



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para
Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén,
Cajamarca.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Quispe Rodriguez, Alan (ORCID: 0000-0002-3066-0718)

ASESOR:

Dr. Alzamora Roman, Hermer Ernesto (ORCID: 0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por la oportunidad de tener un día más de vida y aportar con un granito de arena para mejorar nuestras vidas.

A mis padres, por inculcarme valores que hacen de mí, mejor persona.

A mi hermana, por su apoyo incondicional

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiarme siempre en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mi familia, mis amigos que de una u otra manera me apoyaron y se involucraron en este proyecto.

Al ingeniero Pelayo Del Rio, de TCPavements, por el apoyo brindado.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de gráficos y figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 15 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 15 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 15 |
| 3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis..... | 15 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 16 |
| 3.5. Procedimientos..... | 16 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 17 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 18 |
| IV. RESULTADOS..... | 19 |
| V. DISCUSIÓN..... | 34 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 38 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 40 |
| REFERENCIAS..... | 41 |
| ANEXOS..... | 45 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: ZARUMILLA para vehículos ligeros..... | 19 |
| Tabla 2. Conteo y clasificación vehicular - Calle: Zarumilla..... | 20 |
| Tabla 3. Ejes Equivalentes..... | 21 |
| Tabla 4. CBR – Ensayo preliminar de compactación..... | 23 |
| Tabla 5. CBR – Compactación de moldes..... | 23 |
| Tabla 6. CBR – Cuadro para 0.1 pulgada de penetración..... | 23 |
| Tabla 7. Determinación de la capacidad de soporte del terreno de fundación..... | 24 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Flujograma del Método AASHTO 1993..... | 8 |
| Figura 2. Flujograma del Método PCA..... | 9 |
| Figura 3. Flujograma del Método TCP..... | 11 |
| Figura 4. Criterios de largo de losa..... | 12 |
| Figura 5. Flujograma del software de diseño mecánico empírico OptiPave 2..... | 14 |
| Figura 6. Perfil Estratigráfico..... | 22 |
| Figura 7. Resultados calculados correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada | 25 |
| Figura 8. Resultados calculados correspondiente al escalonamiento..... | 26 |
| Figura 9. Resultados calculados correspondientes a la transferencia de carga.. | 27 |
| Figura 10. Resultados propuestos correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada..... | 28 |
| Figura 11. C Resultados propuestos correspondientes al escalonamiento..... | 29 |
| Figura 12. Resultados propuestos correspondientes al IRI inicial..... | 30 |
| Figura 13. Resultados propuestos correspondientes a la transferencia de carga. | 31 |
| Figura 14. Gráfico comparativo entre diseño calculado y propuesto..... | 32 |
| Figura 15. Resultados propuestos correspondientes a la probable falla por agrietamiento..... | 33 |

Resumen

El objetivo fue proponer el diseño de pavimento con Geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca. La metodología fue: Investigación de tipo aplicada. Según su enfoque es cuantitativo por el uso del software OptiPave 2 y según su alcance es de tipo descriptivo al especificarse los parámetros y características del proceso de diseño estructural del pavimento. El diseño es no experimental transversal descriptivo correlacional causal. La muestra es la calle Zarumilla Cuadra 17 del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca. La población es la infraestructura vial del distrito de Jaén; siendo una muestra no probabilística. Tenemos como resultados propuestos: En el diseño del pavimento largo de losa 1.75 m, espesor 130 mm, porcentaje de losa agrietada 4.16% al finalizar la vida útil del pavimento, escalonamiento 0.07 mm e IRI 2.44 m/km. Conclusión: Se acepta la hipótesis general “el pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca”.

Palabras clave: Diseño, suelo, geometría, optimización.

Abstract

The objective was to propose a pavement design with Optimized Geometry to avoid cracking in Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca. The Methodology was: Applied research. According to its approach, it is quantitative due to the use of the OptiPave 2 software and according to its scope it is descriptive by specifying the parameters and characteristics of the pavement structural design process. The design is non-experimental cross-sectional descriptive correlational causal. The sample is the street Zarumilla Cuadra 17 of the district of Jaén, Province of Jaén of the Cajamarca Region. The population is the road infrastructure of the district of Jaén; being a non-probabilistic sample. The proposed results are: In the design of the pavement slab length 1.75 m, thickness 130 mm, percentage of cracked slab 4.16% at the end of the useful life of the pavement, staggering 0.07 mm and IRI 2.44 m / km. Conclusion: The general hypothesis "the pavement with Optimized Geometry will prevent cracking in Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca" is accepted.

Keywords: Design, floor, geometry, optimization.

I. INTRODUCCIÓN

Referente a la realidad problemática a nivel mundial, podemos mencionar que es sinónimo de desarrollo: La interconexión vial al tener gran influencia en la economía del país y el progreso del mismo (Lavado, 2018, p. 18) debido a que se abaratan costos de distribución y logística por ejemplo en agricultura y otras actividades y a esto también están vinculados los conceptos de importación y exportación, dado que las ciudades producen y también consumen productos producidos por otros, nacional o internacionalmente y para agregar datos fidedignos (Mendoza, 2015, p. 1) es en treinta países alrededor del mundo que ya se encuentra patentado este tipo de diseño de pavimento a saber en: Estados Unidos, Sud África, Australia entre otros, otro aspecto relevante es la promoción del desarrollo sustentable haciendo consumo de recursos en el presente sin comprometer el futuro con el agotamiento de los mismos (ONU, 1987. Citado por Pari, 2019, p. 13) con lo que nuestro trabajo de investigación se ve sustentado al pretender reducir la afectación económica de los pueblos con la optimización de materiales, personal y tiempo de vida útil.

A nivel de Latinoamérica es el crecimiento de las ciudades como Guayas en Ecuador lo que determina el desarrollo vial de los pueblos, dado que a mayor tránsito se requerirá mayores esfuerzos de vialidad y es por desconocimiento que no se utilizan métodos alternativos como el TCP, esto según Delgado y Rivera (2018, p. 1, 2) por ello se planteó la construcción de la vía Intersección Virgen de Fátima – Naranjal (Km 11) – Taura con el método TCP; con un tramo de vía de 15km aproximadamente, proponiéndose para ello un análisis comparativo de pavimentos rígidos y flexibles según un óptimo índice de servicialidad, teniendo como uno de los resultados resaltantes que el espesor de las losas según el programa OptiPave 2 debía tener 125 mm con un largo de 1.8 m. dando solución, de esta manera, al diseño del pavimento en esta zona de Latinoamérica; otro caso es el de Covarrubias (2012, p. 190-193): A los 21 días de terminada la obra fue puesta en servicio al tráfico, resultando en más de 75% de losas agrietadas, esto en Chile en el proyecto Ruta 60 Chile que conecta Los Andes de Chile con Mendoza en Argentina, con altitud de 2 mil y 3.5 mil metros, fallando en menos de una semana al 100% de grietas en las losas mientras que las losas construidas con el método TCP a nueve meses no presentó grietas. Y según la metodología

alternativa TCP el espesor necesario habría sido 17 cm. Este problema suscitado en Chile nos llama a la reflexión respecto a la metodología pertinente a ser utilizada para el diseño de pavimento. En Guatemala (Covarrubias, 2012, p. 196) “han sido construidos más de 3 millones de m² de pavimentos de hormigón con el método de geometría optimizada”, lo que es un sustento de peso para llevar adelante el presente trabajo de investigación. Según el Ministerio de Transporte de Colombia (2016. Citado por Anaya, 2020, p. 1-3) es un criterio de medición en materia de competitividad el transporte de carga de ahí surge un problema que incide en la dinámica económica del país, por lo que una búsqueda del desarrollo vial es requerida para dar impulso a otros sectores como el turístico y comercial y un aspecto importante fueron los costos en la construcción de vías por lo que el método TCP presenta grandes aportes en este aspecto, por lo que en Colombia se propone el uso de este método en el área metropolitana de Santa Marta. En los 42 países de latino américa y tierras caribeñas, el 80% corresponde a pasajeros y 60% a carga, en relación al flujo de transportación (Lavado, 2018, p. 18) por lo que se enfatiza la necesidad de investigar temas como el nuestro en donde la implementación de métodos alternativos a los ya conocidos y autorizados ayuden en la reducción de costos sin necesariamente afectar la calidad y durabilidad en el tiempo de la infraestructura diseñada.

A nivel nacional en Perú según Anaya (2020, p. 17) esta metodología ha sido empleada en Vía de calle Villa Jesús el año 2016 en Lima, con un tipo de pavimento de urbanizaciones, 90 mm de espesor de pavimento, 1 m de espaciado entre juntas, con 4,5 de MOR (Mpa), sin refuerzo de fibra, y con un tipo de base granular. Lavado (2018, p. 19) señala que en Lima se presenta el problema en la observación del tránsito pesado y la buena compactación para la construcción de vías. A nivel local en Jaén se aprecia que son varias calles las que presentan agrietamiento, unas en mayor escala que otras, entre las cuáles podemos mencionar: Calles Sucre, Huamantanga, Mariscal Ureta, Simón Bolívar, San José, Raymondi, Iquitos, Tahuantinsuyo, Mariscal Castilla, Ejército, Francisco Orellana, Lambayeque, Santa Rosa, Quiñones, Villanueva Pinillos, Manco Cápac, entre las más importantes vías; problema que propició que Díaz y Hoyos (2019, p.42,43) propongan la comparación técnica y económica de los métodos TCP y AASHTO, encontrando diferencias en cuanto al espesor y dimensiones de la losa, tensiones

menores en TCP, daño calculado, costo de construcción y observación climática, lo que inclina la decisión por el empleo del método TCP, planteando además este método para rehabilitación y mantenimiento de vías. Por su parte Guerrero y Hoyos (2020, p. 1) señalan como problema en la ciudad de Jaén el incremento de obras civiles entre ellas los proyectos de construcción como puentes, pistas y veredas, por lo que se hace patente la necesidad de realizar estudios para la optimización de métodos de construcción como el que se propone en el presente proyecto.

Siendo además, temas de preocupación los costos tanto en la ejecución de la obra como en mantenimiento, fallas a edad relativamente corta, pérdida de servicialidad entre otros factores que están relacionados directamente al diseño de pavimentos con métodos tradicionales. Quedando definida la formulación del problema así: ¿Cuál será la Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca? La justificación está dada por calles que presentan fisuras y grietas en la ciudad de Jaén y que precisamente han sido diseñadas y ejecutadas con métodos convencionales distintos del que estamos proponiendo; para mayor constancia se adjuntan fotos recientes que corroboran lo descrito líneas arriba, en el anexo 8, por lo que se considera relevante las soluciones técnicas que se presentarán con este trabajo de investigación, para el diseño de pavimentos urbanos. Se plantea como objetivo general: Proponer el diseño de pavimento con Geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca; de tal manera que los objetivos específicos son: a) Realizar los estudios de tráfico vial, b) Ejecutar los estudios de mecánica de suelos, c) Realizar el diseño del pavimento con el software OptiPave 2, d) Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2. Finalmente se plantea como hipótesis general de trabajo: El pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de trabajos previos

Hemos encontrado como antecedentes a nivel nacional a Díaz y Hoyos (2019, p. 42) quienes en su tesis de titulación sobre: Comparación técnica y económica, cuyo objetivo principal fue realizar una comparación técnica y económica de pavimentos según los métodos TCP y AASHTO. Concluyeron que la estructura tendría “el espesor de 14 cm con dimensiones de losa de 1.75mX1.65m con el método TCP y con el método AASHTO las dimensiones de losa sería de 3.5mX3.5m y un espesor de 20 cm”, y habría menores tensiones con TCP que con AASHTO, según el análisis por fatiga del método PCA el daño calculado es 97.25% menor con TCP que con AASHTO, la probabilidad de falla calculada es menor a 50% en ambos 37.21 en AASHTO y 1.03 en TCP, el costo se reduce a un 15.04% con TCP, menor importancia a condiciones climáticas por menor alabeo y aumento de transferencia de carga y mejor desempeño en clima extremo. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada señalando que con el método TCP hay reducción en las dimensiones, espesor de la losa, en las tensiones y en el daño por agrietamiento, costo de construcción y mejor desempeño en clima extremo en comparación con el método AASHTO.

Otro autor es Gómez y Rivero (2019, p. 83) quien en su tesis de titulación sobre: La comparación analítica del diseño de los pavimentos rígido de losa corta y rígido tradicional, plantearon como objetivo principal: Comparar ambos diseños de pavimentos rígido según métodos de losa corta y el tradicional. Concluyendo que “con AASHTO 93 el grosor sería 0.20m y de subbase de 0.15m y con TCP se obtuvo un espesor de losa de concreto de 0.12m y de subbase de 0.15m”, diseñar con el método TCP es más conveniente según los factores: Económico y tiempo de ejecución. Este antecedente aporta a nuestro tema en el sentido que al compararse ambos métodos AASHTO 93 y TCP y según los factores: Económico y tiempo de ejecución se recomienda al método TCP.

Otro autor es Lavado (2018, p. 113) quien en su tesis de titulación acerca de: Innovar tecnológicamente en la construcción de pavimento rígido a través de Método Losas Cortas, su objetivo principal fue la evaluación del método de losas cortas en la construcción de pavimentos rígidos. Concluyó que hay influencia al

construir pavimentos; debido a que se considera esfuerzo a compresión y a flexión como factor de cálculo de resistencia y espesor, a los 28 días el esfuerzo a compresión ensayada en losas cortas es de 346kg/cm² y de 324kg/m² según AASHTO, en el esfuerzo a flexo tracción se logró un módulo de rotura de 56.6kg/cm² en el método de losas cortas y en AASHTO se logró un módulo de rotura de 49.5kg/cm², la influencia del método de losas cortas en el desplazamiento lateral es menor por lo que habrá menos fisuramiento y deformación en la losa en el desplazamiento en el eje x = 0.466 cm con el método de losas cortas y sin él el eje x = 0.636 y en la dirección y = 0.197 con el método de losas cortas y sin él el eje y = 0.313. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada incidiendo, en la factibilidad del uso del método de losas cortas TCP debido a su resistencia, espesor, módulo de rotura favorable y menor desplazamiento lateral.

Como antecedentes a nivel internacional tenemos en Colombia a Anaya (2020, p. 33) quien en su trabajo de investigación sobre: Evaluación de la carpeta de rodadura en pavimento hidráulico, a través del cambio de geometría convencional a losas cortas, cuyo objetivo principal fue evaluar a través del dimensionamiento el comportamiento de las losas cortas (TCP) en relación a las carpetas de rodaduras convencionales en pavimentos rígidos. Concluye que el método de geometría optimizada reduce el espesor de las mismas por soporte de carga menor, se redujo el costo en un 11% debido a la reducción de 3 cm en el espesor esto según los resultados de la simulación del software SAP2000 que demostró variación de la tensión según longitud de junta usada en el pavimento, la metodología de geometría optimizada es alternativa viable en el diseño de pavimentos de bajo tránsito por su capacidad de respuesta no siendo necesario el uso de barras de transferencia. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada, las bases teóricas, que indican la pertinencia del uso de TCP, esto según los resultados de la simulación del software SAP2000 que demostró variación de la tensión según longitud de junta usada en el pavimento, además de la reducción del presupuesto en un 11% debido a la reducción de 3 cm en el espesor.

También hemos considerado a Cogollo y Silva (2018, p. 55,56) de Colombia, quienes en su tesis de titulación referida a: Modelar numéricamente el pavimento rígido según modulación convencional y losas cortas, cuyo objetivo principal fue hacer una modelación mediante el software EverFE 2.25 losas cortas según varianza de espesor. Concluyeron que hay reducción de la tensión máxima con el método TCP y el espesor de la losa puede alcanzar 8 cm, el costo de construcción se reduce en un 20% en comparación con el método AASHTO, disminuye la observación del factor clima debido al menor alabeo por lo que tienen un mejor desempeño en este aspecto, al no tener dovelas instaladas en las juntas de las losas no hay aumento de deformaciones verticales por el menor espesor. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada que existe reducción en un 20% del costo de construcción en comparación con el método AASHTO.

También hemos considerado a Delgado y Rivera (2018, p. 44, 45) de Ecuador, quienes en su tesis de titulación acerca de: Proponer un diseño para pavimento rígido, cuyo objetivo principal fue la elaboración del pavimento rígido con el método de geometría optimizada. Concluyen que este método alternativo o de geometría optimizada es de poca aplicación por desconocimiento en Ecuador, que presenta alto rendimiento, bajo costo y espesor, se debe obtener buena calidad de la subrasante y debe tener buena granulometría con un mayor CBR, el espesor de la losa disminuye de 10% a 30% debido al uso de fibra en el diseño con un requerimiento de cemento de 300kg/m³, el parámetro del clima no es relevante en el método TCP por el alabeo en las losas que pueden agrietarse, en su mantenimiento es menor. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada: Debe haber buena granulometría de la subrasante, con este método hay disminución de 10% a 30% en el costo de construcción por el uso de fibra.

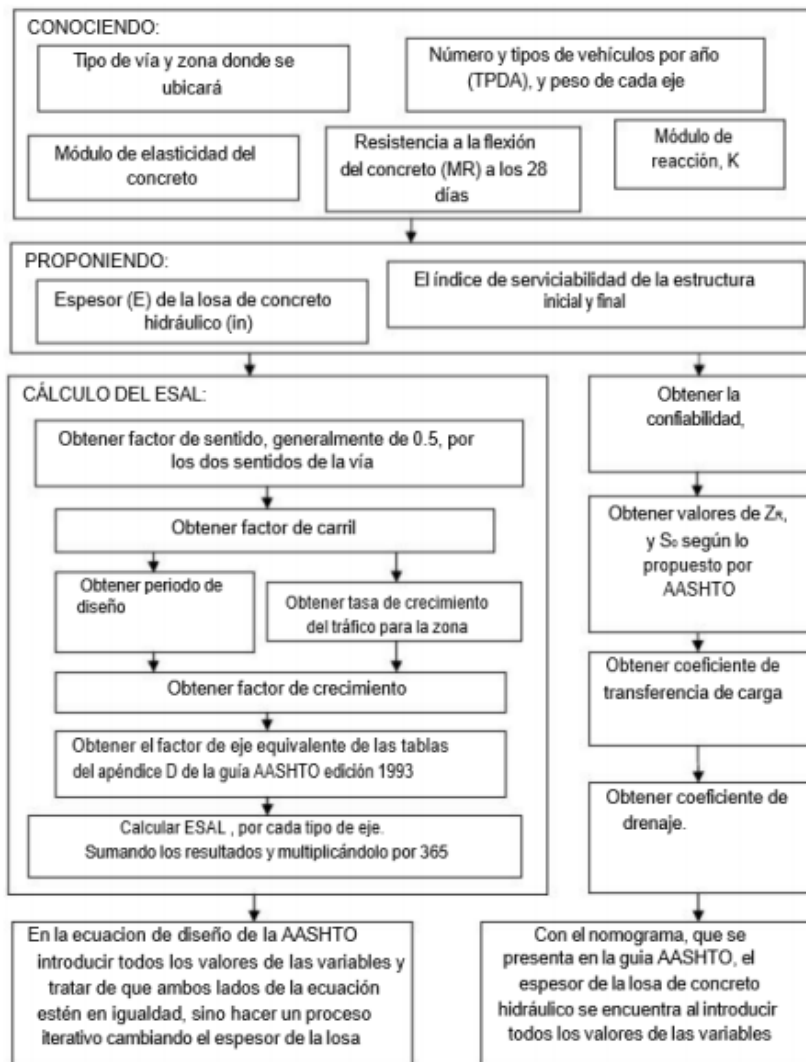
2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Definición de Pavimentos rígidos: Es una clasificación debido al comportamiento del pavimento de concreto de cemento hidráulico y que pueden ser “losas de concreto simple y reforzado con juntas, suelo cemento, etc.”. (MVCS, 2010, p. 38). Para Sánchez (2014, p. 14) son pavimentos rígidos aquellas superficies de rodamientos edificadas con concreto de cemento Portland. Para Espinoza y Sandoval (2008. Citados por Anaya, 2020, p. 9) su estructura finaliza con un espesor compuesto por concreto hidráulico con una resistencia diseñada en función a parámetros como las sollicitaciones de carga.

2.2.2. Estructura y tipos de pavimentos rígidos: La estructura de un pavimento rígido está conformada por: “Sub rasante, sub base, y superficie de rodadura”. Su clasificación es según el material de la capa de rodadura (Pueden ser pavimentos de tierra, piedra, adoquines, de concreto hidráulico y de concreto asfáltico) y “según la forma en que la estructura de éstos atiende y transmite las cargas aplicadas sobre la superficie (Pueden ser flexibles y rígidos). Los pavimentos rígidos se clasifican en pavimento de concreto hidráulico”: Simple (JPCP), “con refuerzo discontinuo distribuido sin función estructural (JRCP)”, reforzado continuo sin función estructural (CRCP) y compactado con rodillo (CCR). (Sánchez, 2014, p. 13-18).

