044	0	56,456	48,707	31,757	199,774	5,280	0	39,277	3,876,007	29,812,170	2.98E+07
	2028	1,428,113	1904	705	1,986,011	205,978	15,928	0	59,770	51,566	33,621	211,500	5,590	0	41,582	4,042,268	33,854,438	3.39E+07
	2029	1,449,863	1933	716	2,102,590	218,068	16,863	0	63,279	54,593	35,594	223,915	5,918	0	44,023	4,217,356	38,071,794	3.81E+07
	2030	1,471,944	1962	727	2,226,012	230,869	17,852	0	66,993	57,798	37,684	237,059	6,266	0	46,607	4,401,774	42,473,568	4.25E+07
	2031	1,494,362	1992	738	2,356,679	244,421	18,900	0	70,926	61,190	39,896	250,975	6,634	0	49,343	4,596,056	47,069,623	4.71E+07
	2032	1,517,121	2023	749	2,495,016	258,769	20,010	0	75,089	64,782	42,238	265,707	7,023	0	52,240	4,800,765	51,870,389	5.19E+07
	2033	1,540,227	2053	760	2,641,474	273,958	21,184	0	79,497	68,585	44,717	281,304	7,435	0	55,306	5,016,501	56,886,889	5.69E+07
	2034	1,563,685	2085	772	2,796,528	290,040	22,428	0	84,163	72,611	47,342	297,816	7,872	0	58,553	5,243,893	62,130,782	6.21E+07
	2035	1,587,500	2116	784	2,960,685	307,065	23,744	0	89,104	76,873	50,121	315,298	8,334	0	61,990	5,483,612	67,614,395	6.76E+07
	2036	1,611,677	2149	795	3,134,477	325,090	25,138	0	94,334	81,385	53,063	333,806	8,823	0	65,628	5,736,366	73,350,760	7.34E+07
	2037	1,636,223	2181	808	3,318,471	344,173	26,614	0	99,871	86,163	56,178	353,401	9,341	0	69,481	6,002,903	79,353,663	7.94E+07

Fuente: Elaboracion Propia

Cálculo de Ejes Equivalentes Periodo de 20 años (Método AASHTO)

		Omnibus			Camiones				Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	8x4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3/3S4	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2017	1753	4	1	1540	219	20	0	32	29	18	148	2	0	17	3783		
Factores Destructivos		3.5422	1.8210	1.6917	3.542	2.513	1.862	3.476	5.4923	5.323	5.4923	4.2864	9.621	9.621	8.164			
Tasa crecimiento = R		1.52	1.52	1.52	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87			
R/100 = r		0.015	0.015	0.015	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059			
Factor de Crecimiento		1.015	1.015	1.015	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059			
Días del año		365	365	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2.5	2017	906,582	1063	247	796,427	80,347	5,451	0	25,660	22,536	14,434	92,621	2,809	0	20,264	1,968,441	1,968,441	1.97E+06
	2018	920,389	1080	251	843,177	85,063	5,770	0	27,166	23,859	15,281	98,058	2,974	0	21,453	2,044,522	4,012,963	4.01E+06
Trafico Generado 5%	2019	1,896	4	1	1,808	257	23	0	38	34	21	174	2	0	20	4,278		
	2019	980,370	1150	267	934,831	94,310	6,398	0	30,119	26,452	16,942	108,716	3,298	0	23,785	2,226,638	2,226,638	2.23E+06
	2020	995,301	1168	271	989,705	99,846	6,773	0	31,887	28,005	17,937	115,098	3,491	0	25,181	2,314,663	4,541,301	4.54E+06
	2021	1,010,459	1185	275	1,047,801	105,707	7,171	0	33,759	29,649	18,990	121,854	3,696	0	26,659	2,407,205	6,948,506	6.95E+06
	2022	1,025,848	1203	279	1,109,307	111,912	7,592	0	35,741	31,389	20,104	129,007	3,913	0	28,224	2,504,520	9,453,026	9.45E+06
	2023	1,041,472	1222	284	1,174,423	118,481	8,037	0	37,839	33,232	21,284	136,580	4,143	0	29,881	2,606,878	12,059,904	1.21E+07
	2024	1,057,334	1240	288	1,243,362	125,436	8,509	0	40,060	35,183	22,534	144,597	4,386	0	31,635	2,714,563	14,774,467	1.48E+07
	2025	1,073,437	1259	292	1,316,347	132,799	9,009	0	42,412	37,248	23,856	153,085	4,643	0	33,492	2,827,879	17,602,346	1.76E+07
	2026	1,089,785	1278	297	1,393,616	140,594	9,538	0	44,901	39,434	25,257	162,071	4,916	0	35,458	2,947,146	20,549,492	2.05E+07
	2027	1,106,383	1298	301	1,475,422	148,847	10,097	0	47,537	41,749	26,739	171,585	5,205	0	37,539	3,072,702	23,622,194	2.36E+07
	2028	1,123,233	1318	306	1,562,029	157,584	10,690	0	50,327	44,200	28,309	181,657	5,510	0	39,743	3,204,906	26,827,099	2.68E+07
	2029	1,140,340	1338	311	1,653,720	166,834	11,318	0	53,281	46,794	29,971	192,320	5,834	0	42,076	3,344,136	30,171,235	3.02E+07
	2030	1,157,707	1358	315	1,750,793	176,628	11,982	0	56,409	49,541	31,730	203,609	6,176	0	44,546	3,490,795	33,662,030	3.37E+07
	2031	1,175,339	1379	320	1,853,565	186,996	12,685	0	59,720	52,449	33,593	215,561	6,538	0	47,160	3,645,306	37,307,336	3.73E+07
	2032	1,193,240	1400	325	1,962,369	197,972	13,430	0	63,226	55,528	35,565	228,214	6,922	0	49,929	3,808,119	41,115,455	4.11E+07
	2033	1,211,413	1421	330	2,077,560	209,593	14,218	0	66,937	58,787	37,652	241,611	7,329	0	52,860	3,979,711	45,095,166	4.51E+07
	2034	1,229,862	1443	335	2,199,513	221,896	15,053	0	70,866	62,238	39,862	255,793	7,759	0	55,962	4,160,584	49,255,750	4.93E+07
	2035	1,248,593	1465	340	2,328,625	234,922	15,936	0	75,026	65,892	42,202	270,808	8,214	0	59,247	4,351,271	53,607,021	5.36E+07
	2036	1,267,609	1487	345	2,465,315	248,712	16,872	0	79,430	69,759	44,680	286,705	8,696	0	62,725	4,552,335	58,159,356	5.82E+07
	2037	1,286,915	1510	351	2,610,029	263,311	17,862	0	84,093	73,854	47,302	303,534	9,207	0	66,407	4,764,375	62,923,731	6.29E+07