2.2.3. Métodos de diseño de pavimentos convencionales: Se describen dos métodos que son AASHTO y PCA. Acerca de la Metodología de diseño AASHTO 93: Tenemos como factores de diseño a: Espesor (D), tráfico, coeficiente de confiabilidad (R), módulo de reacción de la sub rasante - sub base (k), pérdida de servicialidad ($\Delta PSI = P_0 - P_t$), propiedades del concreto (Módulos de elasticidad y ruptura), factor de transferencia de carga (J), factor de drenaje (Cd). El flujograma del método AASHTO 93 es el siguiente:

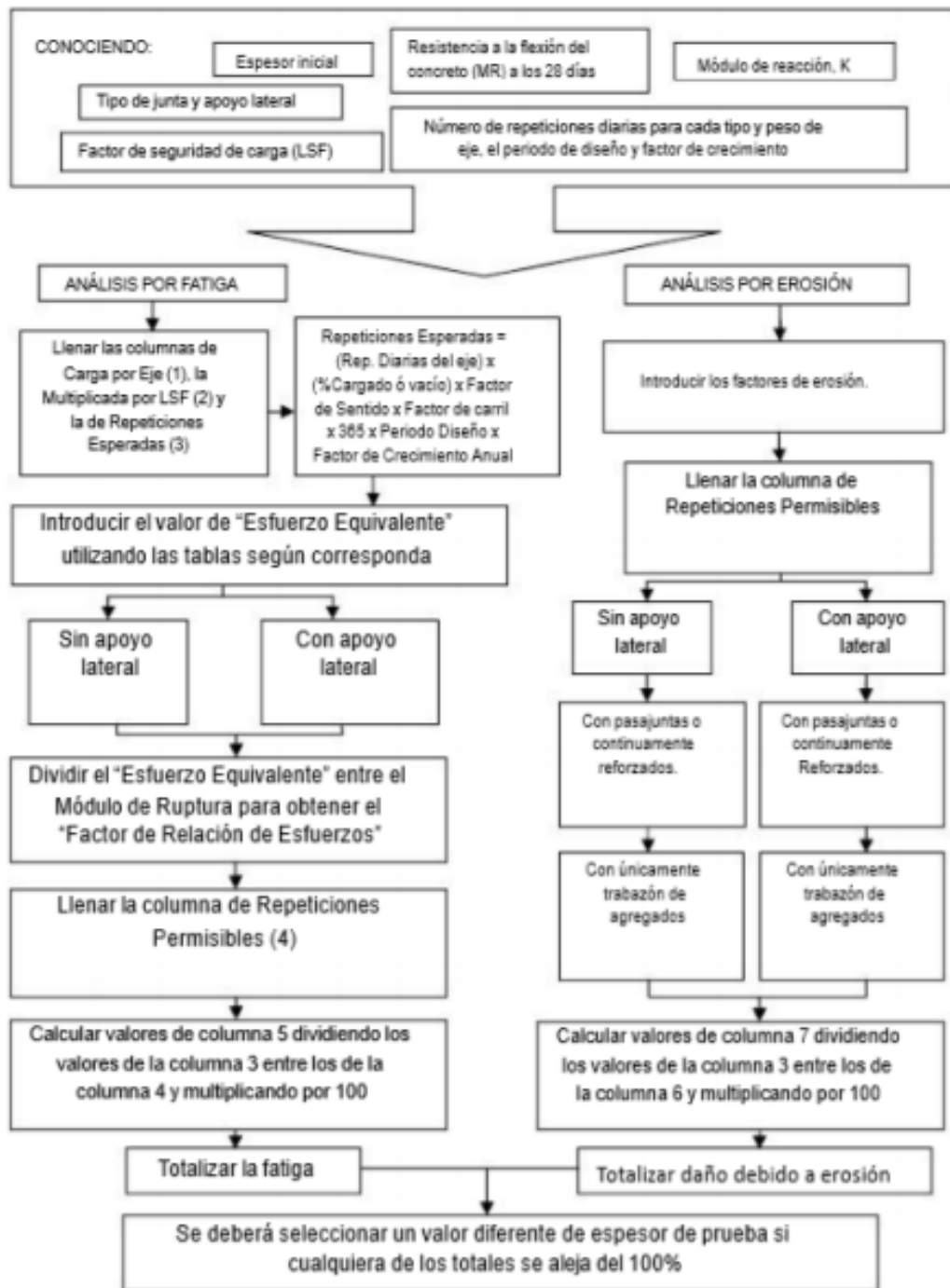
Figura 1. *Flujograma del Método AASHTO 1993.*



Fuente: Sánchez Campos (2014, p. 72)

Sobre el Método Portland Cement Association (PCA): Tenemos como “elementos de delineación: Firmeza a la flexibilidad (MR), soporte de la subrasante – sub base (K), tiempo de bosquejo, pesos, periodicidades, modalidad de tráfico de vehículos mayores, factor de seguridad para cargas (FS)”. El flujograma de diseño PCA es el siguiente:

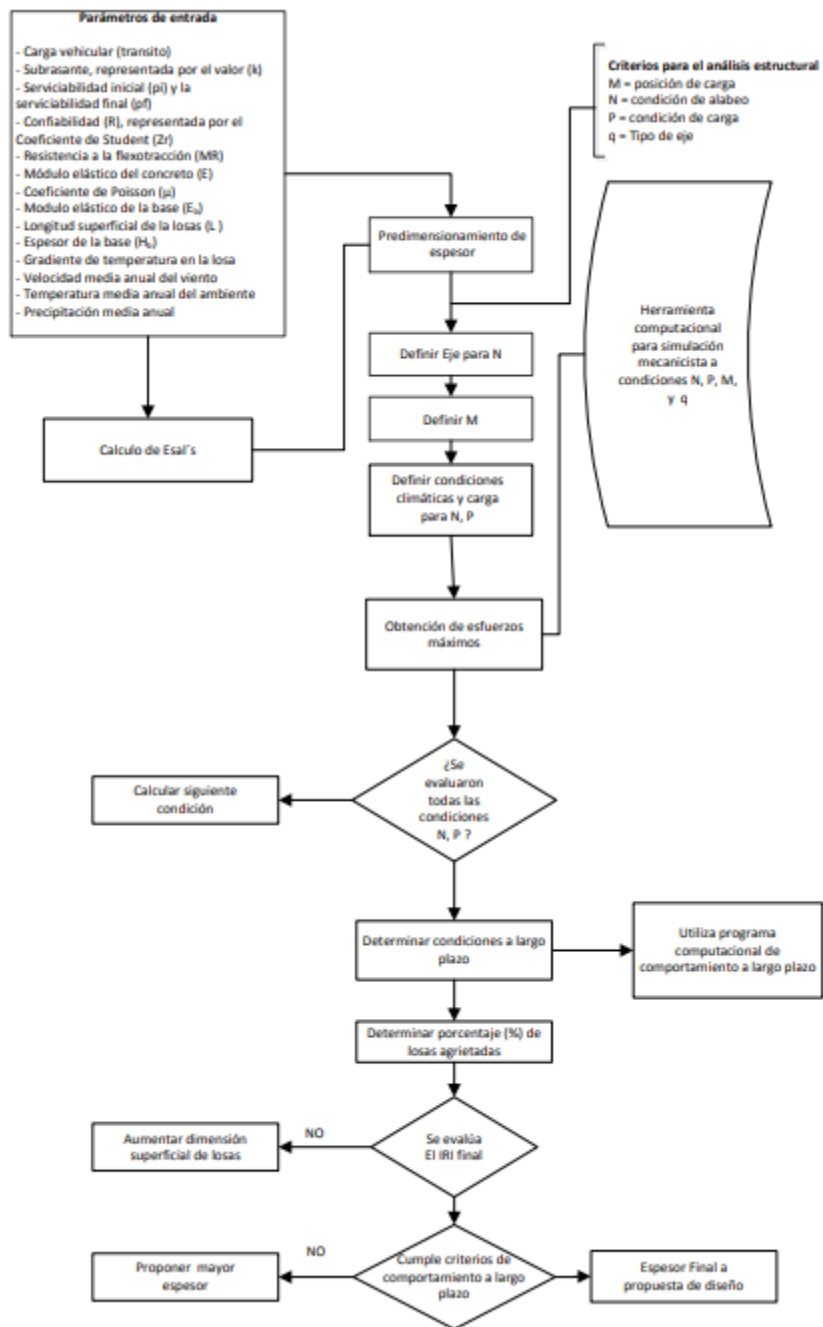
Figura 2. *Flujograma del Método PCA.*



Fuente: Sánchez Campos (2014, p. 87)

2.2.4. Metodología de diseño TCP (Thin Concrete Pavements): En relación a los parámetros de diseño de la losa tenemos a: Modulacón de la losa (Psi/Mpa), Factor Poisson para concreto, Factor térmico de expansivo, Módulo de ruptura (Psi/Mpa), Factor de roce de losa y base, espacio entre junta (ft/m), densidad de la losa (kg/m³), gradiente de temperatura (°C). En relación a las propiedades de la base tenemos a: Módulo de flexibilidad de la base (Psi/Mpa), grosor de la basa (Plg), Módulo elástico efectivo para soporte de la sub base (Psi/Pulg)/(MPa/m), Coeficiente Poisson de la base, Coeficiente de expansión térmica. “Sobre las propiedades de barras de amarre tenemos a Módulo de elasticidad del acero (MPa), Coeficiente de Poisson del acero. Sobre las condiciones climáticas consideramos a: Velocidad anual del viento (Mph), temperatura anual (°F), precipitación anual (Plg)”. Acerca de los criterios de comportamiento: Índice de servicialidad preliminar (pi), y conclusiva (pf), confianza (R) constituida por el factor Student (Zr), desvío convencional del sistema, IRI preliminar (m/km)”. Además de cargo de vehículos (Tráfico), subrasante de valor K, resistencia a la flexotracción (MR). Análisis estructural de las losas con el software de elementos finitos. (Sánchez, 2014, p. 183, 184, 193) utilizando los parámetros de la hoja de cálculo AASHTO 98 además de: Datos del diseño de mezcla de concreto y datos climáticos de temperatura, humedad y velocidad del viento.

Figura 3. *Flujograma del Método TCP.*



Fuente: Sánchez Campos (2014, p. 182)

2.2.5. Diseño del pavimento con el software de diseño mecánico empírico OptiPave 2. Para TCPavements (2011, p. 2) es un software mecánico – práctico, cuya calibración a través de distancias de ensayo instrumentado, estableciendo las invariables de graduación. El principio es que al tener varias losas entonces éstas soportarán pesos separados de los neumáticos. En su segundo prototipo emplea mallas de neuronas para prever resistencias, agotamiento en periodos de uso, etc. Según el Gobierno Regional de Piura (2018, p. 1-8) está respaldado en analizar en cantidad el elemento finito

Largo de losa

En la siguiente figura se presentan los criterios para determinar el largo de losa.

Figura 4. *Criterios de largo de losa*



140 cm: Caso donde el eje tándem queda en losas distintas

140 cm: Caso donde el eje tándem queda en la misma losa

220 cm: Caso donde el eje tándem queda en el centro de una losa y en borde de otra

Fuente: Guzmán y Soncco (2014, p. 29)

Los parámetros de diseño que el software OptiPave2 considera son: Vida de diseño, largo de losa, espesor de losa, tipo de borde, losa exterior con sobrecancho, barras de transferencia de carga, interfaz pavimento base, índice internacional de rugosidad. Siendo los umbrales máximos admisibles de diseño: Porcentaje de losas agrietadas, IRI, escalonamiento promedio. Los parámetros de tráfico que el software OptiPave2 requiere son: Tipificación del tipo de tránsito vial, tasa de crecimiento anual, EE totales en pista de diseño, entre otros. También requiere parámetros del hormigón, del suelo y del clima (Ver anexo 3).

2.2.6. Parámetros de diseño del método TCP

Estos parámetros son: “Diseño del tipo de pavimento, diseño del tráfico, propiedades del hormigón, parámetros del suelo y clima” (Díaz y Hoyos, 2019, p. 28-31)

- Diseño de los tipos de pavimentos

Tenemos como parámetros a: Vida de diseño (En veinte años), largo de losa (Lo recomendado por el software son dimensiones entre 1,4 m y 2,3 m), espesor (Expresado en mm de sesenta a doscientos cincuenta), tipo de borde (Tenemos cuatro que son: Libre, berma granular o asfáltica, de hormigón y vereda), índice internacional de rugosidad inicial del diseño (Se recomienda 1,8 m/km), porcentaje de losas agrietadas (Para rutas local y calles en un porcentaje que va de treinta a cincuenta, calle principal y de mediano tráfico en un porcentaje de diez a treinta y vías interurbanas y tráfico alto en un porcentaje de 10), índice internacional de rugosidad final del diseño (Con un valor máximo permitido de 3,5 m/km), escalonamiento promedio final del diseño (Con valor permitido de cinco milímetros), confiabilidad (Vías interurbanas y vías con alto tránsito vehicular en un porcentaje entre ochenta y cinco a noventa y siete. Calles principales y mediano tránsito vehicular urbano en un porcentaje de entre ochenta y noventa y cinco. Calles de bajo tránsito vehicular urbano en un porcentaje de entre setenta y cinco y ochenta y cinco. Pasajes urbanos en un porcentaje de entre cincuenta y setenta y cinco).

- Diseño de tráfico

Tenemos como parámetros: Tráfico (Ejes equivalentes), y tasa de crecimiento anual.

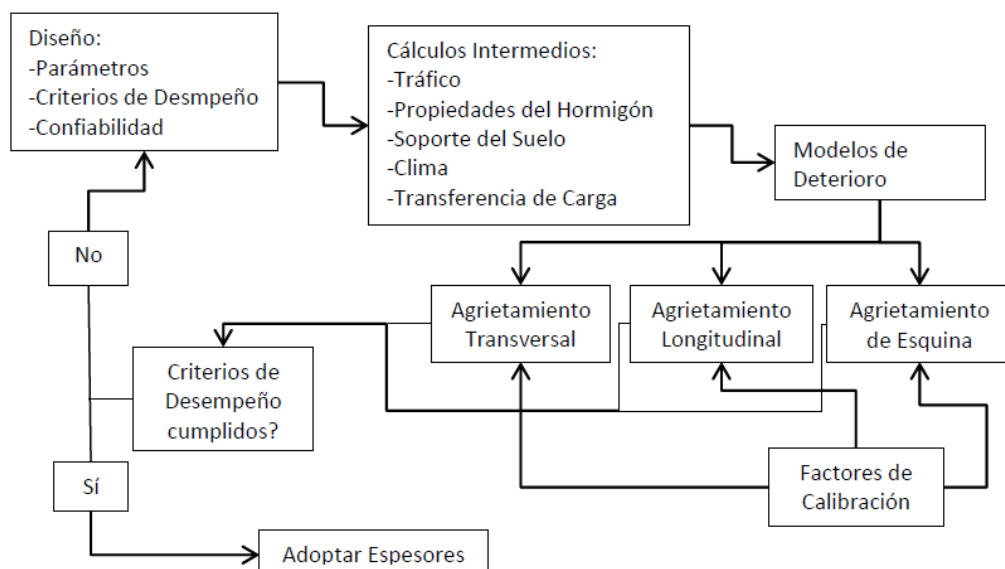
- Propiedades del concreto

Son sus parámetros: Resistencia (Compresión), confiabilidad de la mezcla (Recomendada en un porcentaje de ochenta), desviación estándar de diseño (Dado en Mpa), aumento de resistencia 28-90 días (Valor recomendado en un porcentaje de diez), módulo de elasticidad (Es la resistencia a la compresión), peso específico de hormigón (Cantidad recomendada de 2.400 kg/m³), módulo de poisson (Razón entre deformación unitaria lateral y untaría axial con causa de carga en sentido

axial), coeficiente de expansión térmica (Expansión o contracción por cambios de temperatura), retracción del concreto a 365 días, diseño mediante el software OptiPave 2 (Cuyos resultados se logran con los parámetros antes descritos).

Finalmente, en la ventana de resultados de diseño OptiPave 2, se puede apreciar un resumen de diseño que contiene: Espesor de losa, EE totales en pista de diseño, resistencia media a los 90 días, gradiente equivalente de construcción, tipo de borde, losa exterior con sobrecancho y valor K combinado. Teniendo como resultados: Espesor de losa, porcentaje total de losas agrietadas, escalonamiento promedio final e IRI final.

Figura 5. *Flujograma del software de diseño mecánico empírico OptiPave 2*



Fuente: TCPavements (2011, p. 21)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Es de aplicación porque para iniciar con la ejecución del trabajo de investigación se tiene que elaborar el marco teórico que incluye a las teorías en las que estará basado como lo es el método TCP para luego proceder con la aplicación del mismo al objeto de investigación seleccionado y nos interesa resolver problemas prácticos. (Lozada, 2014; p.34). Además, según su enfoque es cuantitativo ya que se trabajará con el software OptiPave 2 para el procesamiento de la información y según su alcance es descriptiva porque se determinarán parámetros para realizar la propuesta del diseño del pavimento. (Díaz y Hoyos, 2019, p. 18)

3.1.2. Diseño de investigación: El diseño es de no experimentación transversal descriptivo con correlación causal. Esto debido a que se describirá cada una de las variables en un primer momento para luego verificar la correlación entre ellas y finalmente determinar la causalidad de una sobre la otra, en este caso de la variable independiente sobre la dependiente. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 163)

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Variable independiente: Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada.

Variable dependiente: Agrietamiento del Pavimento.

3.2.2. Operacionalización

En el anexo 3 se encuentra la operacionalización de variables.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Infraestructura vial del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca.

3.3.2. Muestra

La muestra está conformada por la calle Zarumilla Cuadra 17.

3.3.3. Muestreo

Es una muestra no probabilística ya que no todos los integrantes de la población han tenido la misma oportunidad de ser seleccionados para participar en este estudio, no fue al azar, fue un proceso de toma de decisión por parte del

investigador, ya que no todas las calles del distrito de Jaén presentan grietas; esto según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 176)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Observación directa (Referida a observaciones realizadas durante el trabajo de campo como el estudio de tráfico), análisis documental (Tiene la finalidad de obtener los parámetros de diseño del pavimento con el método de geometría optimizada y para los procedimientos de geotecnia y análisis (Proceso a realizarse con el software OptiPave 2).

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos son: Guía de observación de campo para la técnica de observación directa y ficha de investigación para las técnicas de análisis documental y análisis de datos. **La validez y confiabilidad** de los instrumentos están dados por la estandarización universal y normativa con que cuentan los estudios de los que derivan los resultados como son: Tráfico vial y mecánica de suelos. Las mismas características tiene el software: OptiPave 2. Por lo que no requieren cumplir criterios de validez y confiabilidad adicionales.

3.5. Procedimientos

La recolección de información se realizó a través de los procedimientos específicos de cada uno de los estudios a realizarse y que detallamos a continuación: Estudios de tráfico vial, suelos, concreto y clima. En los estudios de tráfico vial tenemos los siguientes procedimientos: Conteo vehicular, determinar los ejes equivalentes (ESAL). En los estudios de suelos tenemos los siguientes procedimientos: Medida granular, contenido de agua, CBR, consistencia posible, límites de consistencia, proctor modificado. Con respecto al concreto se asigna tipo de ensayo en el concreto, confiabilidad, contenido de aire, entre otros. En relación al clima tenemos temperatura media en invierno y verano, número de días al año con precipitaciones e índice de congelamiento de la base.

La manipulación o control de variables en nuestro trabajo de investigación por ser no experimental no se realizó la manipulación de variables. Sólo se realizó el control de la variable independiente, también denominado TCP (Thin concrete pavements) por sus siglas en inglés. Esta manipulación se observará en los procesos de los estudios a realizarse que son: Tráfico vial y mecánica de suelos.

Las coordinaciones institucionales requeridas para la ejecución del presente trabajo de investigación fueron realizadas formalmente ante la Municipalidad Provincial de Jaén, a fin de lograr los permisos requeridos, cuyo documento de trámite se encuentra en el anexo 5.

3.6. Método de análisis de datos

Proporcionado por cada uno de los estudios que se realizarán: En el estudio de tráfico tenemos procesos como la ejecución del conteo vehicular, determinación del índice medio diario anual, análisis de la demanda de proyección vehicular y determinación de los ejes equivalentes. El objetivo general del estudio fue de conocer las características actuales del flujo vehicular, así como; cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que se desplazan por la calle Zarumilla cuadra 17 específicamente, y sobre la base de la información obtenida en campo, analizar el tráfico existente y proyectar el tráfico futuro y los ejes equivalentes para uso de estos datos en el software de diseño; y los específicos: Conteo y clasificación vehicular del tránsito que circula en la calle en estudio, procesar la información primaria obtenida en campo, determinar el IMD Anual, sobre la base de los resultados del conteo y el factor de corrección estacional, establecer la composición del tráfico vehicular. La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio se basó en las observaciones realizadas en la zona de trabajo, durante el desarrollo de los trabajos de ingeniería básica y las recomendaciones del “Manual para Estudio de Tráfico”, dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito vehicular. El desarrollo normal del estudio contempla las siguientes etapas: Etapa de recopilación de la información, etapa de tabulación de la información, etapa de análisis de la información y obtención de resultados. La recopilación de la información consistió en: Trabajo de Gabinete (Consistió en el diseño de los formatos para el conteo de tráfico, a ser utilizados en las estaciones de control preestablecidas en el trabajo de campo), Trabajo de Campo (El conteo volumétrico se realizó en 01 estación previamente identificada y seleccionada, durante un periodo de siete (07) días consecutivos de la semana y durante las 7.00 am hasta las 7.00 pm, horas en que se produce el tráfico crítico del día, desde el 24 hasta el 30 de mayo del 2017.) y Análisis de la Información y obtención de Resultados (Los conteos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la superficie de la

calle en estudio, así como la composición vehicular, y variación diaria y horaria). En el estudio de suelos específicamente los parámetros a evaluar fue el diseño de Pavimento para la vía de acceso y tuvo como objetivos: Evaluar los procesos de geodinámica externa y la estabilidad de estructuras, evaluación cualitativa del estado de la plataforma existente, clasificar los suelos a lo largo del camino, basado en un programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio, determinar el C.B.R. para tramos típicos, y determinar el espesor de la estructura del pavimento a nivel de pavimento rígido, tramos de mejoramiento de la subrasante. El programa de trabajo consistió en: Reconocimiento del área de estudio (Terreno, ubicación y ejecución de las calicatas para el estudio de suelos del área, que involucra a las obras de pavimentación, registro de las excavaciones, toma de muestras alteradas e inalteradas, ensayos estándar y especiales de laboratorio para definir los parámetros físicos y mecánicos del sub suelo, perfiles estratigráficos, análisis de la pavimentación y cimentación, conclusiones y recomendaciones. Y también el procedimiento para analizar datos está dado por el protocolo de OptiPave 2.

3.7. Aspectos Éticos

Se sustenta en el código de ética de la UCV, según RC N° 0262-2020UCV, referente a la autenticidad de los datos recolectados, derechos de autor (Citas en formato APA) y políticas anti plagio, cuyo índice de similitud será verificado por el sistema internacional Turnitin. Respecto a la beneficencia, ésta se basó en valores éticos y morales reconocidos universalmente ya que se determinó solicitar el permiso ante la autoridad competente, se realizaron los estudios de campo necesarios para obtener la información requerida, estudios que fueron realizados por terceros información que fue procesada por el software seleccionado y llegando de este modo a resultados transparentes, limitando con este procedimiento cualquier atisbo de maleficencia en nuestro estudio, y estableciendo plena autonomía de los terceros responsables de procesar los estudios de campo; y sobre la justicia, quedó demostrada al habernos propuesto desarrollar un proyecto con el objetivo de cerrar brechas y mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Ejecutar los estudios de tráfico vial, siendo sus resultados los siguientes:

Tabla 1. Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: ZARUMILLA para vehículos ligeros

| DÍA | FECHA | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | TOTAL |
|------------|------------|-------------|-----------|--------|---------------|------------|--------|-------------|-------|
| | | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | |
| LUNES | 24/05/2021 | 231 | 323 | 8 | 1 | 5 | 3 | 5 | 576 |
| MARTES | 25/05/2021 | 212 | 327 | 8 | 1 | 8 | 2 | 5 | 563 |
| MIÉRCOLES | 26/05/2021 | 225 | 323 | 6 | 0 | 8 | 3 | 4 | 569 |
| JUEVES | 27/05/2021 | 229 | 336 | 9 | 1 | 8 | 4 | 3 | 590 |
| VIERNES | 28/05/2021 | 238 | 378 | 10 | 0 | 9 | 6 | 6 | 647 |
| SÁBADO | 29/05/2021 | 295 | 342 | 8 | 1 | 6 | 5 | 7 | 664 |
| DOMINGO | 30/05/2021 | 312 | 483 | 6 | 1 | 7 | 6 | 5 | 820 |
| IMDA | | 278 | 401 | 8 | 0 | 8 | 4 | 5 | 704 |
| PORCENTAJE | | 39.41 % | 56.82 % | 1.20 % | 0.06 % | 1.13 % | 0.61 % | 0.77 % | 100 |

Fuente: Estudios de tráfico.

Interpretación: El IMD Anual obtenido es de 704 vehículos ligeros.

Tabla 2. *Conteo y clasificación vehicular - Calle: Zarumilla*

| TIPO DE VEHÍCULO | | PROMEDIO SEMANAL/DIA | COMPOSICIÓN (%) |
|------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| MOTO LINEAL | | 249 | 39.18 |
| MOTO TAXI | | 359 | 56.50 |
| AUTO | | 8 | 1.19 |
| COMBI MINIBUS | | 0 | 0.06 |
| CAMIONETAS | PICK UP | 7 | 1.13 |
| | PANEL | 4 | 0.61 |
| | RURAL Combi | 5 | 0.77 |
| CAMIÓN | 2 E | 4 | 0.57 |
| TOTAL | | 710 | 100 |

Fuente: Estudios de tráfico.

Interpretación: El porcentaje de vehículos livianos representa el 99.43 % conformado por motos lineales, moto taxis, autos, pick up y camionetas rurales. El porcentaje de vehículos pesados representa el 0.57 % constituido por camiones 2E.

Tabla 3. Ejes Equivalentes

| Tipo de VEH | IMDa | Fc | FACTOR DE PRESIÓN DE LLATAS | EE | FACTOR DIRECCIONAL | FACTOR CARRIL | EE día carril | Fact. Crecimiento | N° rep. EE | |
|---------------|-------------|--------|-----------------------------|--------|--------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|
| MOTO LINEAL | 278 | 1.1182 | 1 | 310.91 | 0.5 | 0.8 | 127.36 | 26.87 | 1219706.18 | |
| MOTO TAXI | 401 | 1.1182 | 1 | 448.28 | 0.5 | 0.8 | 179.31 | 26.87 | 1758611.41 | |
| AUTO | 8 | 1.1182 | 1 | 9.47 | 0.5 | 0.8 | 3.79 | 26.87 | 37151.00 | |
| COMBI MINIBUS | 0 | 1.1182 | 1 | 0.45 | 0.5 | 0.8 | 0.18 | 26.87 | 1765.36 | |
| CAMIONETAS | PICK UP | 8 | 1.1182 | 1 | 8.93 | 0.5 | 0.8 | 3.57 | 26.87 | 35032.57 |
| | PANEL | 4 | 1.1182 | 1 | 4.82 | 0.5 | 0.8 | 1.93 | 26.87 | 18908.956 |
| | RURAL Combi | 5 | 1.1182 | 1 | 6.07 | 0.5 | 0.8 | 2.43 | 26.87 | 23812.731 |
| CAMIÓN | 2E | 4 | 1.0668 | 1 | 4.31 | 0.5 | 0.8 | 1.72 | 26.87 | 16908.216 |
| | | | | | | | | TOTAL | 3,111,896.38 | |

Fuente: Estudios de tráfico.

Interpretación: La cantidad de ejes equivalentes es de 3'111,896.00 según nuestro estudio de tráfico realizado.

4.2. Ejecutar los estudios de mecánica de suelos, cuyos resultados son:

Ausencia de napa freática en la calicata, y de filtración a 1.60 m.

Figura 6. Perfil Estratigráfico



Fuente: Estudios de suelos.

Interpretación: El perfil estratigráfico presenta suelos clasificados, según el sistema de clasificación S. U. C. S. como material tipo I: Arena Arcillosa con Grava (SC), clasificación AASHTO = A - 2 - 4.

Tabla 4. CBR – Ensayo preliminar de compactación

| | |
|--|------|
| Metodo | C |
| Maxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.84 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 7.67 |

Fuente: Estudios de suelos.

Tabla 5. CBR – Compactación de moldes

| MOLDE N° | I | II | III |
|-------------------------------------|------|------|------|
| N° de Capas | 5 | 5 | 5 |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 10 |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.84 | 1.75 | 1.66 |
| Comtenido de Humedad | 7.67 | 7.29 | 6.90 |

Fuente: Estudios de suelos.

Tabla 6. CBR – Cuadro para 0.1 pulgada de penetración

| MOLDE N° | Penetracion (pulg.) | Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²) | Presion Patron (Lb/pulg ²) | CBR % |
|----------|---------------------|--|--|-------|
| I | 0.1 | 321 | 1000 | 32.1 |
| II | 0.1 | 170 | 1000 | 17 |
| III | 0.1 | 70 | 1000 | 7 |

| | |
|----------------------------------|------|
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. | 32.1 |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. | 15.1 |

Fuente: Estudios de suelos.

Interpretación: Se obtuvo un resultado del CBR al 95% = 15.10 y al 100% = 32.10.

Tabla 7. Determinación de la capacidad de soporte del terreno de fundación

| CLASIFICACION SUCS | CLASIFICACION AASHTO | VALOR DE CBR ESPERADO EN (%) | CALIDAD COMO SUB RASANTE |
|--------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------|
| GW | A-1,A-2 | 40.0 @ 60.0 | Excelente a muy buena |
| GC | A-2 | 40.0 | Excelente a muy buena |
| GP | A-1,A-2 | 30.0 @ 40.0 | Excelente a muy buena |
| GM | A-2 | 30.0 @ 40.0 | Excelente a muy buena |
| SW | A-2,A-3 | 20.0 @ 40.0 | Muy buena |
| SP | A-2,A-3 | 20.0 @ 30.0 | Buena |
| SC | A-3 | 15.0 @ 30.0 | Buena a Regular |
| SM | A-5,A-6,A-7 | 15.0 @ 30.0 | Buena a Regular |
| ML | A-4 | 5.0 @ 15.0 | Regular a Pobre |
| CL | A-5,A-6,A-7 | 5.0 @ 15.0 | Regular a Pobre |
| OL | A-6,A-7 | 5.0 @ 10.0 | Pobre |
| MH | A-5 | 5.0 @ 10.0 | Pobre |
| CH | A-6,A-7 | 5.0 | Muy Pobre |
| OH | A-7 | 5.0 | Muy Pobre |

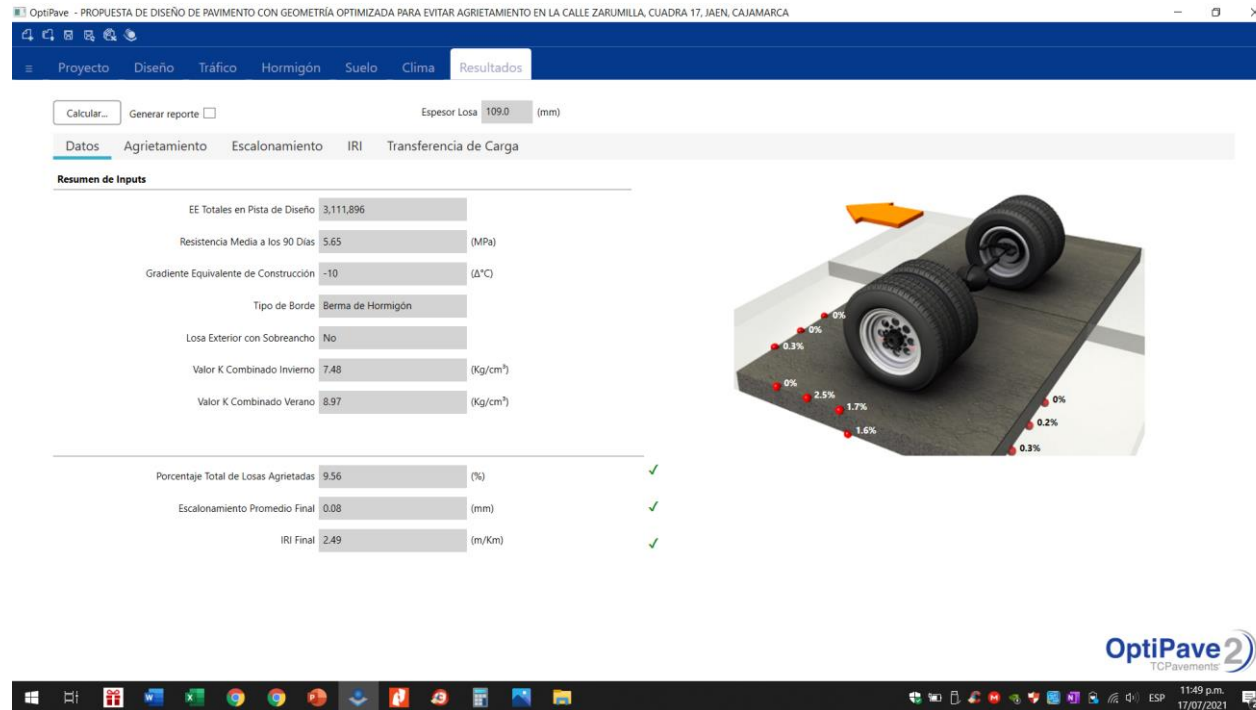
Fuente: Estudio de suelos.

Interpretación: Determinando la Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación; se tiene en mayor proporción una Calidad de Sub Rasante muy buena.

En la clasificación de Material para excavación, se tiene un Terreno Normal o Suelo Suelto. Por lo tanto, las varillas de acero y la cimentación del proyecto serán recubiertas usando el Cemento Portland Tipo I.

4.3. Realizar el diseño del pavimento con el software OptiPave 2, tenemos como resultados calculados:

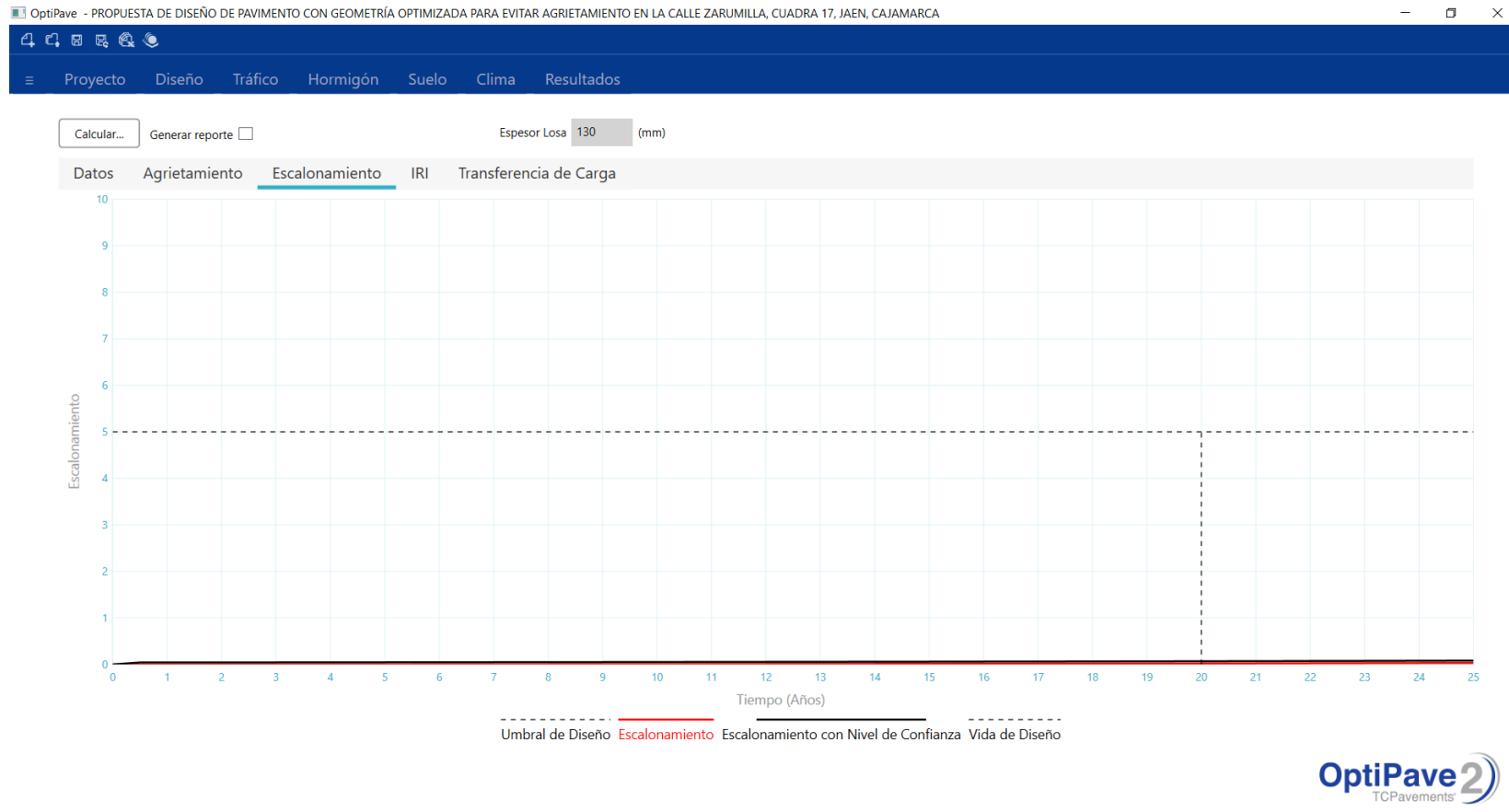
Figura 7. Resultados calculados correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: De acuerdo a los parámetros ingresados al software, obtuvimos como resultados calculados correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 109 mm, un porcentaje de losa agrietada: 9.56 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.49 m/km.

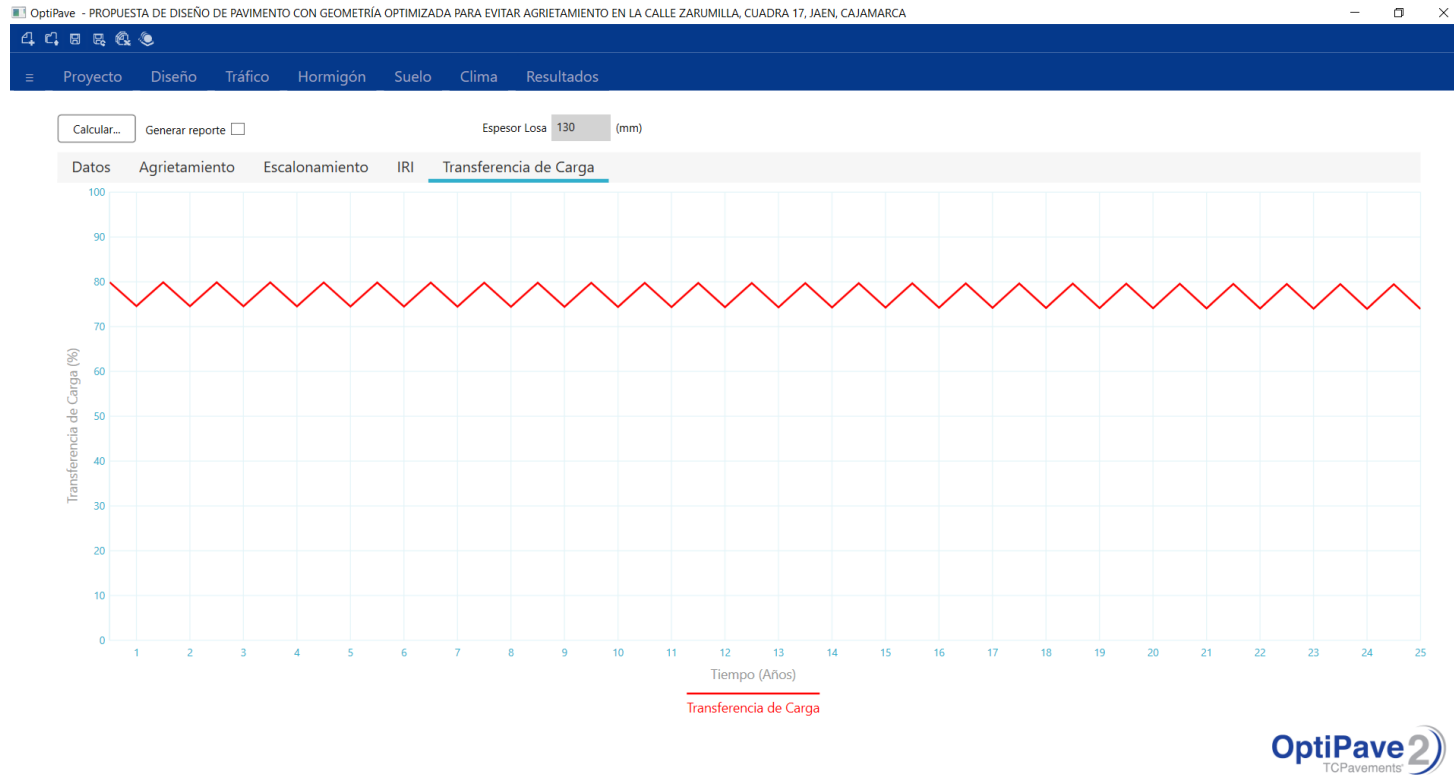
Figura 8. Resultados calculados correspondiente al escalonamiento



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Los resultados calculados correspondientes al escalonamiento promedio final de las losas del pavimento es de 0.08mm. Siendo el umbral máximo de diseño de 5mm.

Figura 9. Resultados calculados correspondientes a la transferencia de carga

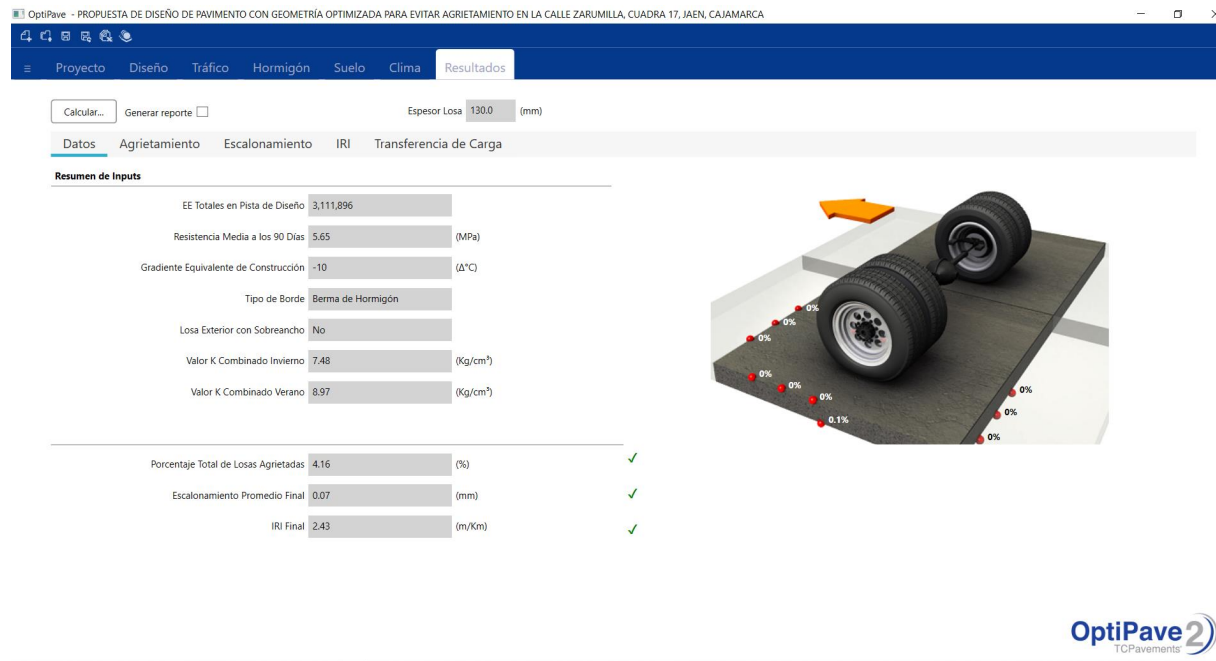


Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Los resultados calculados correspondientes a la transferencia de carga es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Siendo los **resultados propuestos**:

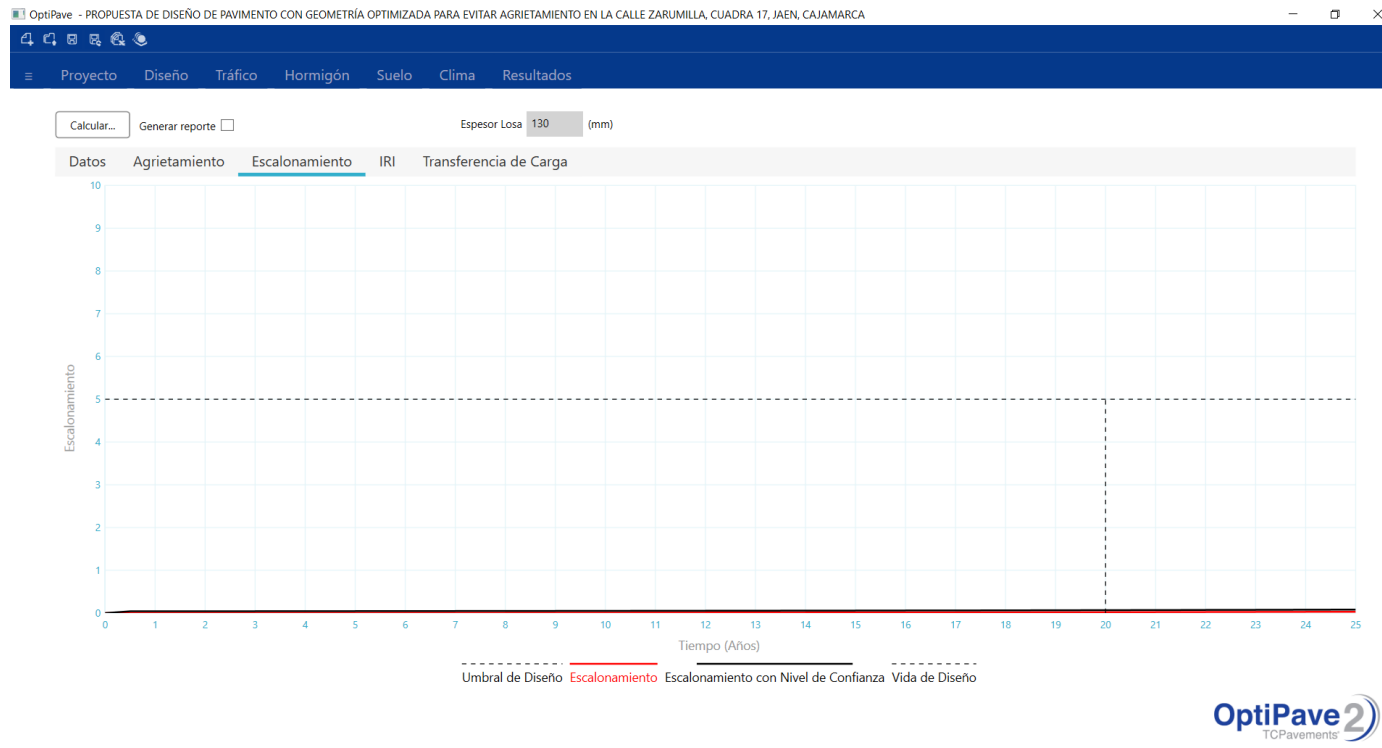
Figura 10. Resultados propuestos correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.07 mm y un IRI: 2.44 m/km.