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.2-2: Cálculo de Ejes Equivalentes Periodo de 20 años
Av. Campoy Tramo Av. Los Próceres – Av. Víctor Bravo (Método Instituto de Asfalto)

		Omnibus			Camiones				Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	8x4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2017	1216	13	1	1090	147	20	0	14	14	17	132	1	0	4	2671		
FCE x Fcpl		4.5037	2.6313	3.8967	4.504	3.285	2.774	4.550	6.5229	6.210	6.5229	4.9906	9.761	9.761	8.542			
Tasa crecimiento = R		1.52	1.52	1.52	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87			
R/100 = r		0.015	0.015	0.015	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059			
Factor de Crecimiento		1.015	1.015	1.015	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059			
Días del año		365	365	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2.5	2017	799,554	5138	780	716,577	70,547	8,215	0	13,716	13,058	16,002	96,196	1,955	0	5,560	1,747,299	1,747,299	1.75E+06
	2018	811,731	5216	792	758,640	74,689	8,697	0	14,521	13,824	16,941	101,843	2,070	0	5,886	1,814,851	3,562,150	3.56E+06
Trafico Generado 5%	2019	1,315	14	1	1,279	173	24	0	17	17	20	155	2	0	5	3,022		
	2019	864,631	5556	844	841,104	82,807	9,643	0	16,100	15,327	18,783	113,207	2,295	0	6,526	1,976,822	1,976,822	1.98E+06
	2020	877,799	5641	857	890,477	87,668	10,209	0	17,045	16,226	19,886	119,852	2,429	0	6,909	2,054,997	4,031,819	4.03E+06
	2021	891,168	5727	870	942,748	92,814	10,808	0	18,045	17,179	21,053	126,887	2,572	0	7,314	2,137,185	6,169,004	6.17E+06
	2022	904,740	5814	883	998,088	98,262	11,443	0	19,105	18,187	22,289	134,335	2,723	0	7,744	2,223,612	8,392,616	8.39E+06
	2023	918,519	5902	896	1,056,675	104,030	12,114	0	20,226	19,255	23,597	142,221	2,883	0	8,198	2,314,518	10,707,135	1.07E+07
	2024	932,509	5992	910	1,118,702	110,137	12,825	0	21,413	20,385	24,982	150,569	3,052	0	8,680	2,410,157	13,117,291	1.31E+07
	2025	946,711	6083	924	1,184,370	116,602	13,578	0	22,670	21,582	26,449	159,408	3,231	0	9,189	2,510,797	15,628,088	1.56E+07
	2026	961,129	6176	938	1,253,893	123,446	14,375	0	24,001	22,849	28,001	168,765	3,421	0	9,729	2,616,722	18,244,811	1.82E+07
	2027	975,767	6270	952	1,327,496	130,693	15,219	0	25,410	24,190	29,645	178,671	3,621	0	10,300	2,728,234	20,973,045	2.10E+07
	2028	990,628	6366	967	1,405,420	138,364	16,113	0	26,901	25,610	31,385	189,159	3,834	0	10,904	2,845,651	23,818,696	2.38E+07
	2029	1,005,715	6463	982	1,487,918	146,486	17,058	0	28,481	27,113	33,227	200,263	4,059	0	11,544	2,969,310	26,788,006	2.68E+07
	2030	1,021,032	6561	997	1,575,259	155,085	18,060	0	30,152	28,705	35,178	212,018	4,297	0	12,222	3,099,566	29,887,572	2.99E+07
	2031	1,036,583	6661	1012	1,667,727	164,189	19,120	0	31,922	30,390	37,243	224,464	4,550	0	12,939	3,236,798	33,124,370	3.31E+07
	2032	1,052,370	6762	1027	1,765,622	173,827	20,242	0	33,796	32,173	39,429	237,640	4,817	0	13,699	3,381,404	36,505,774	3.65E+07
	2033	1,068,397	6865	1043	1,869,264	184,030	21,430	0	35,780	34,062	41,743	251,589	5,099	0	14,503	3,533,807	40,039,582	4.00E+07
	2034	1,084,669	6970	1059	1,978,990	194,833	22,688	0	37,880	36,061	44,194	266,358	5,399	0	15,354	3,694,455	43,734,037	4.37E+07
	2035	1,101,189	7076	1075	2,095,157	206,269	24,020	0	40,104	38,178	46,788	281,993	5,716	0	16,256	3,863,820	47,597,856	4.76E+07
	2036	1,117,960	7184	1091	2,218,143	218,377	25,430	0	42,458	40,419	49,534	298,546	6,051	0	17,210	4,042,403	51,640,260	5.16E+07
	2037	1,134,986	7293	1108	2,348,348	231,196	26,923	0	44,950	42,792	52,442	316,071	6,406	0	18,220	4,230,735	55,870,994	5.59E+07

Fuente: Elaboracion Propia

Cálculo de Ejes Equivalentes Periodo de 20 años (Método AASHTO)

		Omnibus			Camiones				Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	8x4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual ^a	2017	1216	13	1	1090	147	20	0	14	14	17	132	1	0	4	2671		
Factores Destructivos		3.5422	1.8210	1.6917	3.542	2.513	1.862	3.476	5.4923	5.323	5.4923	4.2864	9.621	9.621	8.164			
Tasa crecimiento = R		1.52	1.52	1.52	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87			
R/100 = r		0.015	0.015	0.015	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059			
Factor de Crecimiento		1.015	1.015	1.015	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059			
Días del año		365	365	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2.5	2017	628,862	3556	339	563,599	53,973	5,514	0	11,549	11,192	13,474	82,623	1,927	0	5,314	1,381,920	1,381,920	1.38E+06
	2018	638,439	3610	344	596,682	57,141	5,837	0	12,227	11,849	14,265	87,472	2,040	0	5,626	1,435,533	2,817,453	2.82E+06
Trafico Generado 5%	2019	1,315	14	1	1,279	173	24	0	17	17	20	155	2	0	5	3,022		
	2019	680,045	3845	366	661,542	63,352	6,472	0	13,556	13,137	15,816	97,233	2,262	0	6,237	1,563,863	1,563,863	1.56E+06
	2020	690,403	3904	372	700,374	67,071	6,852	0	14,352	13,908	16,744	102,940	2,394	0	6,603	1,625,917	3,189,780	3.19E+06
	2021	700,917	3963	378	741,486	71,008	7,254	0	15,194	14,725	17,727	108,983	2,535	0	6,991	1,691,161	4,880,941	4.88E+06
	2022	711,592	4023	383	785,012	75,176	7,680	0	16,086	15,589	18,767	115,380	2,684	0	7,401	1,759,775	6,640,716	6.64E+06
	2023	722,430	4085	389	831,092	79,589	8,131	0	17,031	16,504	19,869	122,153	2,841	0	7,836	1,831,949	8,472,665	8.47E+06
	2024	733,433	4147	395	879,877	84,261	8,608	0	18,030	17,473	21,035	129,323	3,008	0	8,296	1,907,886	10,380,550	1.04E+07
	2025	744,603	4210	401	931,526	89,207	9,113	0	19,089	18,499	22,270	136,914	3,185	0	8,783	1,987,799	12,368,349	1.24E+07
	2026	755,943	4274	407	986,206	94,443	9,648	0	20,209	19,585	23,577	144,951	3,372	0	9,298	2,071,914	14,440,264	1.44E+07
	2027	767,456	4339	413	1,044,096	99,987	10,215	0	21,395	20,734	24,961	153,460	3,569	0	9,844	2,160,471	16,600,735	1.66E+07
	2028	779,144	4405	420	1,105,385	105,856	10,814	0	22,651	21,951	26,427	162,468	3,779	0	10,422	2,253,723	18,854,458	1.89E+07
	2029	791,011	4472	426	1,170,271	112,070	11,449	0	23,981	23,240	27,978	172,005	4,001	0	11,034	2,351,937	21,206,395	2.12E+07
	2030	803,058	4540	433	1,238,966	118,649	12,121	0	25,389	24,604	29,620	182,102	4,236	0	11,681	2,455,398	23,661,793	2.37E+07
	2031	815,288	4610	439	1,311,693	125,613	12,833	0	26,879	26,048	31,359	192,791	4,484	0	12,367	2,564,405	26,226,198	2.62E+07
	2032	827,705	4680	446	1,388,690	132,987	13,586	0	28,457	27,577	33,200	204,108	4,748	0	13,093	2,679,275	28,905,474	2.89E+07
	2033	840,311	4751	453	1,470,206	140,793	14,383	0	30,127	29,196	35,148	216,089	5,026	0	13,861	2,800,346	31,705,819	3.17E+07
	2034	853,109	4823	460	1,556,507	149,058	15,228	0	31,896	30,910	37,212	228,773	5,321	0	14,675	2,927,971	34,633,791	3.46E+07
	2035	866,102	4897	467	1,647,874	157,807	16,121	0	33,768	32,724	39,396	242,202	5,634	0	15,537	3,062,529	37,696,320	3.77E+07
	2036	879,293	4972	474	1,744,604	167,071	17,068	0	35,750	34,645	41,708	256,420	5,964	0	16,449	3,204,417	40,900,736	4.09E+07
	2037	892,684	5047	481	1,847,012	176,878	18,070	0	37,849	36,679	44,157	271,472	6,314	0	17,414	3,354,057	44,254,793	4.43E+07

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla 5.2-3: Cálculo de Ejes Equivalentes Periodo de 20 años
Av. Campoy Tramo Av. Víctor Bravo – Puente Huaycoloro (Método Instituto de Asfalto)