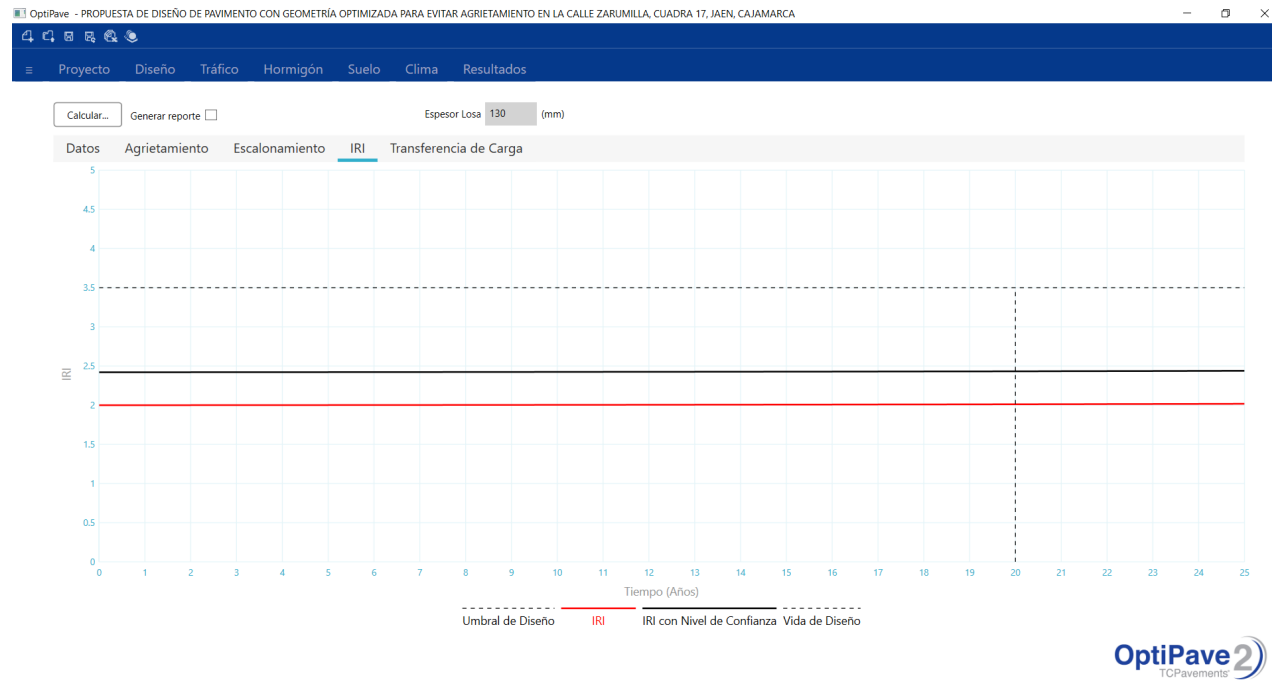
Figura 11. Resultados propuestos correspondientes al escalonamiento



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos correspondientes al escalonamiento, que el promedio final de las losas del pavimento es de 0.07mm. Siendo el umbral de diseño de 5mm.

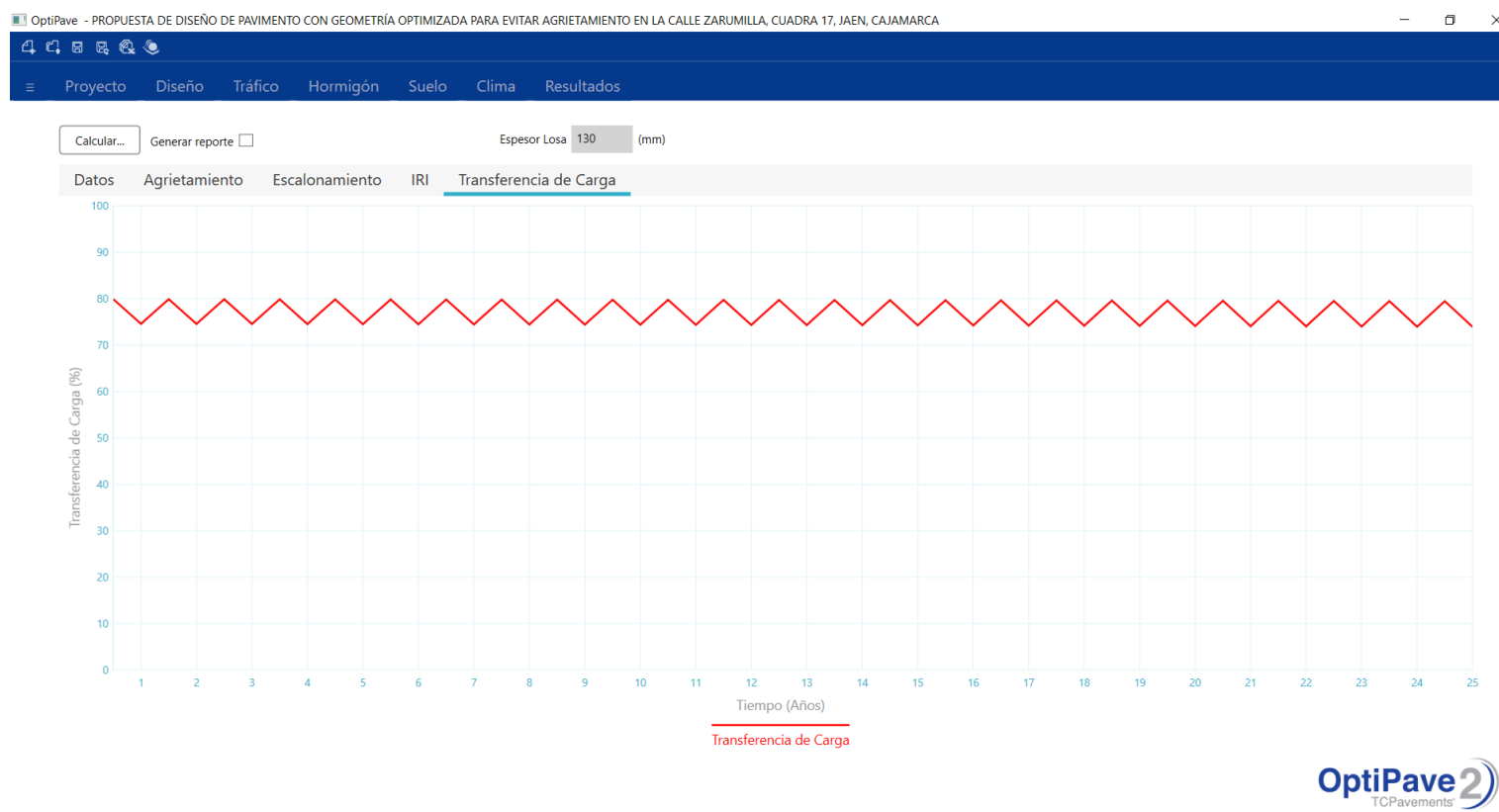
Figura 12. Resultados propuestos correspondientes al IRI inicial



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos con un IRI inicial de 2m/km a la puesta del pavimento al tráfico y un umbral máximo admisible de diseño de 3.5 m/km al término de su vida útil el diseño tiene un resultado muy favorable, llegándose a obtener 2.43 m/km de IRI.

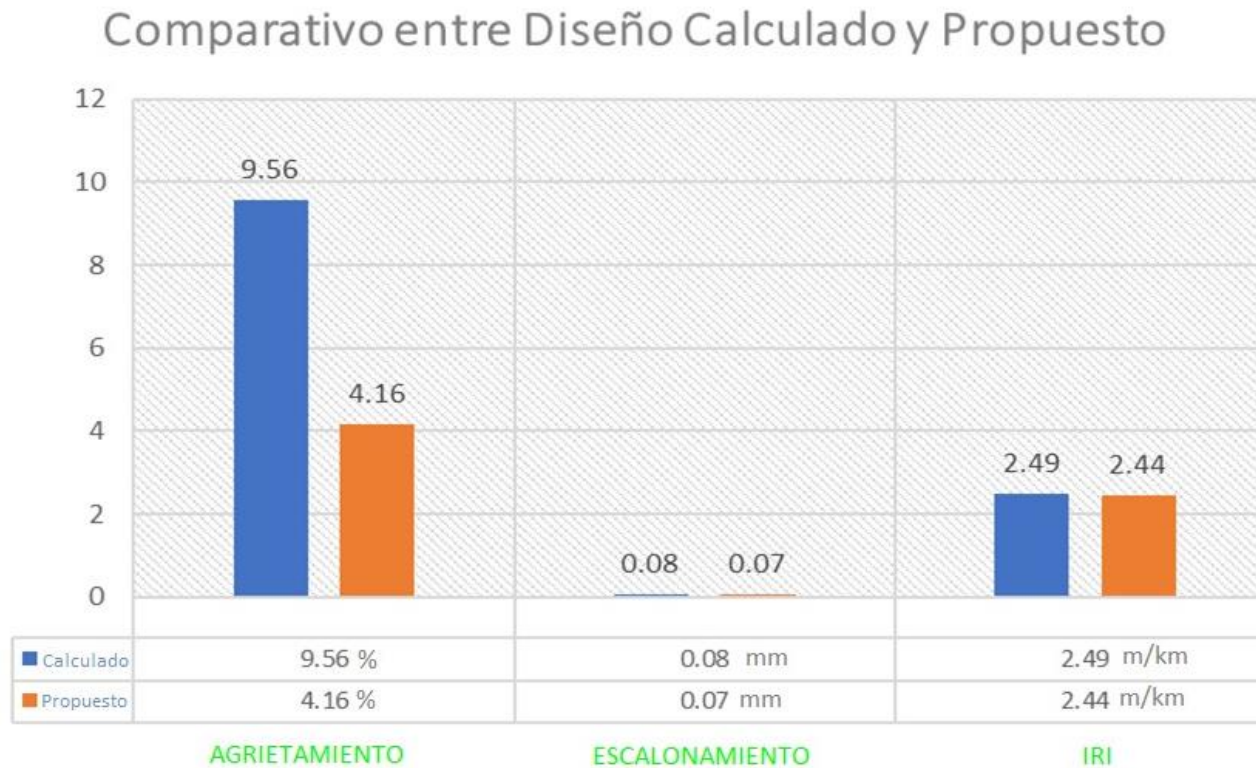
Figura 13. Resultados propuestos correspondientes a la transferencia de carga



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos correspondientes a las transferencia de carga, que es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Figura 14. Gráfico comparativo entre diseño calculado y propuesto



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: De la comparación entre el diseño calculado y propuesto tenemos que el agrietamiento calculado fue de 9.56% y el propuesto 4.16%, el escalonamiento calculado fue de 0.08 mm y el propuesto 0.07 mm, el IRI calculado fue de 2.49 m/km y el propuesto de 2.44 m/km.

4.4. Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2, siendo sus resultados propuestos:

Figura 15. Resultados propuestos correspondientes a la probable falla por agrietamiento



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Se obtuvo un Total de Losas Agrietadas de 4.16% con un Umbral Máximo de Diseño de 10%. Las Grietas Transversales se originan en la parte inferior de la losa con 0.1%, no originándose en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento. Las Grietas Longitudinales no se originan, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la losa. Con respecto a las Grietas de Esquina se observa que el porcentaje de agrietamiento es igual a cero.

V. DISCUSIÓN

En relación a los estudios de tráfico vial, tenemos que: El IMD Anual obtenido es de 710 vehículos, el porcentaje de vehículos livianos representa el 99.43 % conformado por motos lineales, moto taxis, autos, pick up y camionetas rurales. El porcentaje de vehículos pesados representa el 0.57 % constituido por camiones 2E, la cantidad de ejes equivalentes es de 3'111,896.00 según nuestro estudio de tráfico realizado. Los autores Delgado y Rivera (2018, p. 27) en sus estudios de tráfico encontraron para un espectro de tráfico típico residencial un promedio de camiones por día de 69, una tasa de incremento de circulación vial de 3,0% por año, con una distribución direccional de 50% y con una distribución de carril de diseño de 100%. Con un promedio de camiones por día en el carril de diseño durante la vida útil de 46 y con un total de camiones en carril de diseño durante la vida útil de 338,597; la información precedente tuvo su origen en: Buses con un tráfico diario de 12, tasa de crecimiento anual de 3%, factor de proyección de 1.3, para un tránsito diseño de 20 años 56490; camión C2 con un tráfico diario de 11, tasa de crecimiento anual de 3%, factor de proyección de 1.3, para un tránsito diseño de 20 años 52195; camión C3 con un tráfico diario de 46, tasa de crecimiento anual de 3%, factor de proyección de 1.3, para un tránsito diseño de 20 años 218270. Díaz y Hoyos (2019, p. 35) hallaron con el método AASHTO para un periodo de diseño de veinte años: Circulación vial 420067.15 EE, factor de sentido (Fs): 0.50, Factor Carril (Fe): 0.80, Confiabilidad (Ro/o): 90%, error estándar combinado (So): 0.35, servicialidad (O PSI): 2.5. Gómez y Rivero (2019, p. 60) encontraron en su estudio de tráfico, con un planteamiento de un porcentaje de crecimiento del 4%: Clasificación del tráfico según la American Concrete Pavement Association (ACPA) como Streetpave Minor Arterial, siendo tipo de vía colectora con IMD de 1824 vehículos por día y una desviación estándar por defecto de distribución lateral de tráfico sería de 205mm. Y con un número de ejes equivalentes de 5'416,298.510. Mendoza (2015, p. 84) obtuvo en la distribución porcentual del conteo vehicular por tipo de vehículo: Automóvil 30%, camioneta 20%, camioneta rural en un porcentaje de seis punto sesenta y siete, micros B2 30%, buses grandes B3-1 0% camión 2E 10% y camión 3E 3.33%. Pari (2019, p. 49) obtuvo como resultados diarios: Automóvil 46%,

estacion 12%, camionetas picks ups 8%, camionetas paneles 2%, camionetas rurales 14%, camiones 2E 12% y camiones de 3E 5%, resultando en un IMD de 36 vehículos mixtos por día, se estimó un canon de aumento anualizado en el porcentaje de cuatro punto siete. Sánchez (2014, p. 186) obtuvo los siguientes resultados: Autos 39%, pick ups 12%, microbuses 10%, buses 13%, C2 7%, C3 6%, T2-S2 5%, T3-S2 4%, T3-S3 4%, teniendo como total de vehículos 12734. Los resultados de Tapia y Muñoz (2020, p. 19) fueron: Tasa de crecimiento vehicular de 2.5% con un factor de crecimiento del 25.54%, el tiempo estimado del ESAL es de 20 años.

Acerca de los estudios de mecánica de suelos, tenemos: Ausencia de napa freática en la calicata, y ausencia de filtración a 1.60 m, el perfil estratigráfico presenta suelos clasificados, según el sistema de clasificación S. U. C. S. como material tipo I: Arena Arcillosa con Grava (SC), clasificación AASHTO = A – 2 – 4, se obtuvo un resultado del CBR al 95% = 15.10 y al 100% = 32.10, determinando la Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación; se tiene en mayor proporción una Calidad de Sub Rasante muy buena, en la clasificación de Material para excavación, se tiene un Terreno Normal o Suelo Suelto, por lo tanto, las varillas de acero y la cimentación del proyecto serán recubiertas usando el Cemento Portland Tipo I. Gómez y Rivero (2019, p. 3) en sus estudios determinaron que es un suelo que contiene grava, arena, limos, obteniendo un CBR de diseño de 58.43%. Pari (2019, p. 118) en los ensayos de la sub rasante tuvo como resultados: El promedio de contenido de humedad en C1 a una profundidad de 0.85-1.55 fue de 19.46%, en C2 a una profundidad de 0.80-1.55 fue de 29.73%, en C2 a una profundidad de 0.85-1.55 fue de 19.46%, en C2 a una profundidad de 0.85-1.55 fue de 25.34%; según el análisis granulométrico por tamizado el % de grava es 3.74%, de arena es 78.54% y % que pasa el tamiz 200 es 17.72%; Tapia y Muñoz (2020, p.20) encontraron un territorio de greda de baja flexibilidad, CBR de 95%, siendo un suelo regular; Santa Cruz (2018, p. 75) encontró una humedad de entre 8.06% y 26.98% siendo suelos arcillosos de baja humedad en las 18 calicatas del estudio realizado. Isidro y Cañi (2017, p. 61) encontraron en sus estudios de suelos típicos a 3m de profundidad se observa grumos de arena

de hasta 2", limo y sales que según la clasificación SUCS es arena limosa (SM) no plástica.

Referente al diseño del pavimento con el software OptiPave 2, tenemos como resultados calculados: Correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 109 mm, un porcentaje de losa agrietada: 9.56 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.49 m/km. El escalonamiento promedio final de las losas del pavimento es de 0.08mm. Siendo el umbral máximo de diseño de 5mm. Con un IRI inicial de 2m/km a la puesta del pavimento al tráfico y un umbral máximo admisible de diseño de 3.5 m/km al término de su vida útil, el diseño tiene un resultado muy favorable, llegándose a obtener 2.49 m/km de IRI. La transferencia de carga es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Siendo los resultados propuestos: Correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.07 mm y un IRI: 2.44 m/km. El escalonamiento promedio final de las losas del pavimento es de 0.07mm. Siendo el umbral de diseño de 5mm. Con un IRI inicial de 2m/km a la puesta del pavimento al tráfico y un umbral máximo admisible de diseño de 3.5 m/km al término de su vida útil el diseño tiene un resultado muy favorable, llegándose a obtener 2.43 m/km de IRI. La transferencia de carga es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Guzmán y Soncco (2014, p. 73) obtuvieron como resultados: El espesor determinado por el programa OptiPave fue de 10cm, siendo las dimensiones óptimas de las losas de 1.65x1.75. Cruz y Jurado (2019, p. 136), asumieron un resultado final de 12.0 cm siendo la disminución del espesor del pavimento 17.01% aproximadamente, en escalonamiento el valor del diseño con reforzamiento con fibras de acero es 0.065 cm y con el valor sin reforzamiento sin fibras de acero es 0.075 cm, la transferencia de cargas es óptima en ambos casos. Para Gonzales y Núñez (2020, p. 153) en contraste las metodologías AASHTO 93 y PCA 84 con la geometría optimizada se optimizan recursos de mano de obra 15.27%, 22.04%, demostrando así ser más favorable. Albino y

Enciso (2020, p. 23) obtuvieron los siguientes resultados con el mismo software de diseño: Espesor de losa de 17cm, largo 1,80 m y ancho 1.80 m. Sanhueza (2016, p.184) Obtuvo como resultados del programa: Espesor de losa de 238 mm, EE totales en pista de diseño 100.000.000, resistencia media los 90 días 6,42. Gradiente equivalente de construcción -10 °C, tipo de borde, berma granular / asfáltica, losa exterior con sobrealcance sí, valor K combinado para verano 10,76 y para invierno 8,96 kg/cm³, porcentaje total de losas agrietadas 7%, IRI final 3,99 m/km. Finalmente, sobre la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2: Se obtuvo un Total de Losas Agrietadas de 4.16% con un Umbral Máximo de Diseño de 10%. Las Grietas Transversales se originan en la parte inferior de la losa con 0.1%, no originándose en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento. Las Grietas Longitudinales no se originan, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la losa. Con respecto a las Grietas de Esquina se observa que el porcentaje de agrietamiento es igual a cero. Según Covarrubias (2012, p. 196) con losas cortas de entre 1,4 y 2,5 m se vio reducida considerablemente la tensión máxima, por lo que con este método los espesores pueden llegar a 8 cm soportando un tránsito de camiones bajo, esto sobre base granular, evitando así el agrietamiento. Mientras que Ordoñez (2015, p. 18) apela a la casuística para validar el nulo o mínimo agrietamiento producido en pavimentos diseñados con geometría optimizada citando a la carretera Rio Blanco – Puerto Cabezas en Nicaragua en el periodo de uso entre los años 2008 y 2012 donde aunque hubo losas fisuradas requiriendo mantenimiento rutinario consistente en sellado de fisuras, el reemplazo total de losas agrietadas no superó el 5%, mostrando aceptable comportamiento estructural y estabilidad del pavimento. Vásquez y Prado (2016, p. 54, 62, 69) el índice de las condiciones del pavimento (PCI) en el tramo uno es el siguiente: Grieta lineal 27.27%, con daño medio, grieta lineal 4.55% con daño bajo, descascamiento de junta 4.55%, desconchamiento 31.82%, grieta de esquina 9.08%, retracción 22.73%. En el tramo dos: Grieta de esquina 8%, grieta lineal 4%, escala 4%, desconchamiento 36% y retracción 32%. En el tramo tres: Grieta lineal 20.83%, escala 4.17%, desconchamiento 45.83%, retracción 25% y descascamiento de esquina 4.17%.

VI. CONCLUSIONES

6.1 Según el objetivo que buscaba determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2, concluimos: Se obtuvo un Total de Losas Agrietadas de 4.45% con un Umbral Máximo de Diseño de 10%. Las Grietas Transversales se originan en la parte inferior de la losa con 0.1%, no originándose en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento. Las Grietas Longitudinales no se originan, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la losa. Con respecto a las Grietas de Esquina se observa que el porcentaje de agrietamiento es igual a cero.

6.2 La hipótesis general que se planteó fue: El pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca; teniendo como conclusión la aceptación de esta hipótesis dado que así lo determinan los resultados de los estudios antes señalados, además de los resultados del software, tanto para los resultados calculados como para los resultados propuestos para el diseño del pavimento, como para la determinación de la probable falla por agrietamiento.

VII. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta un buen estudio de tráfico vial para determinar un número de EE más aproximado a la realidad.
- A las autoridades del Gobierno Regional de Cajamarca se recomienda tomar en cuenta el método de diseño de pavimento con geometría optimizada (TCP) en la gestión y administración de la infraestructura de la red vial; específicamente en los aspectos técnicos como la planificación y estudios a nivel de las vías urbanas y de evitamiento.
- A las autoridades de la Municipalidad Provincial de Jaén, considerar en el mantenimiento vial al método de diseño de pavimento con geometría optimizada (TCP) en la administración de la infraestructura de la red vial de su ámbito territorial.
- A las autoridades de la Municipalidad Provincial de Jaén hacer una buena gestión del tránsito vehicular según tipo de vehículos o camiones (2E o 3E) para mantener la funcionalidad del pavimento.
- A las autoridades de las instituciones de formación superior de la provincia de Jaén, sobre la malla curricular de formación de futuros ingenieros fomentar el empleo de métodos alternativos para el diseño de pavimento, además de los convencionales; esto a fin de optimizar costos y recursos; sobre todo el método de geometría optimizada.
- Que se continúe con la investigación de pavimentos con geometría optimizada, ya que en la actualidad en nuestro país no existe mucha investigación acerca de este tipo de diseño.

REFERENCIAS

- ALBINO Machuca, Kevin y ENCISO Hidalgo, Marcela. Rehabilitación de pavimentos flexibles mediante sistema whitetopping con Losas Cortas de Geometría Optimizada en la Av. La Unión – Manchay, 2020. (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo. Lima, 2020. 114 pp.
- ANAYA Palacio, Juan. Evaluación de la carpeta de rodadura en pavimentos hidráulicos, por medio del cambio de geometría convencional a losas cortas, aplicadas en las vías del área metropolitana de la ciudad de Santa Marta D.T.C.H con base en los diseños empleados en los países de Chile, Colombia y Perú entre los años 2015-2020. (Título de Ingeniero Civil). Santa Marta: Universidad Cooperativa de Colombia, 2020. 45 pp.
- ASENJO Cajusol, Donald. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI – Jaén 2016. (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. 205 pp.
- AYA Guillén, Jean. Estudio de suelos con fines de cimentación en las Asociaciones de Vivienda San Cristóbal, San Juan Bosco y San Fernando del Sector VII del Distrito Alto de la Alianza – Región Tacna. (Título de Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2015. 259 pp.
- COGOLLO Forero, María y SILVA Bernal, Angie. Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas. (Título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018. 57 pp.
- COVARRUBIAS, Juan. Diseño de losas de hormigón con geometría optimizada. Revista Ingeniería de Construcción [en línea]. 11 de setiembre de 2012, n.º 3. [Fecha de consulta: 03 de marzo de 2021]. Disponible en: www.ricuc.cl

- CRUZ Boza, Juan y JURADO Martínez, Daker. Influencia de las fibras de acero en el diseño del concreto para la optimización del espesor en pavimentos de losas cortas (TCP) en la ciudad de Huancavelica. (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. 191 pp.
- DELGADO Andrade, César y RIVERA De la Cruz, Livingston. Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima-Naranjal (Km 11) – Taura. (Título de Ingeniero Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2018. 98 pp.
- DÍAZ Zamora, Keyla y HOYOS Fernández, Tito. Comparación técnico y económico de pavimentos optimizados (TCP) y pavimentos rígidos (AASHTO 93), de acuerdo con las condiciones locales de Jaén. (Título de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019. 115 pp.
- GÓMEZ Benites, Wilmer y RIVERO Avila, Bryan. Análisis comparativo del diseño de pavimento rígido de losa corta y el pavimento rígido tradicional en la zona El Trópico, distrito de Huanchaco, Trujillo- La Libertad. (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 157 pp.
- GOBIERNO Regional de Piura. Memoria de cálculo de pavimentos. Mejoramiento de a Av. Sánchez Cerro tramo Av. Gullman- Av. Chulucanas – Distrito de Piura – Provincia de Piura – Piura, Perú, 2018. 64 pp.
- GUERRERO Sánchez, Antony y HOYOS Muñoz, Ledis. Influencia del material fino que pasa por el tamiz N°200 (74 μ m) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. (Título de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2018. 118 pp.
- GONZALES Apaza, Randy y NÚÑEZ Ccama, Saúl. Optimización de recursos en el diseño y construcción de pistas y veredas, aplicando la metodología de Losas Cortas en la ciudad de Puno. (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2020. 157 pp.