		Omnibus			Camiones				Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	8x4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3/3S4	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2017	1390	9	3	1022	105	15	0	15	7	10	86	3	0	1	2665		
FCE x Fcpll		4.5037	2.6313	3.8967	4.504	3.285	2.774	4.550	6.5229	6.210	6.5229	4.9906	9.761	9.761	8.542			
Tasa crecimiento = R		1.52	1.52	1.52	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87			
R/100 = r		0.015	0.015	0.015	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059			
Factor de Crecimiento		1.015	1.015	1.015	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059			
Días del año		365	365	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2.5	2017	913,647	3425	1951	672,158	50,156	6,266	0	14,369	5,907	9,471	62,465	3,910	0	1,259	1,744,984	1,744,984	1.74E+06
	2018	927,562	3477	1981	711,613	53,100	6,634	0	15,213	6,254	10,027	66,132	4,139	0	1,333	1,807,464	3,552,448	3.55E+06
Traffic Generado 5%	2019	1,503	10	4	1,200	123	18	0	18	8	12	101	3	0	1	2,998		
	2019	988,010	3704	2110	788,966	58,872	7,355	0	16,866	6,934	11,116	73,320	4,589	0	1,004	1,962,846	1,962,846	1.96E+06
	2020	1,003,057	3760	2142	835,278	62,328	7,786	0	17,856	7,341	11,769	77,624	4,858	0	1,063	2,034,863	3,997,709	4.00E+06
	2021	1,018,334	3818	2174	884,309	65,987	8,244	0	18,905	7,771	12,460	82,181	5,144	0	1,125	2,110,451	6,108,160	6.11E+06
	2022	1,033,843	3876	2208	936,218	69,860	8,727	0	20,014	8,228	13,191	87,005	5,446	0	1,191	2,189,806	8,297,966	8.30E+06
	2023	1,049,589	3935	2241	991,174	73,961	9,240	0	21,189	8,711	13,966	92,112	5,765	0	1,261	2,273,143	10,571,109	1.06E+07
	2024	1,065,574	3995	2275	1,049,355	78,302	9,782	0	22,433	9,222	14,785	97,519	6,104	0	1,335	2,360,682	12,931,791	1.29E+07
	2025	1,081,802	4056	2310	1,110,953	82,899	10,356	0	23,750	9,763	15,653	103,243	6,462	0	1,414	2,452,661	15,384,452	1.54E+07
	2026	1,098,278	4117	2345	1,176,165	87,765	10,964	0	25,144	10,336	16,572	109,304	6,841	0	1,497	2,549,329	17,933,781	1.79E+07
	2027	1,115,005	4180	2381	1,245,206	92,917	11,608	0	26,620	10,943	17,545	115,720	7,243	0	1,585	2,650,952	20,584,733	2.06E+07
	2028	1,131,987	4244	2417	1,318,300	98,371	12,289	0	28,182	11,585	18,575	122,513	7,668	0	1,678	2,757,808	23,342,542	2.33E+07
	2029	1,149,227	4308	2454	1,395,684	104,145	13,011	0	29,837	12,265	19,665	129,704	8,118	0	1,776	2,870,195	26,212,736	2.62E+07
	2030	1,166,729	4374	2491	1,477,611	110,259	13,774	0	31,588	12,985	20,819	137,318	8,595	0	1,880	2,988,424	29,201,161	2.92E+07
	2031	1,184,499	4441	2529	1,564,347	116,731	14,583	0	33,442	13,748	22,042	145,378	9,099	0	1,991	3,112,829	32,313,989	3.23E+07
	2032	1,202,539	4508	2568	1,656,174	123,583	15,439	0	35,405	14,555	23,335	153,912	9,633	0	2,108	3,243,759	35,557,748	3.56E+07
	2033	1,220,853	4577	2607	1,753,391	130,837	16,345	0	37,484	15,409	24,705	162,947	10,199	0	2,231	3,381,585	38,939,333	3.89E+07
	2034	1,239,447	4647	2647	1,856,315	138,517	17,305	0	39,684	16,314	26,155	172,512	10,797	0	2,362	3,526,701	42,466,034	4.25E+07
	2035	1,258,324	4717	2687	1,965,281	146,648	18,320	0	42,014	17,271	27,691	182,638	11,431	0	2,501	3,679,523	46,145,557	4.61E+07
	2036	1,277,488	4789	2728	2,080,643	155,257	19,396	0	44,480	18,285	29,316	193,359	12,102	0	2,648	3,840,490	49,986,047	5.00E+07
	2037	1,296,944	4862	2769	2,202,777	164,370	20,534	0	47,091	19,358	31,037	204,709	12,813	0	2,803	4,010,067	53,996,115	5.40E+07

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de Ejes Equivalentes Periodo de 20 años (Método AASHTO)