- GRANDA, Carol. Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018. (Título de Ingeniero Civil). Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019. 160 pp.
- GUZMÁN Ariste, Jhon y SONCCO Bendezú, Alex. Aplicación de la tecnología de pavimento TCP en el Barrio de Santa Rosa, distrito de Lircay – Angaraes. (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. 152 pp.
- HERNÁNDEZ, Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ, Collado, Carlos, BAPTISTA, Lucio, Pilar. Metodología de la investigación. 6ta Edición. México: Mc Graw Hill, 2014. 634 pp.
ISBN: 9781456223960
- ISIDRO Mamani, Adaluz y CAÑI Nina, Alex. Determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo de la zona de Piedra Blanca – Asociación El Centinela, distrito de Calana, Departamento de Tacna. (Título de Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2017. 69 pp.
- LAVADO Pisco, Raúl. Innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con utilización del Método Losas Cortas en la av. 26 noviembre, VMT 2018. (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 201 pp.
- LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. Centro de Investigaciones en Mecatrónica y Sistemas Interactivos. Revista Cienciamérica [en línea]. Diciembre 2014. n.º 3. [Fecha de consulta 2 de marzo de 2021]. Disponible en <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/32>
ISSN: 1390-9592
- MENDOZA García, Hamilton. Evaluación del diseño de losas cortas (TCP) en pavimentos según tensiones. (Título de Ingeniero Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2015. 210 pp.
- MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010. Perú, 2010. 75 pp.

- PÁEZ Fajardo, María y SALAZAR Ortega, Borys. Diseño de Pavimento Industrial para un Patio de Contenedores del Grupo TransEstiba. (Título de Ingeniero Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2018. 77 pp.
- PARI Mamani, Jenrry. Aplicación de la metodología de losa con geometría optimizada en diseño de pavimento rígido en el centro poblado de Jayllihuaya – Puno. (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019. 165 pp.
- PEREDA Huamán, Cinthia. Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca – La Colpa. (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014. 192 pp.
- RAMÍREZ Carrasco, Herver. Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del Parque Infantil Miguel Cortez de la ciudad de Piura – septiembre 2015. (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2015. 106 pp.
- SÁNCHEZ Montenegro, Cynthia. Incidencia de las patologías del concreto en la obtención del índice de integridad funcional y estructural del pavimento rígido de la Av. San Martín de Porres, entre la Av. Atahualpa y Jr. Los Geranios, de la ciudad de Cajamarca. (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 184 pp.
- SÁNCHEZ Campos, Pablo. Método de diseño de losas de dimensiones superficiales optimizadas, en pavimentos de concreto hidráulico. (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2014. 223 pp.
- SANTA CRUZ Perales, Dennis. Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritor del distrito de Soritor – Provincia de Moyobamba – Región San Martín. (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2018. 135 pp.
- SANHUEZA Mejías, Carlos. Aplicación del análisis del costo del ciclo de vida es la toma de decisiones para la selección del tipo de pavimento en Chile. (Título de Ingeniero Civil). Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2016. 205 pp.

- TAPIA Ramírez, Jorge y MUÑOZ Curihuaman, Juan. Diseño de la ampliación de infraestructura vial y peatonal para transitabilidad en el sector Nor Oriente, Jaén, Cajamarca – 2018. (Título de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad César Vallejo, 2020. 158 pp.
- VÁSQUEZ D'azevedo, Piero y PRADO Escudero, Joy. Patología del pavimento rígido en la calle Pablo Rosell en el año 2016. (Título de Ingeniero Civil). Iquitos: Universidad Científica del Perú, 2016. 108 pp.
- ZEVALLOS Gamarra, Rafael. Identificación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017. (Título de Ingeniero Civil). Barranca: Universidad César Vallejo, 2018. 102 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de las Variables

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables, Variable Independiente.

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicador | Escala De Medición |
|---|---|---|--|---|--------------------|
| Variable independiente: Diseño de pavimento con geometría optimizada. | Es el diseño de pavimentos de concreto hidráulico también denominado losas cortas, modificándose la geometría de las losas en tamaño y espesor para lograr similares esfuerzos en tracción decreciendo así los esfuerzos y el espesor de la losa. (Anaya, 2020: 13) | Es el diseño de pavimento con geometría optimizada teniendo en cuenta: Parámetros del diseño, análisis estructural y el comportamiento estructural. (Sánchez, 2014: 72-182) | Diseño de la estructura del pavimento (Diseño TCP) | Propiedades de la losa | De razón |
| | | | | Propiedades de la base | |
| | | | | Propiedades de barras de amarre | |
| | | | | Condiciones climáticas | |
| | | | Análisis estructural | Criterios del comportamiento | De razón |
| | | | | Posición de carga (M) | |
| | | | | Condición de alabeo (N) | |
| | | | | Condición de carga (P) | |
| | | | Comportamiento estructural | Tipo de eje (q) | De intervalo |
| | | | | Agrietamiento longitudinal | |
| | | | | Agrietamiento transversal | |
| | | | | Rugosidad o regularidad internacional (IRI) | |
| | | | | Escalonamiento | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de Operacionalización de Variables, Variable Dependiente

| Variables | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicador | Escala De Medición |
|--|--|---|--|---|-------------------------|
| Variable dependiente: Agrietamiento del pavimento. | Son las fallas que se presentan en el pavimento que pueden tener como origen el factor tránsito, las características físico mecánicas de las capas de su estructura, naturaleza del terreno de apoyo o sub rasante. (Montejo, 2006. Citado por Vásquez y Prado, 2016: 29) Esto también se produce principalmente en diseños con métodos tradicionales, por la carga generada por los vehículos que se concentra en toda la losa, mientras que con el método TCP ésta carga se distribuye en todas las losas. | Es la verificación del comportamiento estructural del pavimento además de los factores intervinientes. (Vásquez y Prado, 2016: 29). | Mecanismos de falla de un pavimento (GRP, 2018: 9) | Agrietamiento longitudinal | De Intervalo y de razón |
| | | | | Agrietamiento transversal en el tercio central de la losa | |
| | | | | Agrietamiento en la esquina | |
| | | | | Rugosidad o regularidad internacional (IRI) | |
| | | | | Escalonamiento | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia

Tabla 1. Matriz de Consistencia

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Metodología |
|--|--|---|--|
| <p>¿Cuál será la Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca?</p> | <p>Objetivo general: Proponer el diseño de pavimento con Geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Realizar los estudios de tráfico vial.</p> <p>b) Ejecutar los estudios de mecánica de suelos.</p> <p>c) Realizar el diseño del pavimento con el software OptiPave 2.</p> <p>d) Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2.</p> | <p>El pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.</p> | <p>Tipo y diseño: el tipo es aplicada y el diseño es de no experimentación transversal descriptivo con correlación causal.</p> <p>Población: Infraestructura vial del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca.</p> <p>Muestra: Calle Zarumilla Cuadra 17 del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca.</p> <p>Muestreo: Es una muestra no probabilística ya que no todos los integrantes de la población han tenido la misma oportunidad de ser seleccionados para participar en este estudio, no fue al azar, fue un proceso de toma de decisión por parte del investigador, ya que no todas las calles del distrito de Jaén presentan grietas; esto según Hernández, Fernández y Baptista (2014: 176)</p> |

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|---|--|--|----------------------------|---|-------------------------|
| Variable independiente: Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada. | Es el diseño de pavimentos de concreto hidráulico de geometría optimizada, también denominado losas cortas, modificándose la geometría de las losas en tamaño y espesor para lograr similares esfuerzos en tracción decreciendo así los esfuerzos y el espesor de la losa. (Anaya, 2020: 13) | Es el diseño de pavimento con geometría optimizada teniendo en cuenta: Parámetros del diseño, análisis y comportamiento. (Sánchez, 2014: 72-182) | Parámetros del diseño | Propiedades de la losa | De razón |
| | | | | Propiedades de la base | |
| | | | | Propiedades de barras de amarre | |
| | | | | Condiciones climáticas | |
| | | | | Criterios del comportamiento | |
| | | | Análisis estructural | Posición de carga (M) | De razón |
| | | | | Condición de alabeo (N) | |
| | | | | Condición de carga (P) | |
| | | | | Tipo de eje (q) | |
| | | | Comportamiento estructural | Agrietamiento longitudinal | De intervalo |
| | | | | Agrietamiento transversal | |
| | | | | Índice de rugosidad o regularidad internacional (IRI) | |
| | | | | Servicialidad | |
| Escalonamiento | | | | | |
| Variable dependiente: Agrietamiento del Pavimento. | Son las fallas que se presentan en el pavimento que pueden tener como origen el factor tránsito, las características físico mecánicas de las capas de su estructura, naturaleza del terreno de apoyo o sub rasante. (Montejo, 2006. Citado por Vásquez y Prado, 2016: 29). | Es la verificación del comportamiento estructural del pavimento además de los factores intervinientes. (Vásquez y Prado, 2016: 29). | Comportamiento estructural | Agrietamiento longitudinal | De Intervalo y de razón |
| | | | | Agrietamiento transversal | |
| | | | | Índice de rugosidad o regularidad internacional (IRI) | |
| | | | | Servicialidad | |
| | | | | Escalonamiento | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Datos

Tabla 1. Instrumentos de Recolección de Datos

| DIMENSIONES | INDICADOR | TÉCNICA E INSTRUMENTO |
|----------------------------|---|--|
| Parámetros del diseño | Propiedades de la losa | Software de diseño mecánico empírico OptiPave 2. |
| | Propiedades de la base | |
| | Propiedades de barras de amarre | |
| | Condiciones climáticas | |
| | Criterios del comportamiento | |
| Análisis estructural | Posición de carga (M) | |
| | Condición de alabeo (N) | |
| | Condición de carga (P) | |
| | Tipo de eje (q) | |
| Comportamiento estructural | Agrietamiento longitudinal | |
| | Agrietamiento transversal | |
| | Índice de rugosidad o regularidad internacional (IRI) | |
| | Servicialidad | |
| | Escalonamiento | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Estudio de Tráfico vial

ÍNDICE

ESTUDIO DE TRÁFICO

1. GENERALIDADES

2. OBJETIVOS

- 2.1. Objetivo General
- 2.2. Objetivos específicos

3. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE

4. METODOLOGIA EN EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

- 4.1. Recopilación de la Información
- 4.2. Análisis de la Información y obtención de Resultados

5. CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

- 5.1. Resultados Directos del Conteo Vehicular
- 5.2. Factores de Corrección Estacional
- 5.3. IMD Anual Tramo
- 5.4. Variación
- 5.5. Resumen del conteo

6. CONCLUSIONES

7. ANEXOS

ESTUDIO DE TRÁFICO

1. GENERALIDADES

La calle en estudio se encuentra ubicada en la de Provincia de Jaén, región de Cajamarca. Esta calle, dada su ubicación, permite el mejoramiento del transporte, vehicular y peatonal. Por esta vía en mayoría circulan vehículos livianos, así como: motos lineales, moto taxis, autos y camionetas, y en menor escala camiones tipo C2 en ambos sentidos.

El presente estudio de tráfico se realiza como parte del Proyecto de investigación denominado: **"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, PERÚ"**

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

El objetivo del estudio es el de conocer las características actuales del flujo vehicular, así como; cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que se desplazan por la calle Zarumilla cuadra 17 específicamente, y sobre la base de la información obtenida en campo, analizar el tráfico existente y proyectar el tráfico futuro y los ejes equivalentes para uso de estos datos en el software de diseño.

2.2. Objetivos específicos

Obtener información de campo a través de las siguientes actividades:

- Conteo y clasificación vehicular del tránsito que circula en la calle en estudio.
- Procesar la información primaria obtenida en campo.
- Determinar el IMD Anual, sobre la base de los resultados del conteo y el factor de corrección estacional.
- Establecer la composición del tráfico vehicular.

3. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE

El tránsito vehicular existente en la Calle Zarumilla, ubicada en el Distrito de Jaén, Provincia Jaén - Cajamarca. Está compuesto en su mayoría por el paso de vehículos ligeros: Motos lineales, Moto taxis, Autos, camionetas y en menor escala camiones tipo C2.

El flujo vehicular en esta vía es principalmente de pasajeros que se movilizan en moto taxis, autos, que tienen sus horas variables por lo general en las mañanas, y el tránsito pesado es en menor escala.

4. METODOLOGIA EN EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio se basó en las observaciones realizadas en la zona de trabajo, durante el desarrollo de los trabajos de ingeniería básica y las recomendaciones del “Manual para Estudio de Tráfico”, dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito vehicular.

El desarrollo normal del estudio contempla las siguientes etapas:

- Etapa de recopilación de la información.
- Etapa de tabulación de la información.
- Etapa de análisis de la información y obtención de resultados.

4.1. Recopilación de la Información

a. Trabajo de Gabinete.

Consistió en el diseño de los formatos para el conteo de tráfico, a ser utilizados en las estaciones de control preestablecidas en el trabajo de campo.

- Formato del Conteo Volumétrico de Tráfico.

Considera la identificación de los requisitos para la toma de información en las estaciones de control establecidas.

Tales requisitos son la estación de conteo, el tramo correspondiente, las características de los vehículos, la fecha y hora del conteo.

b. Trabajo de Campo.

El conteo volumétrico se realizó en 01 estación previamente identificada y seleccionada, durante un periodo de siete (07) días consecutivos de la semana y durante las 7.00 am hasta las 7.00 pm, horas en que se produce el tráfico crítico del día, desde el 24 hasta el 30 de mayo del 2017. El conteo se efectuó a todos los vehículos (en ambos sentidos), en forma simultánea y continua.

Para el siguiente estudio se han considerado dos estaciones que tiene la siguiente ubicación:

ESTACIÓN (E-01) – CALLE ZARUMILLA

4.2. Análisis de la Información y obtención de Resultados

Los conteos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la superficie de la calle en estudio, así como la composición vehicular, y variación diaria y horaria. Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo en índice Medio Diario Anual (IMD) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \frac{(\text{V}_{\text{DL 1}} + \text{V}_{\text{DL 2}} + \text{V}_{\text{DL 3}} + \text{V}_{\text{DL4}} + \text{V}_{\text{DL5}} + \text{V}_{\text{DSab}} + \text{V}_{\text{DDom}})}{7} \times \text{F.C.E.}$$

Donde:

$\text{V}_{\text{DL 1}} + \text{V}_{\text{DL 2}} + \text{V}_{\text{DL 3}} + \text{V}_{\text{DL4}} + \text{V}_{\text{DL5}}$ Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables

$\text{V}_{\text{D sab}}$ Volumen de tráfico registrado sábado

$\text{V}_{\text{D Dom}}$ Volumen de tráfico registrado domingo

FCE..... Factor de corrección estacional

IMD Anual..... Índice Medio Diario Anual

5. CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR.

5.1. Resultados Directos del Conteo Vehicular

Luego de consolidar y dar consistencia a la información obtenida del conteo en la estación, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía por tipo de vehículo.

El **cuadro N° 01** muestran el promedio del tráfico de la semana de la calle Zarumilla.

CUADRO N° 01
PROMEDIO SEMANAL DEL TRÁFICO VEHICULAR – CA. ZARUMILLA

| DÍA | FECHA | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIÓN | | | TOTAL |
|-----------|------------|-------------|-----------|------|---------------|------------|-------|-------------|--------|-----|-----|-------|
| | | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | 2 E | 3 E | 4 E | |
| LUNES | 24/05/2021 | 231 | 323 | 8 | 1 | 5 | 2.5 | 5 | 4 | 0 | 0 | 574 |
| MARTES | 25/05/2021 | 212 | 327 | 8 | 1 | 8 | 2 | 5 | 3.5 | 0 | 0 | 562 |
| MIÉRCOLES | 26/05/2021 | 225 | 323 | 6 | 0 | 8 | 3 | 4 | 3 | 0 | 0 | 568 |
| JUEVES | 27/05/2021 | 229 | 336 | 9 | 1 | 8 | 3.5 | 3 | 3 | 0 | 0 | 588 |
| VIERNES | 28/05/2021 | 238 | 378 | 10 | 0 | 9 | 6 | 5.5 | 5 | 0 | 0 | 646 |
| SÁBADO | 29/05/2021 | 295 | 342 | 8 | 1 | 6 | 4.5 | 6.5 | 3.5 | 0 | 0 | 663 |
| DOMINGO | 30/05/2021 | 312 | 483 | 6 | 1 | 7 | 5.5 | 5 | 4.5 | 0 | 0 | 818 |
| PROMEDIO | | 249 | 359 | 8 | 0 | 7 | 4 | 5 | 4 | 0 | 0 | 4417 |

5.2. Factores de Corrección Estacional

Considerando que los volúmenes de tráfico varían cada mes de acuerdo a las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, estaciones del año, vacaciones, festividades, etc., es necesario afectar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo, por un factor de corrección que lleve a estos valores al índice Medio Diario Anual.

Este factor fue estimado relacionando el IMD del mes de octubre para cada uno de los años señalados en el cuadro mostrado (de lo cual se obtuvo un IMD promedio) y toman como base la información existente en Provias Nacional correspondiente al peaje de Pucará (localizado en el distrito de Pomahuaca) el más próximo de la zona de estudio. De esa manera se obtuvo el siguiente factor.

CUADRO N° 02

Factor de corrección estacional: Peaje Pucará (Mes de mayo)

| Mes | Ligeros | Pesados |
|-------------|-------------------|------------------|
| Enero | 0.9296631 | 1.0674410 |
| Febrero | 0.96891222 | 1.0579530 |
| Marzo | 1.08197395 | 1.1161250 |
| Abril | 1.10689494 | 1.0513190 |
| Mayo | 1.11822623 | 1.0668380 |
| Junio | 1.06081011 | 1.0045070 |
| Julio | 0.92335252 | 0.9513600 |
| Agosto | 0.90988279 | 0.9461140 |
| Septiembre | 1.03651314 | 0.9726680 |
| Octubre | 1.07122651 | 1.0033900 |
| Noviembre | 1.03033096 | 0.9700480 |
| Diciembre | 0.93750106 | 0.9593830 |

5.3. IMD Anual Tramo

El Índice Medio Diario Anual (IMDA), se obtiene multiplicando el promedio diario de la semana (obtenido del aforo en campo), por el factor de corrección de Noviembre (mes en el que se realizó el trabajo de campo).

En el Cuadro N° 03, se muestra el resumen del IMD Anual promedio de la calle Zarumilla.

CUADRO N° 03

Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: ZARUMILLA

PARA VEHÍCULOS LIGEROS

| DÍA | FECHA | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | TOTAL |
|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------|----------------------|-------------------|--------------|--------------------|--------------|
| | | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | |
| LUNES | 24/05/2021 | 231 | 323 | 8 | 1 | 5 | 3 | 5 | 576 |
| MARTES | 25/05/2021 | 212 | 327 | 8 | 1 | 8 | 2 | 5 | 563 |
| MIÉRCOLES | 26/05/2021 | 225 | 323 | 6 | 0 | 8 | 3 | 4 | 569 |
| JUEVES | 27/05/2021 | 229 | 336 | 9 | 1 | 8 | 4 | 3 | 590 |
| VIERNES | 28/05/2021 | 238 | 378 | 10 | 0 | 9 | 6 | 6 | 647 |
| SÁBADO | 29/05/2021 | 295 | 342 | 8 | 1 | 6 | 5 | 7 | 664 |
| DOMINGO | 30/05/2021 | 312 | 483 | 6 | 1 | 7 | 6 | 5 | 820 |
| IMDA | | 278 | 401 | 8 | 0 | 8 | 4 | 5 | 704 |
| PORCENTAJE | | 39.41% | 56.82% | 1.20% | 0.06% | 1.13% | 0.61% | 0.77% | 100 |

PARA VEHÍCULOS PESADOS

| DÍA | FECHA | CAMIÓN | | | TOTAL |
|-------------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|
| | | 2 E | 3 E | 4 E | |
| LUNES | 24/05/2021 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| MARTES | 25/05/2021 | 3.5 | 0 | 0 | 3.5 |
| MIÉRCOLES | 26/05/2021 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| JUEVES | 27/05/2021 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| VIERNES | 28/05/2021 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| SÁBADO | 29/05/2021 | 3.5 | 0 | 0 | 3.5 |
| DOMINGO | 30/05/2021 | 4.5 | 0 | 0 | 4.5 |
| IMDA | | 4 | 0 | 0 | 4 |
| PORCENTAJE | | 100.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 100 |

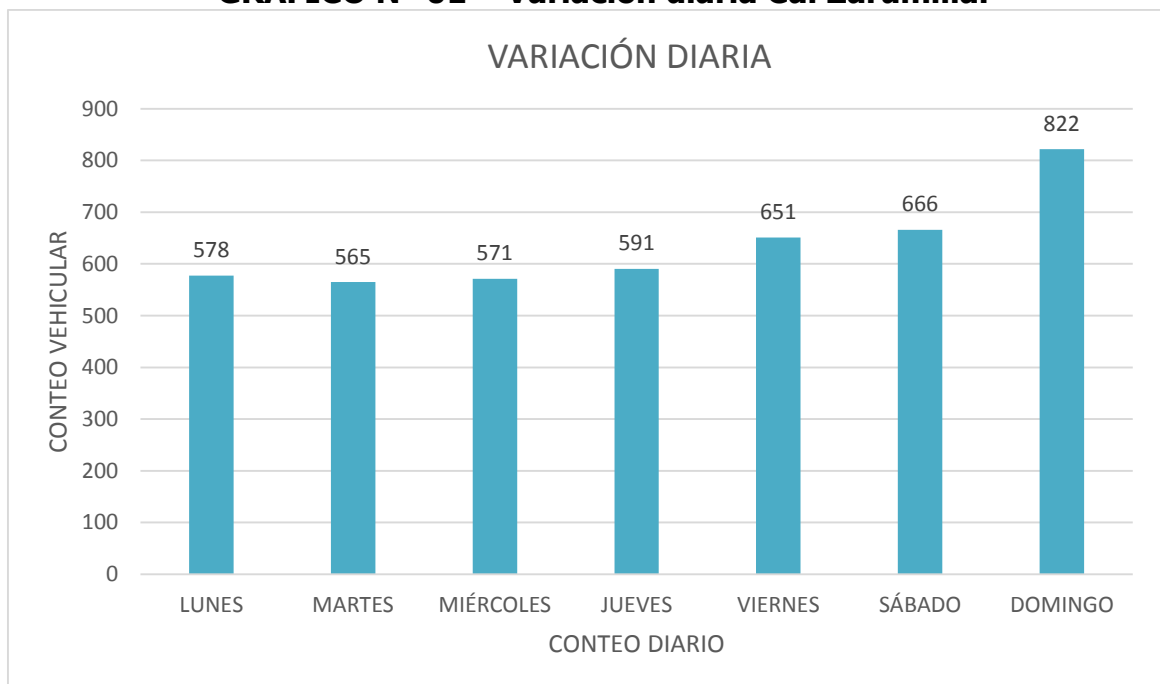
5.4. Variación.

a. La Variación Diaria

Ca. Zarumilla:

El mayor volumen de tráfico por día se presenta el domingo con 822 de los cuales el 99.43% corresponde a vehículos ligeros y el 0.57 corresponde a vehículos pesados. El día de menor volumen de tráfico es el lunes con 578 vehículos. Estos resultados se muestran en el siguiente **gráfico N° 01**.