		Omnibus			Camiones				Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	8x4	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3/3S4	2T2/2T3	3T2	3T3			
Índice Medio Diario Anual*	2017	1390	9	3	1022	105	15	0	15	7	10	86	3	0	1	2665		
Factores Destructivos		3.5422	1.8210	1.6917	3.542	2.513	1.862	3.476	5.4923	5.323	5.4923	4.2864	9.621	9.621	8.164			
Tasa crecimiento = R		1.52	1.52	1.52	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87	5.87			
R/100 = r		0.015	0.015	0.015	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059			
Factor de Crecimiento		1.015	1.015	1.015	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059			
Días del año		365	365	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2.5	2017	718,598	2370	847	528,662	38,372	4,205	0	12,099	5,063	7,974	53,651	3,854	0	1,204	1,376,900	1,376,900	1.38E+06
	2018	729,542	2406	860	559,695	40,625	4,452	0	12,809	5,360	8,443	56,800	4,080	0	1,274	1,426,347	2,803,247	2.80E+06
Traico Generado 5%	2019	1,503	10	4	1,200	123	18	0	18	8	12	101	3	0	1	2,998		
	2019	777,085	2563	916	620,534	45,041	4,936	0	14,202	5,943	9,360	62,974	4,523	0	960	1,549,037	1,549,037	1.55E+06
	2020	788,920	2602	930	656,959	47,684	5,226	0	15,035	6,292	9,910	66,671	4,789	0	1,016	1,606,035	3,155,072	3.16E+06
	2021	800,935	2642	944	695,523	50,483	5,533	0	15,918	6,661	10,491	70,585	5,070	0	1,076	1,665,861	4,820,933	4.82E+06
	2022	813,134	2682	958	736,350	53,447	5,858	0	16,852	7,052	11,107	74,728	5,367	0	1,139	1,728,674	6,549,607	6.55E+06
	2023	825,518	2723	973	779,573	56,584	6,201	0	17,842	7,466	11,759	79,115	5,683	0	1,205	1,794,642	8,344,250	8.34E+06
	2024	838,090	2765	988	825,334	59,906	6,565	0	18,889	7,905	12,449	83,759	6,016	0	1,276	1,863,942	10,208,192	1.02E+07
	2025	850,855	2807	1003	873,782	63,422	6,951	0	19,998	8,368	13,180	88,675	6,369	0	1,351	1,936,761	12,144,952	1.21E+07
	2026	863,813	2849	1018	925,073	67,145	7,359	0	21,171	8,860	13,954	93,880	6,743	0	1,430	2,013,296	14,158,248	1.42E+07
	2027	876,969	2893	1034	979,374	71,086	7,791	0	22,414	9,380	14,773	99,391	7,139	0	1,514	2,093,759	16,252,007	1.63E+07
	2028	890,325	2937	1049	1,036,864	75,259	8,248	0	23,730	9,930	15,640	105,225	7,558	0	1,603	2,178,370	18,430,376	1.84E+07
	2029	903,885	2982	1065	1,097,727	79,677	8,732	0	25,123	10,513	16,558	111,402	8,002	0	1,697	2,267,364	20,697,741	2.07E+07
	2030	917,651	3027	1082	1,162,164	84,354	9,245	0	26,598	11,130	17,530	117,941	8,471	0	1,797	2,360,991	23,058,731	2.31E+07
	2031	931,627	3073	1098	1,230,383	89,306	9,788	0	28,159	11,784	18,559	124,865	8,969	0	1,903	2,459,512	25,518,243	2.55E+07
	2032	945,815	3120	1115	1,302,607	94,548	10,362	0	29,812	12,476	19,649	132,194	9,495	0	2,014	2,563,206	28,081,450	2.81E+07
	2033	960,220	3167	1132	1,379,070	100,098	10,970	0	31,562	13,208	20,802	139,954	10,052	0	2,133	2,672,368	30,753,817	3.08E+07
	2034	974,844	3216	1149	1,460,021	105,973	11,614	0	33,414	13,983	22,023	148,169	10,643	0	2,258	2,787,308	33,541,125	3.35E+07
	2035	989,691	3265	1166	1,545,724	112,194	12,296	0	35,376	14,804	23,316	156,867	11,267	0	2,390	2,908,357	36,449,482	3.64E+07
	2036	1,004,764	3314	1184	1,636,458	118,780	13,018	0	37,452	15,673	24,685	166,075	11,929	0	2,531	3,035,863	39,485,345	3.95E+07
	2037	1,020,067	3365	1202	1,732,518	125,752	13,782	0	39,651	16,593	26,134	175,824	12,629	0	2,679	3,170,195	42,655,540	4.27E+07

Fuente: Elaboracion Propia

Validez de experto 1

Fibra de acero en concreto de pavimento rígido Av.

MACCAFERRI

DISEÑO ESTRUCTURAL - RESUMEN

Nombre del Proyecto:	Fibra de acero en concreto	Localización:	Av. Campoy, tramo Gran
Contratista:	MUNICIPALIDAD DE LIMA	Autor:	Zegarra Aliaga, German
Área Total:	3.2 m²	Metodo de Diseño:	TR34/3
Cliente:		Norma:	EC 2 / TR34/3
Notas:			

La siguiente información ha sido sometida por el autor del presente diseño estructural

Información del sistema

Espesor de la losa:	250 mm	Clase de concreto:	C 40/50
Factor de encogimiento:	0.40 ‰	Momento primera fis./MOR:	4.64 MPa
Coeficiente de Fricción:	1.3	Módulo de Young:	35220 MPa
Espaciamiento de juntas X:	3.60 m	Módulo de Poisson:	0.16
Espaciamiento de juntas Y:	3.00 m	Diferencia de temp.:	12.00 °C
Tipo de construcción:	Con juntas de control	Mód. reacción:	0.064 N/mm³
Tipo de Fibra de Acero:	FF1	Factor de segur. de CFR:	1.50
Dosif. de fibra de acero:	25 kg/m³	Tipo de fibra de PP:	0
		Dos. de fibra de PP:	0 g/m³

Carga uniforme

Carga del bloque:	0.00 kN/m²
Coef. de segur. parcial:	1.50
Carga lineal:	0 kN/m
Coef. de segur. parcial:	1.50

Cargas puntuales simples o dobles

Carga P1:	0 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.35
Carga P2:	0.00 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.35
Distancia P1 y P2:	0 mm

Montacarga

Tipo:	Definido por el usuario
Peso:	0 kN
Carga máxima por rueda:	0.00 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.60

Camión

Tipo:	T3se3
Peso:	470.74 kN
Carga máxima por rueda:	176.53 kN
Área de contacto:	120000 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.60

Sistema de Estanterías

Carga del pie:	0 kN
Área de contacto:	0 mm²
Distancia entre pie x:	0 mm
Distancia entre pie y:	0 mm
Distancia entre pie z:	0 mm
Coef. de segur. parcial:	1.35

CÁLCULO EN EL ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

Cálculo de la capacidad a flexión

Caso de carga más crítica: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: **---**

Combinación con restricción por encogimiento y temperatura a largo plazo

Máxima carga: **282.45 kN**
Cap. de carga última a flexión: **499.20 kN**
Factor de seguridad global: **1.77**

Cálculo de la capacidad cortante por punzonamiento

Verificación de la capacidad cortante por punzonamiento en la cara del área cargada

Caso de carga rodante: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: **---**
Esfuerzo adm. por cortante: **6.72 MPa**
Máxima carga por punzonado: **282.45 kN**
Cap. última de carga por punz.: **2016.00 kN**
Factor de seguridad global: **7.14**

Verificación de la capacidad cortante por punzonamiento en el perímetro crítico

Caso de carga rodante: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: **---**
Esfuerzo admisible por cortante: **0.76 MPa**
Máxima carga por punzonado: **282.45 kN**
Cap. última de carga por punz.: **563.83 kN**
Factor de seguridad global: **2.00**

CÁLCULO EN EL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Caso de carga: TEMPERATURA DE HIDRATACION / ENCOGIMIENDO UNIFORME

Fuerza normal y esfuerzo debido a la contracción y fricción sobre la subbase (concreto fresco).

Fuerza normal: **14.04 kN/m**

Esfuerzo: **0.06 MPa**

Resistencia a edad temprana: **0.56 MPa**

Factor de seguridad global: **9.94**

Propuesta Técnica

Conclusión del diseño estructural para la losa reforzada con fibras de acero Wirand®:

Espesor de la losa: **250 mm**

Clase de Concreto: **C 40/50**

Tipo de fibra: **FF1**

Dosificación: **25 kg/m³**

Tipo de fibra de PP: **0**

Dosificación de fibra de PP: **0 g/m³**

Fecha: **15/11/2019**


ENRIQUE
HURTADO DE MENDOZA NUÑEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 186893

Verificación del diseño por: _____

Validez de experto 2

Fibra de acero en concreto de pavimento rígido Av.

MACCAFERRI

DISEÑO ESTRUCTURAL - RESUMEN

Nombre del Proyecto:	Fibra de acero en concreto	Localización:	Av. Campoy, tramo Gran
Contratista:	MUNICIPALIDAD DE LIMA	Autor:	Zegarra Aliaga, German
Área Total:	3.2 m²	Metodo de Diseño:	TR34/3
Cliente:		Norma:	EC 2 / TR34/3
Notas:			

La siguiente información ha sido sometida por el autor del presente diseño estructural

Información del sistema

Espesor de la losa:	250 mm	Clase de concreto:	C 40/50
Factor de encogimiento:	0.40 ‰	Momento primera fis./MOR:	4.64 MPa
Coeficiente de Fricción:	1.3	Módulo de Young:	35220 MPa
Espaciamiento de juntas X:	3.60 m	Módulo de Poisson:	0.16
Espaciamiento de juntas Y:	3.00 m	Diferencia de temp.:	12.00 °C
Tipo de construcción:	Con juntas de control	Mód. reacción:	0.064 N/mm³
Tipo de Fibra de Acero:	FF1	Factor de segur. de CFR:	1.50
Dosif. de fibra de acero:	25 kg/m³	Tipo de fibra de PP:	0
		Dos. de fibra de PP:	0 g/m³

Carga uniforme

Carga del bloque:	0.00 kN/m²
Coef. de segur. parcial:	1.50
Carga lineal:	0 kN/m
Coef. de segur. parcial:	1.50

Cargas puntuales simples o dobles

Carga P1:	0 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.35
Carga P2:	0.00 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.35
Distancia P1 y P2:	0 mm

Montacarga

Tipo:	Definido por el usuario
Peso:	0 kN
Carga máxima por rueda:	0.00 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.60

Camión

Tipo:	T3se3
Peso:	470.74 kN
Carga máxima por rueda:	176.53 kN
Área de contacto:	120000 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.60

Sistema de Estanterías

Carga del pie:	0 kN
Área de contacto:	0 mm²
Distancia entre pie x:	0 mm
Distancia entre pie y:	0 mm
Distancia entre pie z:	0 mm
Coef. de segur. parcial:	1.35

CÁLCULO EN EL ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

Cálculo de la capacidad a flexión

Caso de carga más crítica: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: ---

Combinación con restricción por encogimiento y temperatura a largo plazo

Máxima carga: **282.45 kN**
Cap. de carga última a flexión: **499.20 kN**
Factor de seguridad global: **1.77**

Cálculo de la capacidad cortante por punzonamiento

Verificación de la capacidad cortante por punzonamiento en la cara del área cargada

Caso de carga rodante: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: ---
Esfuerzo adm. por cortante: **6.72 MPa**
Máxima carga por punzonado: **282.45 kN**
Cap. última de carga por punz.: **2016.00 kN**
Factor de seguridad global: **7.14**

Verificación de la capacidad cortante por punzonamiento en el perímetro crítico

Caso de carga rodante: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: ---
Esfuerzo admisible por cortante: **0.76 MPa**
Máxima carga por punzonado: **282.45 kN**
Cap. última de carga por punz.: **563.83 kN**
Factor de seguridad global: **2.00**

CÁLCULO EN EL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Caso de carga: TEMPERATURA DE HIDRATACION / ENCOGIMIENDO UNIFORME

Fuerza normal y esfuerzo debido a la contracción y fricción sobre la subbase (concreto fresco).