GRÁFICO N° 01 – Variación diaria Ca. Zarumilla.



5.5. Resumen del conteo

a. Promedio semanal diario

En los **cuadros N° 4**, se presenta el resumen del conteo y clasificación vehicular promedio semanal diario por tipo de vehículo, expresados en cifras absolutas y relativas (%).

Ca. Zarumilla:

El flujo de vehículos ligeros (motos lineales, moto taxis, autos, pick up, camionetas y combi rurales) representa el 99.43%. Mientras tanto el flujo de vehículos pesados (camión 2E) representa el 0.57%.

CUADRO N° 04

Conteo y clasificación vehicular - Calle: Zarumilla

| TIPO DE VEHÍCULO | | PROMEDIO SEMANAL/DIA | COMPOSICIÓN (%) |
|------------------|-------------|----------------------|-----------------|
| MOTO LINEAL | | 249 | 39.18 |
| MOTO TAXI | | 359 | 56.50 |
| AUTO | | 8 | 1.19 |
| COMBI MINIBUS | | 0 | 0.06 |
| CAMIONETAS | PICK UP | 7 | 1.13 |
| | PANEL | 4 | 0.61 |
| | RURAL Combi | 5 | 0.77 |
| CAMIÓN | 2 E | 4 | 0.57 |
| TOTAL | | 710 | 100 |

b. Índice Medio Diario Anual (IMDA).

El resumen de los resultados del IMD Anual obtenido sobre la base de los cuadros N° 5, afectado por el factor de corrección, se puede apreciar en el cuadro N° 02.

CUADRO N° 05

Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: Zarumilla

| TIPO DE VEHÍCULO | | PROMEDIO SEMANAL/DIA | COMPOSICIÓN (%) |
|------------------|-------------|----------------------|-----------------|
| MOTO LINEAL | | 278 | 39.18 |
| MOTO TAXI | | 401 | 56.50 |
| AUTO | | 8 | 1.19 |
| COMBI MINIBUS | | 0 | 0.06 |
| CAMIONETAS | PICK UP | 8 | 1.13 |
| | PANEL | 4 | 0.61 |
| | RURAL Combi | 5 | 0.77 |
| CAMIÓN | 2 E | 4 | 0.57 |
| TOTAL | | 710 | 100 |

6. CONCLUSIONES

Ca. Zarumilla

- El IMD Anual obtenido es de 704 vehículos.
- El porcentaje de vehículos livianos representa el 99.43 % conformado por motos lineales, moto taxis, autos, pick up y camionetas rurales. El porcentaje de vehículos pesados representa el 0.57 % constituido por camiones 2E.
- La cantidad de ejes equivalentes es de 3'111,896.00 según nuestro estudio de tráfico realizado.

7. ANEXO
ESTUDIOS DE TRÁFICO VIAL
CUADRO N° 06

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA
CONTROL LUNES 24 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

| HORA | PERÍODO | | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIONES 2E | SUB TOTAL | TOTAL |
|-----------------|------------|---------|-------------|------------|-----------|---------------|------------|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | INICIO | SENTIDO | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | | |
| PERIODO (Horas) | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7:00 a.m. | | 12 | 18 | 1 | | | | | | 31 | 61 |
| | 8:00 a.m. | | 14 | 15 | | | | | | | 30 | |
| 2 | 8:00 a.m. | | 12 | 30 | | | | 1 | | 2 | 45 | 91 |
| | 9:00 a.m. | | 11 | 32 | 2 | | 1 | | | | 46 | |
| 3 | 9:00 a.m. | | 17 | 21 | | | | | | 1 | 39 | 90 |
| | 10:00 a.m. | | 19 | 29 | 1 | | 2 | | | | 51 | |
| 4 | 10:00 a.m. | | 11 | 23 | | | | | | 2 | 36 | 71 |
| | 11:00 a.m. | | 15 | 19 | | | | 1 | | | 35 | |
| 5 | 11:00 a.m. | | 18 | 22 | | | | | | | 40 | 83 |
| | 12:00 a.m. | | 24 | 16 | 2 | | | | | 1 | 43 | |
| 6 | 12:00 a.m. | | 22 | 33 | | | | | | | 55 | 109 |
| | 13:00 p.m. | | 15 | 37 | | 1 | 1 | | | | 54 | |
| 7 | 13:00 p.m. | | 21 | 25 | 2 | | | | | 2 | 50 | 94 |
| | 14:00 p.m. | | 14 | 29 | 1 | | | | | | 44 | |
| 8 | 14:00 p.m. | | 23 | 27 | | | 1 | | | | 51 | 110 |
| | 15:00 p.m. | | 25 | 32 | 2 | | | | | | 59 | |
| 9 | 15:00 p.m. | | 24 | 36 | | | | 2 | | 2 | 64 | 117 |
| | 16:00 p.m. | | 21 | 27 | | | 3 | | 2 | | 53 | |
| 10 | 16:00 p.m. | | 27 | 35 | | | | | | | 62 | 106 |
| | 17:00 p.m. | | 19 | 25 | | | | | | | 44 | |
| 11 | 17:00 p.m. | | 33 | 38 | | | | | | | 71 | 132 |
| | 18:00 p.m. | | 27 | 29 | 3 | | | | 2 | | 61 | |
| 12 | 18:00 p.m. | | 21 | 25 | | | 2 | 1 | | 1 | 50 | 91 |
| | 19:00 p.m. | | 16 | 22 | 1 | | | | 1 | | 41 | |
| TOTAL | | | 461 | 645 | 15 | 1 | 10 | 5 | 10 | 8 | | 1155 |

CUADRO N° 07

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA
CONTROL MARTES 25 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

| HORA | PERÍODO | | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIONES 2E | SUB TOTAL | TOTAL |
|--------------|------------|---------|-------------|------------|-----------|---------------|------------|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | INICIO | SENTIDO | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | | |
| 1 | 7:00 a.m. | | 15 | 25 | | | | | | | 40 | 88 |
| | 8:00 a.m. | | 18 | 22 | 2 | | 1 | 1 | 2 | 2 | 48 | |
| 2 | 8:00 a.m. | | 21 | 47 | | | | | | | 68 | 133 |
| | 9:00 a.m. | | 19 | 38 | 3 | | 4 | | 1 | | 65 | |
| 3 | 9:00 a.m. | | 15 | 25 | | | | | | | 40 | 86 |
| | 10:00 a.m. | | 12 | 32 | | | 2 | | | | 46 | |
| 4 | 10:00 a.m. | | 17 | 23 | | | | | | | 40 | 84 |
| | 11:00 a.m. | | 14 | 28 | 1 | | | | | 1 | 44 | |
| 5 | 11:00 a.m. | | 11 | 22 | | | | | | | 33 | 81 |
| | 12:00 a.m. | | 16 | 26 | | 1 | 2 | 2 | 1 | | 48 | |
| 6 | 12:00 a.m. | | 22 | 31 | | | | | | | 53 | 125 |
| | 13:00 p.m. | | 30 | 40 | 2 | | | | | | 72 | |
| 7 | 13:00 p.m. | | 27 | 23 | | | | | | | 50 | 105 |
| | 14:00 p.m. | | 21 | 28 | 2 | | 3 | | | 1 | 55 | |
| 8 | 14:00 p.m. | | 12 | 19 | | | | | | | 31 | 80 |
| | 15:00 p.m. | | 22 | 26 | | | 1 | | | | 49 | |
| 9 | 15:00 p.m. | | 18 | 24 | | | | | | | 42 | 83 |
| | 16:00 p.m. | | 13 | 22 | 3 | | | 1 | 2 | | 41 | |
| 10 | 16:00 p.m. | | 19 | 27 | | | | | | | 46 | 86 |
| | 17:00 p.m. | | 16 | 21 | | | 1 | | | 2 | 40 | |
| 11 | 17:00 p.m. | | 14 | 26 | | | | | | | 40 | 89 |
| | 18:00 p.m. | | 18 | 31 | | | | | | | 49 | |
| 12 | 18:00 p.m. | | 21 | 21 | 2 | | 2 | | 4 | 1 | 51 | 90 |
| | 19:00 p.m. | | 13 | 26 | | | | | | | 39 | |
| TOTAL | | | 424 | 653 | 15 | 1 | 16 | 4 | 10 | 7 | | 1130 |

CUADRO N° 08

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA

CONTROL MIÉRCOLES 26 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

| HORA | PERÍODO | | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIONES 2E | SUB TOTAL | TOTAL |
|--------------|------------|---------|-------------|------------|-----------|---------------|------------|----------|----------|-------------|-----------|-------------|
| | INICIO | SENTIDO | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | | |
| 1 | 7:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| | 8:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| 2 | 8:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| | 9:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| 3 | 9:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| | 10:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| 4 | 10:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| | 11:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| 5 | 11:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| | 12:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| 6 | 12:00 a.m. | | | | | | | | | | | |
| | 13:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| 7 | 13:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| | 14:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| 8 | 14:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| | 15:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| 9 | 15:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| | 16:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| 10 | 16:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| | 17:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| 11 | 17:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| | 18:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| 12 | 18:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| | 19:00 p.m. | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | 449 | 645 | 12 | 0 | 16 | 6 | 8 | 6 | | 1142 |

CUADRO N° 09

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA

CONTROL JUEVES 27 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodríguez

SENTIDO:

| HORA | PERÍODO | | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIONES 2E | SUB TOTAL | TOTAL |
|--------------|------------|---------|-------------|------------|-----------|---------------|------------|----------|----------|-------------|-------------|-------|
| | INICIO | SENTIDO | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | | |
| 1 | 7:00 a.m. | | 17 | 14 | | | | | | 31 | 76 | |
| | 8:00 a.m. | | 15 | 21 | 3 | | 2 | | 2 | 45 | | |
| 2 | 8:00 a.m. | | 16 | 27 | | | | | | 43 | 96 | |
| | 9:00 a.m. | | 16 | 33 | 2 | 1 | 1 | | | 53 | | |
| 3 | 9:00 a.m. | | 24 | 24 | | | | | | 48 | 91 | |
| | 10:00 a.m. | | 17 | 21 | 1 | | | 2 | 1 | 43 | | |
| 4 | 10:00 a.m. | | 11 | 25 | | | | | | 36 | 63 | |
| | 11:00 a.m. | | 9 | 16 | | | 2 | | | 27 | | |
| 5 | 11:00 a.m. | | 21 | 28 | | | | | | 49 | 92 | |
| | 12:00 a.m. | | 15 | 23 | 2 | | 1 | 2 | | 43 | | |
| 6 | 12:00 a.m. | | 22 | 38 | | | | | | 60 | 134 | |
| | 13:00 p.m. | | 29 | 37 | 3 | | 4 | | 1 | 74 | | |
| 7 | 13:00 p.m. | | 36 | 39 | | | | | | 75 | 124 | |
| | 14:00 p.m. | | 22 | 26 | | | | 1 | | 49 | | |
| 8 | 14:00 p.m. | | 19 | 23 | 1 | | | | | 43 | 88 | |
| | 15:00 p.m. | | 14 | 29 | | | 2 | | | 45 | | |
| 9 | 15:00 p.m. | | 22 | 31 | | | | | | 53 | 105 | |
| | 16:00 p.m. | | 16 | 36 | | | | | | 52 | | |
| 10 | 16:00 p.m. | | 22 | 27 | | | | | 2 | 51 | 100 | |
| | 17:00 p.m. | | 13 | 32 | 3 | | | | 1 | 49 | | |
| 11 | 17:00 p.m. | | 27 | 42 | | | 3 | | | 72 | 138 | |
| | 18:00 p.m. | | 31 | 33 | | | | 2 | | 66 | | |
| 12 | 18:00 p.m. | | 11 | 28 | | | | | | 41 | 74 | |
| | 19:00 p.m. | | 13 | 18 | 2 | | | | | 33 | | |
| TOTAL | | | 458 | 671 | 17 | 1 | 15 | 7 | 6 | 6 | 1181 | |

CUADRO N° 10

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA CONTROL VIERNES 28 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

| HORA | PERÍODO | | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIONES 2E | SUB TOTAL | TOTAL |
|--------------|------------|---------|-------------|------------|-----------|---------------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | INICIO | SENTIDO | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7:00 a.m. | | 15 | 27 | | | | | | | 42 | 91 |
| | 8:00 a.m. | | 18 | 21 | 3 | | 2 | | 3 | 2 | 49 | |
| 2 | 8:00 a.m. | | 17 | 31 | | | | 2 | | | 50 | 101 |
| | 9:00 a.m. | | 14 | 30 | 2 | | 2 | | 1 | 2 | 51 | |
| 3 | 9:00 a.m. | | 11 | 23 | | | | | | | 34 | 86 |
| | 10:00 a.m. | | 17 | 31 | | | 1 | 3 | | | 52 | |
| 4 | 10:00 a.m. | | 23 | 45 | 2 | | | | | | 70 | 119 |
| | 11:00 a.m. | | 16 | 29 | 1 | | 2 | | 1 | | 49 | |
| 5 | 11:00 a.m. | | 19 | 22 | | | | | | 1 | 42 | 82 |
| | 12:00 a.m. | | 17 | 22 | 1 | | | | | | 40 | |
| 6 | 12:00 a.m. | | 17 | 43 | | | 3 | 1 | | | 64 | 148 |
| | 13:00 p.m. | | 28 | 56 | | | | | | | 84 | |
| 7 | 13:00 p.m. | | 30 | 38 | | | | | | | 68 | 117 |
| | 14:00 p.m. | | 18 | 29 | 2 | | | | | | 49 | |
| 8 | 14:00 p.m. | | 20 | 28 | | | 2 | | | 2 | 52 | 97 |
| | 15:00 p.m. | | 13 | 31 | | | | | 1 | | 45 | |
| 9 | 15:00 p.m. | | 15 | 28 | | | | | | | 43 | 81 |
| | 16:00 p.m. | | 13 | 21 | 3 | | 1 | | | | 38 | |
| 10 | 16:00 p.m. | | 21 | 41 | | | | | | | 62 | 104 |
| | 17:00 p.m. | | 13 | 26 | | | | 3 | | | 42 | |
| 11 | 17:00 p.m. | | 27 | 33 | 2 | | 2 | | 2 | 1 | 67 | 145 |
| | 18:00 p.m. | | 36 | 38 | | | 1 | 1 | | 2 | 78 | |
| 12 | 18:00 p.m. | | 33 | 28 | | | | | 2 | | 63 | 131 |
| | 19:00 p.m. | | 25 | 35 | 3 | | 2 | 2 | 1 | | 68 | |
| TOTAL | | | 476 | 756 | 19 | 0 | 18 | 12 | 11 | 10 | | 1302 |

CUADRO N° 11

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA

CONTROL SÁBADO 29 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodríguez

SENTIDO:

| HORA | PERÍODO | | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIONES 2E | SUB TOTAL | TOTAL |
|--------------|------------|---------|-------------|------------|-----------|---------------|------------|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | INICIO | SENTIDO | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | | |
| 1 | 7:00 a.m. | | 28 | 31 | 2 | | 2 | | | 2 | 65 | 119 |
| | 8:00 a.m. | | 19 | 27 | 2 | | 1 | 2 | 3 | | 54 | |
| 2 | 8:00 a.m. | | 18 | 38 | | | | | | | 56 | 108 |
| | 9:00 a.m. | | 22 | 29 | 1 | | | | | | 52 | |
| 3 | 9:00 a.m. | | 25 | 26 | | | 2 | 1 | 2 | 1 | 57 | 99 |
| | 10:00 a.m. | | 21 | 21 | | | | | | | 42 | |
| 4 | 10:00 a.m. | | 31 | 19 | 2 | | | | | | 52 | 97 |
| | 11:00 a.m. | | 25 | 18 | | | | | 2 | | 45 | |
| 5 | 11:00 a.m. | | 22 | 28 | | | | | | 1 | 51 | 105 |
| | 12:00 a.m. | | 20 | 32 | | | 1 | 1 | | | 54 | |
| 6 | 12:00 a.m. | | 19 | 45 | | | | | | | 64 | 125 |
| | 13:00 p.m. | | 29 | 29 | 3 | | | | | | 61 | |
| 7 | 13:00 p.m. | | 15 | 36 | | | 1 | | | | 52 | 94 |
| | 14:00 p.m. | | 18 | 22 | | 1 | | | 1 | | 42 | |
| 8 | 14:00 p.m. | | 21 | 24 | 2 | | | 1 | | | 48 | 91 |
| | 15:00 p.m. | | 24 | 19 | | | | | | | 43 | |
| 9 | 15:00 p.m. | | 26 | 27 | | | 2 | | | 2 | 57 | 118 |
| | 16:00 p.m. | | 31 | 29 | 1 | | | | | | 61 | |
| 10 | 16:00 p.m. | | 19 | 21 | | | | 1 | 2 | | 43 | 95 |
| | 17:00 p.m. | | 25 | 23 | | | | 2 | 2 | | 52 | |
| 11 | 17:00 p.m. | | 35 | 36 | | | 2 | | | | 73 | 158 |
| | 18:00 p.m. | | 41 | 44 | | | | | | | 85 | |
| 12 | 18:00 p.m. | | 32 | 33 | 2 | | | | | 1 | 68 | 123 |
| | 19:00 p.m. | | 24 | 27 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 55 | |
| TOTAL | | | 590 | 684 | 16 | 1 | 12 | 9 | 13 | 7 | | 1332 |

CUADRO N° 12

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA CONTROL DOMINGO 30 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

| HORA | PERÍODO | | MOTO LINEAL | MOTO TAXI | AUTO | COMBI MINIBUS | CAMIONETAS | | | CAMIONES 2E | SUB TOTAL | TOTAL |
|--------------|------------|---------|-------------|------------|-----------|---------------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | INICIO | SENTIDO | | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7:00 a.m. | | 13 | 25 | | | | | 2 | 1 | 41 | 89 |
| | 8:00 a.m. | | 18 | 24 | 1 | | 2 | 2 | | 1 | 48 | |
| 2 | 8:00 a.m. | | 21 | 42 | | | | | 2 | | 65 | 140 |
| | 9:00 a.m. | | 26 | 43 | 2 | | 1 | 1 | | 2 | 75 | |
| 3 | 9:00 a.m. | | 22 | 31 | | | | | | | 53 | 117 |
| | 10:00 a.m. | | 26 | 38 | | | | | | | 64 | |
| 4 | 10:00 a.m. | | 31 | 49 | 1 | | 1 | | | | 82 | 156 |
| | 11:00 a.m. | | 22 | 52 | | | | | | | 74 | |
| 5 | 11:00 a.m. | | 25 | 49 | | | | 1 | | | 75 | 149 |
| | 12:00 a.m. | | 25 | 48 | | | | | 1 | | 74 | |
| 6 | 12:00 a.m. | | 30 | 53 | 1 | | | | | 1 | 85 | 171 |
| | 13:00 p.m. | | 32 | 51 | 2 | 1 | | | | | 86 | |
| 7 | 13:00 p.m. | | 35 | 36 | | | 2 | 1 | | | 74 | 133 |
| | 14:00 p.m. | | 24 | 33 | | | 2 | | | | 59 | |
| 8 | 14:00 p.m. | | 32 | 44 | 3 | | | | | | 79 | 142 |
| | 15:00 p.m. | | 26 | 37 | | | | | | | 63 | |
| 9 | 15:00 p.m. | | 27 | 42 | | | | 2 | | | 71 | 134 |
| | 16:00 p.m. | | 21 | 39 | | | 1 | | | 2 | 63 | |
| 10 | 16:00 p.m. | | 31 | 41 | 1 | | | | 3 | | 76 | 151 |
| | 17:00 p.m. | | 29 | 46 | | | | | | | 75 | |
| 11 | 17:00 p.m. | | 28 | 39 | | | | 3 | | | 70 | 153 |
| | 18:00 p.m. | | 35 | 44 | | | 3 | 1 | | | 83 | |
| 12 | 18:00 p.m. | | 23 | 32 | 1 | | | | 2 | 2 | 60 | 109 |
| | 19:00 p.m. | | 21 | 27 | | | 1 | | | | 49 | |
| TOTAL | | | 623 | 965 | 12 | 1 | 13 | 11 | 10 | 9 | | 1644 |

CUADRO N° 13

EJES EQUIVALENTES

| TIPO DE VEH | | IMDa | Fc | FACTOR DE PRESIÓN DE LLANTAS | EE | FACTOR DIRECCIONAL | FACTOR CARRIL | EE dia carril | Fact. Crecimiento | N° rep. EE |
|---------------|------------|------|--------|------------------------------|--------|--------------------|---------------|---------------|-------------------|--------------|
| MOTO LINEAL | | 278 | 1.1182 | 1 | 310.91 | 0.5 | 0.8 | 124.36 | 26.87 | 1219706.15 |
| MOTO TAXI | | 401 | 1.1182 | 1 | 448.28 | 0.5 | 0.8 | 179.31 | 26.87 | 1758611.41 |
| AUTO | | 8 | 1.1182 | 1 | 9.47 | 0.5 | 0.8 | 3.79 | 26.87 | 37151.00 |
| COMBI MINIBUS | | 0 | 1.1182 | 1 | 0.45 | 0.5 | 0.8 | 0.18 | 26.87 | 1765.36 |
| CAMIONETAS | PICK UP | 8 | 1.1182 | 1 | 8.93 | 0.5 | 0.8 | 3.57 | 26.87 | 35032.57 |
| | PANEL | 4 | 1.1182 | 1 | 4.82 | 0.5 | 0.8 | 1.93 | 26.87 | 18908.956 |
| | RURALCombi | 5 | 1.1182 | 1 | 6.07 | 0.5 | 0.8 | 2.43 | 26.87 | 23812.731 |
| CAMIÓN | | 4 | 1.0668 | 1 | 4.31 | 0.5 | 0.8 | 1.72 | 26.87 | 16908.216 |
| | | | | | | | | | TOTAL | 3,111,896.38 |

Registro Fotográfico del Estudio de Tráfico Vial












Anexo 5. Estudios de mecánica de suelos



ADRIICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00099487
942 904 210
info@adriicorpsac.com / adriicorpsac@gmail.com
Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, CAJAMARCA

TESISTA: ALAN QUISPE RODRIGUEZ

ELABORADO POR:

ADRIICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos

Junio, 2021

JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romerillos N° 136 930 639 923 jaen@adriicorpsac.com
CUTervo (CAJAMARCA): J. Oroco N° 557 942 477 839 / 912 785 935 cutervo@adriicorpsac.com
CHICLAYO (LAMAYEGUE): Av. Los Incas N° 1047 942 904 210 chiclayo@adriicorpsac.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
0000487
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Morales Duarte N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

INFORME N° INGENO - J- 021-21

INFORME TÉCNICO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE
CIMENTACIÓN

PROYECTO:

"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON
GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR
AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA
17, JAÉN, CAJAMARCA"

SOLICITANTE:

TESISTA: ALAN QUISPE RODRIGUEZ

UBICACIÓN:

DISTRITO : JAEN
PROVINCIA : JAEN
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA

PROFESIONAL RESPONSABLE:

ADRIANZÉN REGALADO, ALEX RONY
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 215014


ALEX R. Adrianzén Regalado
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 215014

JUNIO - 2021

● LIMA (BARRIO VIEJO): Av. Los Heróicos N° 186 ● 011 427 192 ● lima@adricorpsac.com
● CUTervo (CAJAMARCA): J. Cresco N° 567 ● 942 477 839 / 912 786 936 ● cutervo@adricorpsac.com
● CHICLAYO (JAMBAYESQUE): Av. Los Incas N° 1047 ● 942 904 210 ● chicoayo@adricorpsac.com

INDICE

- I. GENERALIDADES
 - 1.1. Objetivo del Estudio
 - 1.2. Normatividad
 - 1.3. Ubicación y Descripción del Área en Estudio
 - 1.4. Acceso al Área de Estudio
 - 1.5. Condición Climática y Altitud de la Zona
- II. ASPECTUS LEBILIBUS
 - 2.1. Geomorfología
 - 2.2. Suelos
- III. INSPECTACION DE CAMPO
 - 3.1. Trabajos de Campo
 - 3.1.1. Excavación de Calicatas
 - 3.1.2. Muestreo de Suelo
 - 3.1.3. Registro de Calicatas
- IV. ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 4.1. Características Físicas
 - 4.2. Características Mecánicas
- V. PERFILES ESTRATIGRAFICOS
 - 5.1. Conformación del Sub Suelo
 - 5.2. Mapa Freática
 - 5.3. Clasificación de Materiales con Fines de Excavación
- VI. ANALISIS DE LA FAYMENTACION
 - 6.1. Determinación de la Capa de Soporte del Terreno de Fundación
 - 6.2. Diseño del Pavimento Rígido
 - 6.3. Propuesta del Pavimento Rígido
- VII. ADEQUACION AL TIPO DE PAVIMENTACION
- VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
 - 8.1. Conclusiones
 - 8.2. Recomendaciones
- IX. REFERENCIAS


ADRICORP S.A.C.
ALEX A. LUJAN
Ingeniero Geotécnico
Nº 10000000000000000000

X. ANEXOS

10.1. Figuras & Láminas

- ◆ F. Temperatura Promedio Anual
- ◆ F. Precipitación Total Anual
- ◆ F. Sismicidad Histórica del Norte del Perú
- ◆ L. Mapa de Temperatura Máxima Promedio
- ◆ L. Mapa de Precipitación Acumulada
- ◆ L. Mapa Geológico del Perú
- ◆ L. Mapa de Suelos
- ◆ L. Mapa de Rocas
- ◆ L. Mapa de Zonificación Sísmica
- ◆ L. Mapa de Intensidades Sísmicas
- ◆ L. Mapa de Distribución de Isoaceleraciones Sísmicas

10.2. Tablas

- ◆ T. Suelos
- ◆ T. Químicos
- ◆ T. Material Afirmado

10.3. Cuadros

- ◆ C. Resumen Investigación en Campo
- ◆ C. Resumen Registros Estratigráficos
- ◆ C. Resumen Ensayos Estándar
- ◆ C. Resumen Ensayos Especiales
- ◆ C. Resumen Clasificación de Material para Excavación

10.4. Registro de Excavaciones

10.5. Ensayos de Laboratorio

10.6. Panel Fotográfico


ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
R.M. 20601325811



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20001320611
00099487
942 904 210
info@adricorpac.com / adricorpac@gmail.com
Av. Nicolás Díaz N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPAC.COM

I GENERALIDADES


ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Hacia el Mejoramiento del Medio Ambiente
en el Perú
2011

JAÉN (CAJAMARCA): Cr. Los Romeros N° 136
CUPERYO (CAJAMARCA): Jr. Otisco N° 557
CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Irises N° 1047

930 629 925 jpen@adricorpac.com
942 477 639 / 912 785 935 cuperyo@adricorpac.com
942 904 210 chiclayo@adricorpac.com

1. GENERALIDADES

1.1. Objetivo del Estudio

Se ha efectuado el presente Informe Técnico de Mecánica de Suelos a solicitud del TESISISTA: ALAN QUISPE RODRIGUEZ; el objetivo fundamental es la determinación de las características físico-mecánicas del suelo de fundación, para el proyecto: **PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, CAJAMARCA**, con el propósito de poder diseñar la estructura del pavimento.

Dichos parámetros a evaluar son: Diseño de Pavimento para la vía de acceso y, entre los principales objetivos, para la ejecución del proyecto **RESERVA**:

- Evaluar los procesos de geodinámica externa y la estabilidad de estructuras.
- Evaluar las condiciones del estado de la plataforma existente.
- Clasificar los suelos a lo largo del camino, basado en un programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio, determina el C.B.R para tramos típicos.
- Determinar el espesor de la estructura del pavimento a nivel de pavimento rígido, tramos de mejoramiento de la subrasante.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Reconocimiento del área de estudio (Terreno).
- ✓ Ubicación y ejecución de las calicatas para el estudio de suelos del área, que involucra a las obras de pavimentación.
- ✓ Registro de las excavaciones.
- ✓ Toma de muestras alteradas e inalteradas.
- ✓ Ensayos estándar y especiales de laboratorio para definir los parámetros físicos y mecánicos del Subsuelo.
- ✓ Diseño estructural.
- ✓ Análisis de la pavimentación y cimentación.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.



ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Alan Quispe Rodríguez
C.I. 12899251



1.2. Normatividad

La evaluación del suelo está en concordancia con la Norma CE-010 de Pavimentos Urbanos.

Asimismo, teniendo referencia sobre el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico - DG 2014 del MTC.

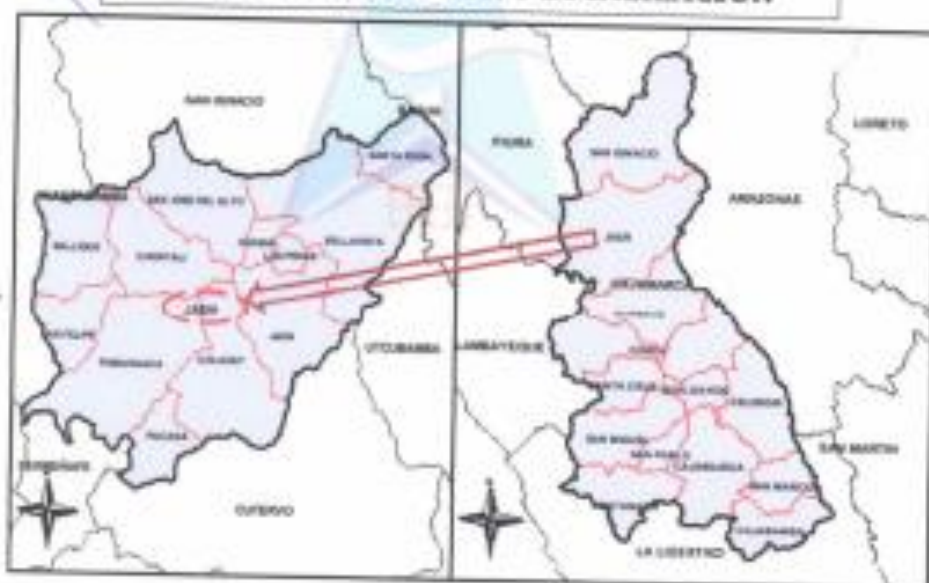
1.3. Ubicación y Descripción del Área en Estudio

El distrito de Jaén es uno de los doce que conforman la provincia de Jaén, ubicada en el departamento de Cajamarca en el Norte del Perú. Limita por el Norte con la Provincia de San Ignacio. Por el Este con las provincias de Bagua y Utcubamba (Región Amazonas).

La provincia de Jaén es una de las trece que conforman el departamento de Cajamarca, en el Norte del Perú. Su economía está basada en la agricultura, el comercio, la exportación de café, entre otros. Limita por el Norte con la Provincia de San Ignacio, por el Sureste y Sur con la Provincia de Cuservo y por el Oeste con la Provincia de Hualcaybamba.

ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Calle Morales Duárez N° 2839
Cercado de Lima - Lima

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN





1.4. Acceso al Área de Estudio

El acceso a la zona de estudio es por cualquier tipo de medio de transporte público o privado, debido a que se encuentra dentro del Casco Urbano.

1.5. Condición Climática y Altitud de la Zona

El clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo y se presentan con el fenómeno del Niño en forma cíclica, que es un fenómeno climatológico del norte peruano tropical. Su temperatura media anual es de 15.8 °C.

La media anual de temperatura máxima media y mínima media es 15.4 °C y 14.4 °C. (Ver Fig. 01)

La precipitación media acumulada anual para el periodo 2001-2015 es 737.0 mm (Ver Fig. 02)

El Área de estudio se encuentra aproximadamente a una Altitud de 729.0 m.a.s.n.m.



ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos



ADRICOFP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325811 WWW.ADRICOFPSAC.COM
☎ 00099407
☎ 942 904 210
✉ info@adricofpsac.com / adricofpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

II ASPECTOS GEOLOGICOS


JOSÉ E. ALVARADO REQUENA
INGENIERO GEOTÉCNICO
N.º 12117

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romelinos N° 136
📍 CUSCO (CAJAMARCA): J. Orcoo N° 567
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricofpsac.com
☎ 942 437 839 / 912 766 926 ✉ cusco@adricofpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricofpsac.com

2. ASPECTOS GEOLOGICOS

Geológicamente en la ciudad y su entorno inmediato se distinguen tres grandes bloques litológicos:

- **Rocas Volcánicas del Terciario:** Se presentan en dirección SO - NE, está constituido por rocas andesíticas y areniscas rojas, continuadas secuencialmente por tobas mayormente traquíticas de color beige.
- **Rocas Sedimentarias:** Este tipo de rocas se encuentran en un rango cronoestratigráfico comprendido entre el cretáceo inferior y cretáceo superior. Está compuesta por una secuencia consistente de areniscas y cuarcitas con intercalaciones de horizontes laticaos y calcáreos delgados, denotando fases intermitentes de la cuenca geosinclinal.
- **Depósitos Cuaternarios:** Este tipo de depósitos es la base de cimentación de la ciudad de Cajamarca y es la litología de mayor presencia. Presenta depósitos semiconsolidados o no consolidados, los que se encuentran en una secuencia estratigráfica infrayaciendo los depósitos morrénicos y fluvio-glaciáricos, hasta encontrar en las partes superficiales los depósitos fluviales modernos. Este tipo de formación se localiza al Sureste - Noroeste de la ciudad.

La ciudad de Cajamarca y su entorno inmediato se desarrollan básicamente sobre depósitos aluviales, lagunares, y en parte de las formaciones Sasta, Carhuaz, Inca, Chulec y sobre un pequeño sector del Volcánico Huambos.

2.1. OROGENIA

La ciudad de Cajamarca y su entorno inmediato se desarrollan sobre la unidad morfoestructural más importante dentro del contexto geomorfológico de la cuenca del río Crisnejas. Está emplazada dentro de la cordillera occidental, originada por procesos epi-orogénicos y por la acción erosiva de los diferentes ciclos morfoestructurales.

ALBERICORP S.A.C.
Ingeniería y Construcción
Ingeniería de Edificación
Ingeniería de Estructuras
Ingeniería de Geotecnia
Ingeniería de Mecánica de Suelos
Ingeniería de Obras de Arte
Ingeniería de Transportación



Existe una relación estructural en toda la cuenca del río Cajamarquino, desde sus nacientes hasta su desembocadura en el río Crismejas. La reactivación de fallamientos verticales del mioceno, modificaron el drenaje antiguo del río, hasta constituir un fuerte control estructural del mismo, teniendo especial connotación la formación de un lago en el mioceno, el cual estaba limitado al Norte por la parte alta de la cuenca y al Sur hasta el área en donde se desarrolla la actual ciudad de Huamachuco. Esta condición ha dado lugar a la formación de los Depósitos lagunares a lo largo de toda la cuenca, concentrándose este tipo de depósitos al Este y Sureste de la ciudad de Cajamarca y extendiéndose estas formaciones hacia el distrito de Los Baños del Inca.

El Estudio de Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca - Octubre - 2003 - INDECI, para fines de análisis ha zonificado el área de estudio en cinco zonas geomorfológicas. Observándose que la ciudad de Cajamarca se desarrolla básicamente sobre las unidades geomorfológicas denominadas Zona I y II.

Estribaciones: En la zona de estudio las estribaciones andinas presentan una geometría elipsoidal, se desarrollan en forma continua al Sureste, Noroeste y Norte de la ciudad. Litológicamente constituyen afloramientos areniscos, cuarcíticos, lutáceos, margosos y materiales volcánicos, todos ellos presentan buenas resistencias para las cimentaciones.

Cauces Hiviales: Están constituidos por los drenajes de las aguas pluviales, el drenaje es mayormente desdítico y se desarrolla con dirección Oeste-Este, desde las partes altas de las estribaciones hasta su desembocadura en el río Mashcón.

ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Dr. E. Alejandro Aguilar
GERENTE GENERAL

Los nacientes fluviales son torrentes muy erosivos, especialmente en la sección lateral y de fondo, constituyéndose en agentes transportadores de materiales, estos son mayormente sedimentos arcillosos a gravas finas de cuarzo, feldspatos y micáceos, resultados de la erosión de las formaciones cretáceas y volcánicas del terciario. Estos materiales son transportados hasta la Zona II, donde se presenta un proceso de sedimentación en parte en las Zonas I y II.

• Zona I

Se encuentra comprendida entre las cotas 2,640 y 2,740 m.s.n.m., y alcanza su mayor extensión en la planicie o valle del Río Cajamarquino. Litológicamente esta compuesta por depósitos lagunares y aluviales, representados por gravas, arenas, limos y arcillas inorgánicas y orgánicas, plásticas a semiplásticas; siendo el material lagunar el de mayor potencia frente a los depósitos aluviales. Sus pendientes fluctúan entre de 1° y 3°. En esta zona se encuentra ubicada el área central de la ciudad de Cajamarca, el área de expansión, el aeropuerto, las lagunas de oxidación y la zona Este contigua a la ciudad.

• Zona II

Se encuentra comprendida entre las cotas 2,740 y 2,900 m.s.n.m. Es una franja delgada que se desarrolla bordeando la ciudad. Litológicamente está constituida por la unidad volcánica Huambos y las formaciones Chiró, Santa, Carhuá, Farnat, Inca y Chulec. Sus pendientes fluctúan en el rango de 5° a 7°.

La zona Sureste, Oeste y Noroeste de la ciudad se encuentra dentro de esta calificación comprometiendo al Oeste los barrios Cumba Mayu,



Alejandro Rodríguez
Ingeniero Geotécnico



Santa, Carhuaz y Parat, asimismo muestra pequeños afloramientos de la unidad Volcánica San Pablo. La pendiente promedio es de 15°.

Sú: **Suelos**

Los suelos de la región Cajamarca son un reflejo de su diversidad climática, la estructura geológica, el relieve, la vegetación y la intervención antrópica. En sentido edáfico el suelo construye un cuerpo tridimensional formado por elementos minerales con arcillas, limos, arenas, aire y agua a estos se agregan los organismos vivos lo que origina un cuerpo dinámico.

Una primera aproximación que permite agrupar en órdenes los diversos tipos de suelos podemos hacerlo siguiendo el sistema clásico para la clasificación de los suelos en los siguientes tipos:

Suelos zonales, suelos azonales y suelos intrazonales.

- a. **Suelos Zonales:** Son los suelos que se extienden a lo largo de la región predominantemente al Norte, Este y Sureste. Expuestos a grandes variaciones de temperaturas y fuertes precipitaciones en donde el tiempo base se relaciona directamente con la poca humedad por la lluvia y el poco desarrollo de los horizontes edáficos son características que determinan la presencia de suelos predominantemente *aridosos o áridos* y *los pedregales o áridos* (Ver Fla. C-07). En términos generales son suelos ubicados en zonas cálidas o tibiafenas no presentan potencial para el desarrollo agropecuario siendo su aptitud forestal o para cultivos permanentes.
- b. **Suelos Azonales:** Son los suelos que cubren pequeñas extensiones de territorio de nuestra región su distribución es aleatoria encontrándose comúnmente cerrada dentro de los suelos zonales. Son considerados

Ing. E. [Nombre] Rep. [Cargo]



ADRI CORP S.A.C.
INGENIERÍA AMBIENTAL

☎ 0601325811 WWW.ADRICORP.SAC.COM
☎ 0099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorp.sac.com / adricorp.sac@gmail.com
📍 RR. RUIRES LAJUNO N° 28-79 P. L. BELLUSCO URU LITUNO P. LITUNO

suelos moderados ocupan los valles aluviales, y las antiguas cuencas lacustre de nuestra región.

Son suelos en donde un manejo adecuado hace posible la realización de cultivos en limpio y permanentes.

- e. **Suelos Intrazonales:** Comprenden suelos que se desarrollan a partir de particularidades micro climáticas presentes en nuestra región. Son destacables los suelos hidromórficos, los cuales se caracterizan por encontrarse embobados o sujetos a inundaciones periódicas a lo largo del año. Se ubican asociadas a los diferentes tipos de humedades presentes en esta región desde las llanuras aluviales hasta las planicies alto andinas. El aprovechamiento de estos suelos requiere de especies adaptadas y planes adecuados de manejo.

Juan E. Valdivia Aguado
Ingeniero Ambiental

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romelios N° 136
📍 CUERVO (CAJAMARCA): A. Orisco N° 057
📍 CHILAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Inca N° 1047

☎ 930 639 925 ✉ jaen@adricorp.sac.com
☎ 941 477 609 / 912 786 935 ✉ cuervo@adricorp.sac.com
☎ 942 904 210 ✉ chilayo@adricorp.sac.com

3. INVESTIGACION DE CAMPO

3.1. Trabajos de Campo

Se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo, desde la ubicación e inspección de la Calicata, su respectivo muestreo y descripción de los materiales encontrados.

3.1.1. Excavación de Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico se realizó un programa de exploración geotécnica en el área de estudio, que consistió en realizar calicatas o pozos en las ubicaciones probables de las estructuras proyectadas hasta la profundidad activa de cimentación; para este fin se ejecutó **01 calicata o pozo a cielo abierto**.

| Exploración | Profundidad (m) | Ubicación |
|-------------|-----------------|--|
| C-1 | 1.60 | Calle Zarumilla Cuadra 17 / Coord. E/82803-R.9388812 |

3.1.2. Muestreo de Suelo

De la calicata se tomaron muestras alteradas e inalteradas representativas, para ser enviadas al laboratorio y poder identificar el tipo de suelo y características físicas-mecánicas.

A. Muestreo Disturbado o Alterado

Se tomaron muestras **disturbadas representativas**, en bolsas de plástico (**Mdb**), de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar, acondicionados cuidadosamente intentando en lo posible preservar el contenido de humedad óxido.

B. Muestreo Inalterado

Se extrajo muestras inalteradas en tubos de pared delgada (**MTD**) y en forma de bloque cúbico (**MB**) de dimensiones 0.300x0.300x0.300 DE LAS CALICATAS, PARA SUS ENSAYOS RESPECTIVOS. Corte Directo, Químicos, Peso Volumétrico, Peso Específico; las cuales fueron debidamente acondicionadas para su traslado al laboratorio.



ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Alfonso A. Jaramilla Riquelme
Ingeniero Geotécnico
C.O.P. N° 1047

3.1.3. Registro de Excavación

Conjuntamente con el muestreo se efectuó el registro de cada una de las Calicatas de forma manual y visual, en las cuales se tomó nota de las principales características geotécnicas de los diferentes tipos de suelos encontrados, tales como: Espesor del estrato, Color, Consistencia, Humedad, Plasticidad, Presencia de Nivel Freático, etc.

El Resumen de las Exploraciones en Campo y el Tipo de muestreo, se indica en el Cuadro 0 = 01.



ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Ing. R. Adán Romero Regalado
Ingeniero Geotécnico
Nº 11001

IV ENSAYOS DE LABORATORIO


ADICORP S.A.C.
Tony R. Adamez Regalado
INGENIERO GEOTECNICO
REGISTRADO N° 10000

☎ JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Remolinos N° 136

☎ 933 639 923

☎ jaen@adicoorpac.com

☎ CUSCO (CAJAMARCA): Jr. Orosco N° 667

☎ 043 477 830 / 013 784 938

☎ cusco@adicoorpac.com

☎ CHICLAYO (LAMBAEQUE): Av. Los Incas N° 5047

☎ 942 904 210

☎ chiclayo@adicoorpac.com



4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas del subsuelo fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Concreto ADRI CORP SAC para los ensayos estándar y especiales.

4.1. Características Físicas (Ensayos Estándar)

Los ensayos estándar para la identificación del tipo del suelo se realizaron según la norma:

- ✦ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM - D422
- ✦ Contenido de humedad, ASTM D - 2216
- ✦ Límite líquido y plástico, ASTM D - 4318
- ✦ Clasificación S.U.C.S. ASTM D - 2407
- ✦ Clasificación A.A.S.H.T.O. M - 145
- ✦ Descripción Visual, Manual ASTM D 1588

Las muestras han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO).

4.2. Características Mecánicas (Ensayos Especiales)

Los ensayos especiales se realizaron según la norma:

- ✦ California Bearing Ratio (C.B.R.), ASTM D - 1883
- ✦ Proctor Modificado, ASTM D - 1557
- ✦ Porcentaje de Cloruros, ASTM D - 512
- ✦ Porcentaje de Sulfatos, ASTM D - 516
- ✦ Sales Solubles Totales, ASTM D - 1689

El programa y resultado de las Investigaciones Geotécnicas se acompaña en el **Cuadro G - 03**; en él se indica la profundidad alcanzada y resultados de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos de cada calicata ejecutada.

ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

V

PERFILES ESTRATIGRAFICOS


ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Dr. R. Adriano Espinoza
Ingeniero Geotécnico
Código Profesional: 10000000000000000000

5. PERFILES ESTRATIGRAFICOS

En base a los registros de las calicatas, inspección superficial del terreno se define la siguiente descripción:

5.1. Conformación del Sub Suelo

IDENTIFICACIÓN CALICATA Nº 1

Calle Zamarrilla Cuadra 17 / Coord. E.742400-N.9368812

Se realizó la excavación de Calicata a Cielo Abierto a una profundidad de 1.6 m. El Método de Exploración permitió encontrar los siguientes estratos:

0.00 - 0.10 m : Suelo Orgánico

M - 1 0.10 - 1.60 m : Se tiene una Clasificación SUCS "SC" y AASHTO "A-2-4 IG(0)"; concerniente a un Material de Arena Arcillosa con Grava; de Resistencia Suelta Ligeramente plástica; Ligeramente húmeda; de Consistencia Friable. Su Color es Marrón. Presenta Bloques Mayores a 20" en un 40%. También Presenta Bolsones Mayores de 12" a 20" en un 10%. Asimismo Presenta Cantos Rodados Mayores de 3" a 12" un 5%. El **ÍNDICE MÍNIMO DE LAS PARTICULAS GRANES ES DE 10".** Finalmente, Presenta Finos, Arenas y Gravas Menos a 3" un 45%. Las Partículas Gruesas Tiene la forma Subangulosas.

5.2. Napa Freática

En la excavación a cielo abierto no se encontró la Napa Freática, ni presencia de filtración en la Calicata.

El Resumen de Exploraciones en Campo se acompaña en el Cuadro G - 02; en el se indica los Tipos de Suelo encontrados y el Tipo de Método de cada calicata ejecutada.