Fuerza normal: **14.04 kN/m**

Esfuerzo: **0.06 MPa**

Resistencia a edad temprana: **0.56 MPa**

Factor de seguridad global: **9.94**

Propuesta Técnica

Conclusión del diseño estructural para la losa reforzada con fibras de acero Wirand®:

Espesor de la losa: **250 mm**

Clase de Concreto: **C 40/50**

Tipo de fibra: **FF1**

Dosificación: **25 kg/m³**

Tipo de fibra de PP: **0**

Dosificación de fibra de PP: **0 g/m³**

Fecha: **15/11/2019**


MIGUEL ÁNGEL AGOSTA QUIÑEHE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 69692

Verificación del diseño por: _____

Validez de experto 3

Fibra de acero en concreto de pavimento rigido Av.

MACCAFERRI

DISEÑO ESTRUCTURAL - RESUMEN

Nombre del Proyecto:	Fibra de acero en concreto	Localización:	Av. Campoy, tramo Gran
Contratista:	MUNICIPALIDAD DE LIMA	Autor:	Zegarra Aliaga, German
Área Total:	3.2 m²	Metodo de Diseño:	TR34/3
Cliente:		Norma:	EC 2 / TR34/3
Notas:			

La siguiente información ha sido sometida por el autor del presente diseño estructural

Información del sistema

Espesor de la losa:	250 mm	Clase de concreto:	C 40/50
Factor de encogimiento:	0.40 %	Momento primera fis./MOR:	4.64 MPa
Coeficiente de Fricción:	1.3	Módulo de Young:	35220 MPa
Espaciamiento de juntas X:	3.60 m	Módulo de Poisson:	0.16
Espaciamiento de juntas Y:	3.00 m	Diferencia de temp.:	12.00 °C
Tipo de construcción:	Con juntas de control	Mód. reacción:	0.064 N/mm³
Tipo de Fibra de Acero:	FF1	Factor de segur. de CFR:	1.50
Dosif. de fibra de acero:	25 kg/m³	Tipo de fibra de PP:	0
		Dos. de fibra de PP:	0 g/m³

Carga uniforme

Carga del bloque:	0.00 kN/m²
Coef. de segur. parcial:	1.50
Carga lineal:	0 kN/m
Coef. de segur. parcial:	1.50

Cargas puntuales simples o dobles

Carga P1:	0 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.35
Carga P2:	0.00 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.35
Distancia P1 y P2:	0 mm

Montacarga

Tipo:	Definido por el usuario
Peso:	0 kN
Carga máxima por rueda:	0.00 kN
Área de contacto:	0 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.60

Camión

Tipo:	T3se3
Peso:	470.74 kN
Carga máxima por rueda:	176.53 kN
Área de contacto:	120000 mm²
Coef. de segur. parcial:	1.60

Sistema de Estanterías

Carga del pie:	0 kN
Área de contacto:	0 mm²
Distancia entre pie x:	0 mm
Distancia entre pie y:	0 mm
Distancia entre pie z:	0 mm
Coef. de segur. parcial:	1.35

CÁLCULO EN EL ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

Cálculo de la capacidad a flexión

Caso de carga más crítica: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: ---

Combinación con restricción por encogimiento y temperatura a largo plazo

Máxima carga: **282.45 kN**
Cap. de carga última a flexión: **499.20 kN**
Factor de seguridad global: **1.77**

Cálculo de la capacidad cortante por punzonamiento

Verificación de la capacidad cortante por punzonamiento en la cara del área cargada

Caso de carga rodante: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: ---
Esfuerzo adm. por cortante: **6.72 MPa**
Máxima carga por punzonado: **282.45 kN**
Cap. última de carga por punz.: **2016.00 kN**
Factor de seguridad global: **7.14**

Verificación de la capacidad cortante por punzonamiento en el perímetro crítico

Caso de carga rodante: **Camión**
Posición de la carga: **Interior**
Tipo de Junta: ---
Esfuerzo admisible por cortante: **0.76 MPa**
Máxima carga por punzonado: **282.45 kN**
Cap. última de carga por punz.: **563.83 kN**
Factor de seguridad global: **2.00**

CÁLCULO EN EL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Caso de carga: TEMPERATURA DE HIDRATACION / ENCOGIMIENDO UNIFORME

Fuerza normal y esfuerzo debido a la contracción y fricción sobre la subbase (concreto fresco).

Fuerza normal: **14.04 kN/m**

Esfuerzo: **0.06 MPa**

Resistencia a edad temprana: **0.56 MPa**

Factor de seguridad global: **9.94**

Propuesta Técnica

Conclusión del diseño estructural para la losa reforzada con fibras de acero Wirand®:

Espesor de la losa: **250 mm**

Clase de Concreto: **C 40/50**

Tipo de fibra: **FF1**

Dosificación: **25 kg/m³**

Tipo de fibra de PP: **0**

Dosificación de fibra de PP: **0 g/m³**

Fecha: **15/11/2019**

Verificación del diseño por: _____


MIGUEL WIZER
OCHOA HERNANDEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154024

Información recaudada por los expedientes técnicos



Ubicación de área investigada

En la figura se estableció la ubicación del proyecto investigado del expediente técnico “Mejoramiento de La infraestructura vehicular y peatonal de la Av. Campoy, Tramo: Gran Chimú – Puente Huaycoloro – Distrito de San Juan de Lurigancho – Provincia de Lima -Lima.

Por otro lado, en cuanto a las fallas estructurales se evidenció que su pavimentación a lo largo del tramo presenta fisuras y agrietamientos, los cuales afectan la serviciabilidad y funcionalidad del tránsito vehicular de la vía estudiada.

Tabla
Evaluación de la vía investigada

PROGRESIVA		TIPO DE FALLA	MEDIDAS		TOTAL m2	NIVEL DE FALLA
INICIO	FIN		ANCHO	LARGO		
0+000	0+056	PIEL DE COCODRILO	6	56	336	ALTO
0+056	0+094	FALLAS MULTIPLES	6	38	228	MEDIO
0+094	0+270	FALLAS MULTIPLES	6	176	1056	ALTO
0+270	0+324	FALLAS MULTIPLES	6	54	324	MEDIO
0+324	0+385	PIEL DE COCODRILO	6	61	366	ALTO
0+385	0+439	DESGASTES	6	54	324	MEDIO
0+432	0+433	HUECO	0.25	0.4	0.1	ALTO
0+394	0+606	PIEL DE COCODRILO	6	212	1272	MEDIO
0+438	0+553	PIEL DE COCODRILO	7	115	805	BAJO
0+553	0+607	CORRUGACIONES	6	54	324	MEDIO
0+607	0+866	DESGASTES	7	259	1813	MEDIO
0+925	0+940	GRIETAS	3	15	45	ALTO
1+023	1+110	PIEL DE COCODRILO	6	87	522	MEDIO
608	1+485	DESGASTES	6	877	5262	MEDIO
1+429	1+430	HUECO	0.2	0.2	0.04	ALTO
1+450	1+451	HUECO	0.4	0.2	0.08	ALTO
1+479	1+480	HUECO	0.5	0.4	0.2	ALTO
1+485	2+355	PIEL DE COCODRILO	6	870	5220	ALTO
1+480	1+655	FALLAS MULTIPLES	6	175	1050	ALTO
1+655	1+828	GRIETAS EN BLOQUE	4.5	173	778.5	ALTO
1+828	2+355	PIEL DE COCODRILO	6	527	3162	ALTO
1+655	1+828	PARCHE	1.5	173	259.5	ALTO
2+355	3+265	FALLAS MULTIPLES	6	910	5460	ALTO
2+355	2+516	GRIETAS EN BLOQUE	6	61	366	ALTO
2+516	2+576	FALLAS MULTIPLES	6	60	360	ALTO
2+576	2+666	PIEL DE COCODRILO	6	90	540	ALTO
2+666	2+870	FALLAS MULTIPLES	7	204	1428	ALTO
2+870	3+066	GRIETAS EN BLOQUE	7	196	1372	ALTO
3+066	3+265	FALLAS MULTIPLES	7	199	1393	ALTO
3+265	3+356	GRIETAS EN BLOQUE	14	91	1274	ALTO



Fotografía de piel de cocodrilo hallada en asfalto en el área de investigación



Fotografía de asfalto con presencia de fallas múltiples y afloramiento de materiales.



Fotografía de asfalto con presencia de parche y grietas longitudinales



Fotografía de asfalto con grieta longitudinal.



fotografía de asfalto con presencia de agrietaciones profundas al nivel de carpeta.

En la tabla de evaluación de la vía y las fotografías del asfalto se presentó el nivel y clasificación de las fisuras halladas en la zona investigada.

Estudio de trafico

Los datos necesarios para nuestra investigación fueron recolectados de esta sección.

Factores de carga y ejes equivalentes (FCE, EE)

Tabla

Resumen las configuraciones vehiculares de vehículos pesados y su impacto en la vía

Tipo de vehículo	Factores de carga
Bus 2E	4.503653709
Bus 3 E	2.631311297
Bus 4E	3.896678045
Camión 2E	4.503653709
Camión 3E	3.284580203
Camión 4E	2.773550346
Camión 8x 4	4.549946951
Semitrayler 2S1/2S2	6.522867163
Semitrayler 2S3	6.209679958
Semitrayler 3S1/3S2	5.303793656
Semitrayler 3S3	4.990606451
Trayler 2T2/2T3	9.761154124
Trayler 3T2	9.761154124
Trayler 3T3	8.542080617

Fuente de información: Factores de carga equivalencia por ejes y por tipo de vehículos (Método Instituto de Asfalto) del RD N. 10=2014=MTC/14

Yo, Mg. Luis Humberto Diaz Buiza, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor del informe de suficiencia profesional titulada:

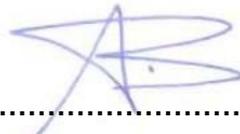
“Fibra de Acero en Concreto de Pavimento Rígido Av. Campoy, tramo Gran Chimú – Puente Huaycoloro, Distrito San Juan de Lurigancho, Lima, 2019.”, de los estudiantes:

- **ZEGARRA ALIAGA, GERMAN FELIPE.**
- **DELGADO CHAVEZ, EDGAR HONORARIO.**

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 16-12-2019



Mg. LUIS HUMBERTO DIAZ HUIZA.

 Elabora	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 VICERRECTORADO DE Investigación
--	---	--------	--	--