5.3. Clasificación de Materiales con Fines de Excavación

Para los fines del proyecto es de suma importancia la evaluación de los materiales existentes considerando el grado de dificultad para su excavación. Para tal efecto se consideró la resistencia del material ante la excavación con herramientas manuales y mediante la observación general de sus características tomando como referencia especificaciones para excavaciones en obras de agua potable, los resultados de las

ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

Alc. A. Valenzuela Rojas
Ingeniero Geotécnico
R. N. 10000

agrupado en los siguientes tipos de terreno considerando el grado de dificultad ante la excavación:

A. Terreno Normal

Conformado por materiales sueltos tales como: arena, limo, arena limosa, gravilla, etc. y terrases consolidadas como materiales granulares, afirmado o mezcla de ellos, etc. los cuales pueden ser excavados sin dificultad con herramientas manuales y / o equipo mecánico.

En este grupo se ha considerado además, los materiales de relleno que pueden ser excavados sin dificultad.

B. Terreno Semi Rocoso

Conformado por el terreno normal descrito en el ítem anterior, pero que está mezclado con fragmentos del tipo "bolonería" de diámetro de 8" (20 cm.) hasta 20" (51cm.) cuando la extracción se realiza con mano de obra y a pulso ó hasta 30" (76 cm) cuando la extracción se realiza con cargador frontal u equipo similar.

De igual forma, se considera terreno semirocoso a la roca fragmentada o intemperizada para cuya extracción no se requiere el empleo de equipos de rotura o explosivos. Por lo general, los terrenos semirocosos son aquellos masas rocosas en pleno proceso de alteración por intemperismo y presenta matriz de material fino proveniente de la desintegración de la roca madre.

C. Terreno Rocoso

Está conformado por roca fija, y/o roca descompuesta, y/o fragmentos del tipo "bolonería" mayores de 30", para cuya extracción se requiere necesariamente la utilización de equipos de rotura y/o explosivos.

La Clasificación de los Materiales para Excavación ubicado en los perfiles bajo este criterio, se indica en el Cuadro G - 06.



VI

ANALISIS DE LA PAVIMENTACION


ALICIA JOHNSON REGALADO
INGENIERA GEOTECNICA
Alicia Johnson Regalado
INGENIERA GEOTECNICA
MATERIALES DE CONSTRUCCION



6. ANALISIS DE LA PAVIMENTACION

Se presenta a continuación el análisis de la pavimentación, que incluye recomendaciones para su diseño. Realizado en base a las características del terreno y tipo de pavimento a construir.

6.1. Determinación de la Capacidad Soporte del Terreno de Fundación

La capacidad de soporte de los suelos en función del Índice CBR, para la Construcción de la vía de acceso, es variada.

De acuerdo a los resultados de los ensayos ejecutados a las muestras extraídas de las calicatas aperturadas y según la clasificación de suelos del sistema AASHTO para sub rasante de Pavimentos, es posible asignar rangos esperados de capacidad de soporte CBR teniendo en cuenta el cuadro siguiente:

| CLASIFICACION SICS | CLASIFICACION AASHTO | VALOR DE CBR ESPERADO (%) | CALIDAD COMO SUB RASANTE |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| SH | A-1, A-2 | 40.0 a 60.0 | Excelente a muy buena |
| SL | A-1 | 40.0 | Excelente a muy buena |
| SP | A-1, A-2 | 30.0 a 40.0 | Excelente a muy buena |
| SM | A-1 | 30.0 a 40.0 | Excelente a muy buena |
| SH | A-2, A-3 | 20.0 a 40.0 | Muy buena |
| SL | A-2, A-3 | 20.0 a 30.0 | Buena |
| CL | A-1 | 10.0 a 30.0 | Buena a Regular |
| SH | A-1, A-6, A-7 | 15.0 a 30.0 | Buena a Regular |
| ML | A-4 | 5.0 a 15.0 | Regular a Pobre |
| CL | A-5, A-6, A-7 | 5.0 a 15.0 | Regular a Pobre |
| OL | A-6, A-7 | 5.0 a 10.0 | Pobre |
| ML | A-5 | 5.0 a 10.0 | Pobre |
| OH | A(6), A(7) | 5.0 | Muy Pobre |
| OH | A-7 | 5.0 | Muy Pobre |

Según los datos obtenidos en el Cuadro G - 04, se tiene que en una mayor proporcionalidad se tiene una Calidad como Sub Rasante de Buena a Regular.

ADICORP S.A.C.
INGENIERÍA CONSULTORA

Alvaro José Rodríguez
INGENIERO CIVIL

6.2. Diseño de Pavimento Rígido

La metodología empleada para el diseño del pavimento rígido, es A.A.S.H.T.O. 93.

El método, estima 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, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño.

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación A.A.S.H.T.O. 93, llega al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el peso de un número determinado de cargas sin que se produzca un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado.

$$\log W_{18} = Z_N + 7.75 \log W_{18} + 11.07 - 0.060 \left[\frac{4.5 - 1.5}{1 + 0.000762 D^2} + 0.21 - 0.32 S_o \right] + 1.64 \left(\frac{F_{stat} / D^{1.5} - 1.133}{101.6 / D^{1.5} - 1} \right) \left(\frac{S_c}{E_c} \right)^{0.25}$$

Dónde:

- W₁₈** : Número de aplicaciones de carga de 18 kips
- Z_R** : Área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R
- S_o** : Desviación estándar de las variables
- ΔPSI** : Pérdida de la serviciabilidad prevista en el diseño
- D** : Espesor de la losa en pulgadas
- S_c** : Módulo de rotura del concreto
- C_d** : Coeficiente de drenaje
- E_c** : Módulo de elasticidad del concreto



El cálculo del espesor se puede desarrollar utilizando directamente la fórmula A.A.S.H.T.O. 93, con una hoja de cálculo, mediante el uso de nomogramas o mediante el uso de nomogramas de cómputo especializados.

No obstante, en el presente proyecto, trabajamos con el **Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos)**, Item: **Capítulo XIV (Pavimentos Rígidos)**.

Nota: En el cuadro adjunto del Cálculo del Número de Repeticiones del Eje Equivalente de 8.2 Tn, cuyo valor está muy por debajo del mínimo especificado para Caminos Pavimentados (**150,000 EE**).

Parámetros que intervienen en el diseño:

| | |
|--|--------------------------------------|
| Periodo de Diseño | 20 años |
| Tipo Tráfico Pesado | $T_{TP} > 150,000 EE / < 300,000 EE$ |
| Índice de Serviciabilidad Inicial (PI) | 4.10 |
| Índice de Serviciabilidad Final (PF) | 2.00 |
| Diferencia de Serviciabilidad (ΔPSI) | 2.10 |
| Factor estadístico de confiabilidad (Z_r) | 0.30 |
| Nivel de Confiabilidad (R) | 70 % |
| Desviación Estándar Normal (Z_r) | -0.524 |

Valores recomendados de resistencia del concreto, según rango de IIRU (LÍMITE: 10%):

- o **Resistencia Mínima a la Flexotracción del concreto (MR)** : 40 Kg/cm²
- o **Resistencia Mínima equivalente a Compresión del concreto (F'c)** : 210 Kg/cm²
- o **Calidad de Drenaje (50 % saturación en 1 día)** : Bueno
- o **Valor de Coeficiente de Transmisión de Carga (I)** : 3.8 (Pavimento Rígido, sin pasadores)



Ing. E. Adrián Rodríguez
Ingeniero Geotécnico



**CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RIGIDO EN PASADORIZS Y CON BERMAS DE CONCRETO Y PARA UN FACTOR F=3.8
PERIODO DE DISEÑO 30 AÑOS**

| ES | 13.000 - 20.000 | 20.000 - 25.000 | 25.000 - 30.000 | 30.000 - 35.000 | 35.000 - 40.000 | 40.000 - 45.000 |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1.2000 1.2000 1.2000 | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm |
| 1.2000 1.2000 1.2000 | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm |
| 1.2000 1.2000 1.2000 | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm |
| 1.2000 1.2000 1.2000 | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm |
| 1.2000 1.2000 1.2000 | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm | 15 cm 15 cm 15 cm |

Unidad: cm

- Nota:
1. El espesor "t" de las bermas debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 2. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 3. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 4. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 5. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 6. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 7. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 8. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 9. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.
 10. El ancho de las bermas en los pasadORIZS debe ser de 1.50 m, cuando el tráfico sea de 1000 vehículos por día.

ADICORP S.A.
Ingenieros Geotécnicos
ING. V. DOMESTICO MULLA
Ingeniero Geotécnico
C.O.T. N° 1000

6.3. Propuesta del Pavimento Rígido

Ail Tinimóo:

6.3.1. Sub Rasante

Se compactará la sub rasante, luego humedecida y compactada hasta alcanzar el 95 % de la Máxima Densidad Seca, del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180), con el objetivo de lograr una sub rasante compacta y preparada para recibir la capa de mejoramiento de sub rasante (Over T.M. 3'), y la sub base.

6.3.2. Estabilizar el Terreno (OVER)

El material será gravas de tipo Canto Rodado; deberá ajustarse a un tamaño dimensional de 6" a 8" como máximo.

6.3.3. Sub Base y Base Granular

El material granular seleccionado será de tipo A-1-a [0], y deberá ajustarse a la gradación "A", para materiales de Sub Base y Base Granular propuestos por el M.T.C. La compactación del material a utilizar como sub base, se deberá tener en cuenta el óptimo contenido de humedad, obtenido del ensayo del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180). Además, se recomienda realizar ensayos de densidad de campo (A.A.S.H.T.O. T 191), para evaluar el grado de compactación, recomendándose un valor mínimo de 100 % de su densidad seca máxima obtenida del ensayo de Proctor Modificado.

6.3.4. Losa de Concreto

El pavimento rígido es solicitado a flexión, utilizar la resistencia a flexotracción del concreto o módulo de ruptura [MR], que deberá tener un valor mínimo de 40 Kg/cm², a los 28 días; por lo que la Resistencia a Compresión mínima del concreto será de F'c 210 Kg/cm², a los 28 días. Además, Será de Concreto Simple, el asentamiento (slump) medido en el Cono de Abrams tendrá un valor comprendido entre 4" (máximo) 2" (mínimo).



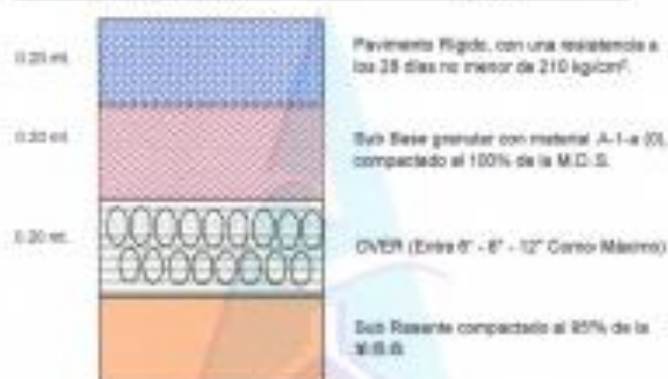
ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
C/ta Morotea Base N° 2027 - Distrito de Lima - Lima

Los factores de diseño para el espesor de pavimentos rígidos se según a la siguiente conclusión para las siguientes calles con cbr pobre:

| Diplomática | Ubicación |
|-------------|---|
| C-1 | Calle Zarumilla Cuadra 17 / Coord. E.742400-N.9368912 |

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA TRANSITO

| Con Dowells | Sin Pasadores |
|----------------------|---------------|
| Espesor Total | |
| | 60 cm |




ADICORP S.A.C.
 Inge. *[Signature]*
 Max B. Alvarado Regalado
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 N° 11111

VII

AGRESIVIDAD AL SUELO DE PAVIMENTACION


José E. Adamez Argueta
Ingeniero Geotécnico
M.Sc. en Geotecnia
M.Sc. en Ingeniería

7. AGRESIVIDAD AL SUELO DE PAVIMENTACION

El suelo bajo el cual se construye toda estructura, tiene un efecto directo a la pavimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos (sulfatos y cloruros principalmente), que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzos, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las ZEPEDURAS.

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro se genera siempre bajo el nivel freático, zona de ascenso capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc).

TABLA N° 01

ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA PAVIMENTACION

| PRESENCIA EN EL SUELO DE | PARTES POR MILLON(ppm) | GRADO DE ALTERACION | consecuencias |
|--------------------------|------------------------|---------------------|--|
| * SULFATOS | 0 - 1.000 | Insignificante | Ocasiona un ataque químico al concreto de la pavimentación |
| | 1.000 - 2.000 | Modificado | |
| | 2.000 - 20.000 | Severo | |
| | > 20.000 | Muy Severo | |
| ** CLORUROS | > 4.000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos. |
| ** SALES SOLUBLES | > 15.000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de DEBILIDAD DE FRAGILIDAD mecánica por problemas de hinchazón. |

* Cuesté 318-83 ACL

** Experiencia Existente

De los resultados de los análisis químicos obtenidos para efectos de este informe; se ha seleccionado las muestras representativas de los sondeos de cada calicata, a la profundidad de cimentación. En el Cuadro N° 9 se muestra los resultados de Análisis Químicos.

ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
 Ing. N. Guillermo Aguilar
 Av. Morales Duárez N° 2537
 Cercado de Lima - Lima

CUADRO N° 9
RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS.

| CALIC. | MUEST. | PROF. (m) | CLASIF. SUCS | ANALISIS QUIMICOS | | |
|--------|--------|--------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------|
| | | | | S.S.T. (ppm) | CL. (ppm) | SO4* (ppm) |
| C-1 | M-1 | 0.00 - 1.60 | SC | 524.00 | 64.61 | 306.24 |

Se concluye que el material de sustrato que forma parte del concreto donde irá desplazada la cimentación contiene concentraciones No Perjudiciales de Sulfatos, Cloruros y Sales Solubles Totales, que podrán atacar el concreto y la armadura de la cimentación; así mismo, no producirá pérdida de resistencia por hidratación.

Por lo tanto, estando los valores obtenidos por debajo de los límites permisibles, se recomienda para la Cimentación, usar el Cemento **Tipo I**, de uso general.



[Handwritten Signature]
 ING. E. APARICIO RIVERA
 INGENIERO GEOTECNICO



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20605325611 WWW.ADRICORPSAC.COM
00099487
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Nicolás Duque N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



[Handwritten Signature]
Ing. E. Alejandro Espinoza
www.adricorpsac.com

● JÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romeros N° 136
● CUBERO (CAJAMARCA): A. Orco N° 557
● CHICLAYO (LAMAYEGUAS): Av. Los Incas N° 1047

● 930 639 923 ● jenen@adricorpsac.com
● 542 477 839 / 913 766 935 ● cubero@adricorpsac.com
● 942 904 210 ● chiclayo@adricorpsac.com

B. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

B.1. CONCLUSIONES

- a) El presente informe técnico se ha elaborado en base a la Norma Técnica E-CE-010 de Pavimentos Urbanos; Asimismo, teniendo referencia sobre el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico - DG 2018 del MTC, con Plines de Pavimentación del Proyecto: "Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca". El área de estudio donde se construirá se encuentra ubicada en la Calle Zarumilla Cuadra 17, del Distrito de Jaén, Provincia de Jaén y Departamento de Cajamarca.
- b) Con el propósito de identificar las características físicas y mecánicas del suelo de fundación se registró **01 Calicata** a una profundidad de **1.60m**. Esto nos permite identificar e interpretar las características y resistencia del terreno en la zona en estudio, evaluar y determinar el perfil estratigráfico.
- c) El perfil estratigráfico, en el área de estudio, nos presenta suelos clasificados (según el sistema de clasificación S.U.C.S.) como Material:
 - Tipo I: Arena Arcillosa con Grava (SC)
- d) No se encontró la presencia de la Zona Frías en la calicata, ni presencia de filtración a 1.60 mts.
- e) Determinando la Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación; se tiene que en una mayor proporcionalidad se tiene una Calidad como Sub Rasante de: Buena a Regular.



ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Ing. A. [Nombre] [Apellido]
[Calle] [Número] [Calle]
[Calle] [Número] [Calle]



- g) El Diseño del Pavimento Rígido se empleó con la metodología **A.A.S.H.T.O. 93**. Para dar servicio a un nivel alto. Asimismo se trabajó con el Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos) Item: Cap. XIV (Pavimentos Rígidos); Obteniendo los siguientes parámetros:

| | |
|---------------------|---------|
| Periodo Diseño | 20 años |
| Tipo Tráfico Pesado | Tp1 |
| Pi | 4.10 |
| Pt | 2.00 |
| ΔPSI | 2.10 |
| So | 0.95 |
| R | 70% |
| Zr | -0.524 |

- a) Para determinar el Diseño del Pavimento se ha considerado los Parámetros indicados en el **Catálogo de Estructuras de Pavimento Rígido sin Pasadores y con Berrmas de Concreto**, considerándose a partir del EE, MR y CSR.
- b) Debido a que el pavimento rígido es colitado a flexión, utilizar la resistencia a flexotracción del concreto o módulo de ruptura (MR), que deberá tener un valor mínimo de 40 Kg/cm², a los 28 días, por lo que la resistencia a compresión mínima del concreto será de 210 Kg/cm², a los 28 días, y está estipulado en el Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos). Item: Capítulo XIV (Pavimentos Rígidos), versión 2013, Cuadro 14.7.

j) Espesor del Pavimento para Tránsito:

A.- Propuesta de Pavimento Rígido:

Del método analizado se obtiene un espesor de pavimento de acuerdo al IMD.

| Exploración | Ubicación |
|-------------|--|
| C - 1 | Calle Zarumilla Cuadra 17 / Coord. E.742400-N.9366812 |

Que Sub dividiremos en:

| | |
|------------------------------|------------------------|
| Losa Pavimento Rígido | 8.0" = 20.0 cm. |
| Base granular | 8.0" = 20.0 cm. |
| Over | 8.0" = 20.0 cm. |

j) En la clasificación de Material para excavación, se tiene un Terreno Normal o Suelo Suelto.

k) Los resultados del análisis químico muestra que el suelo de cimentación no mostrará problemas de alteración química en las estructuras a colocar. Por lo tanto las varillas de acero y la cimentación del proyecto serán recubiertas usando el Cemento Portland Tipo I.



8.2. Recomendaciones

a) En el Diseño de la Fortificación se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ◆ Se tendrá cuidado con los rellenos que se puedan encontrar en la zona en proyecto.
- ◆ Se recomienda que la sub rasante será cortada hasta la cota de subrasante, luego se descalcificará, humedecerá, se batirá, luego se confinará y se compactará hasta alcanzar el 95 % de la Máxima Densidad Seca, del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180), con el objetivo de lograr una sub rasante compacta y preparada para recibir, en algunos de los casos, la capa de mejoramiento de sub rasante (Over T.M. 4'), y la sub base.
- ◆ Para estabilizar el terreno de fundación, debido a sub rasantes pobres, se hará con hornigones gruesos, material de tipo OVER de diámetro tamaño máximo de 4".
- ◆ En la compactación del material a utilizar como sub base, se deberá tener en cuenta el óptimo contenido de humedad, obtenido del ensayo del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180). Además, se RECOMIENDA REALIZAR ENSAYOS DE COMPACTACIÓN (R.R.T.M.I.U. 1191), para evaluar el grado de compactación, recomendándose un valor mínimo de 100 % de su densidad seca máxima obtenida del ensayo de Proctor Modificado, realizado en laboratorio.
- ◆ LA LONA DE LIXIENOS SERÁ DE UN P.E. 210 G/LM², SEGUN USUO específica en la norma técnica; y su composición del manto será hecho de Piedra Chancada y Arena Gruesa sin impurezas, con agua limpia de seguridad potabilizada.
- ◆ El Afrosado deberá cumplir ciertas granulometrías propuestas por el MTC (VER anexo Tabla).
- ◆ Con la finalidad de lograr una mezcla de concreto acorde a las necesidades, se recomienda la utilización de aditivos plastificantes reductores de agua de rango medio e incorporadores de aire, garantizando el ahorro económico por m³ y la durabilidad de la


Ing. R. Adriano Espinoza
INGENIERO GEOTECNICO

estructura, y se deberá utilizar una relación Agua/Material Cementante mínimo de 0.50.

- ✦ Considerar la construcción de estructuras que evacuen las aguas superficiales y aguas de precipitación (drenaje pluvial urbano) con el objetivo de no causar el posterior colapso de la estructura de pavimento, como cunetas, que tendrán que estar en red con el colector de aguas pluviales.
- b) Teniendo en cuenta los resultados químicos realizados a los suelos encontrados en el área en estudio, se puede concluir que el ataque del suelo al concreto es **INSIGNIFICANTE**. Pero considerando la humedad natural que presenta el área en estudio se deberá utilizar en la fabricación de concreto **Cemento Portland Tipo I**.
- c) Según estos parámetros el ingeniero definirá la mejor estructura.
- d) A solicitud del YESISTA: **ALÁN QUISPE RODRIGUEZ**, se hizo la calicata para determinar tipo de suelo, estratigrafía, contenido de humedad natural, CBR y Proctor Modificado.
- e) El presente informe es presentado sólo para la zona evaluada y para el Proyecto: **Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca**, y no respalda ningún otro lugar y tipo de obra diferente a las estudiadas.



ADRICORP S.A.C.
Ingeniero Geotécnico
Alan Quispe Rodríguez
C. Ing. Geotécnico N.º 11547



ADRI CORP C.A.S.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 00601326811 WWW.ADRI CORP S.A.C.COM
☎ 00099467
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Mariscal Durruti N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

IX REFERENCIAS



ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
[Firma]
Inge. R. Alfonso Rodríguez
www.adricorpsac.com

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romeros N° 136
📍 CUERO (CAJAMARCA): J. Oroco N° 537
📍 CHICLAYO (LAMAYEGUJE): Av. Los Inca N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 785 925 ✉ cuervo@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com

9. REFERENCIAS

- Alva Hurtado J.E. (1992). "Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones". Capítulo de Estudiantes, ACD-UNI, Lima.
- Alva Hurtado J., Meneses J. y Guzmán V. (1984). "Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna.
- Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969). "Soil Mechanics". John Wiley, New York.
- Terzaghi K. y Peck R.B. (1967). "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.
- Vesic A. (1973). "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales", [SMPD. ASCE, Vol. 99.
- INGEMMET (2010). "Geología de los Cuadrángulos de Armatongo 11-g y Boga Grande 12-g. Boletín N° 142. Servicio de Geología y Minería.
- De 42Rodríguez G.A. 1982. "Clasificaciones Geomecánicas Aplicadas a los taludes de Roca Tecnificada S-300".
- Goodman, Richard E. "Introduction to Rock Mechanics" John Wiley & Sons, 1989.
- Genóleos de Vallejo, Luis "Ingeniería Geológica" Prentice hall, 2002.
- Hoek E., Bray J.W. 1977. "Rock Slope Engineering", London, 2da. Edición.
- Martínez A. (1995) "Geotecnia para Ingenieros - Principios Básicos". Lima-Perú.
- Rodríguez G.J.M y Otero C. "Curso aplicado a cimentaciones", COAM.



ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Tercer A. de Gestión Regional
Lima



ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132581 | WWW.ADICORPSAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adicopeac.com / adicopeac@gmail.com
📍 Av. Morales Duarte N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

X ANEXOS




ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
R.O.U. N° 10519
Alc. A. Adriano Rojas
REPRESENTANTE LEGAL
R.O.U. N° 10519

📍 JÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): A. Diego N° 557
📍 CHICLAYO (AMBAYESE): Av. Los Inca N° 1047

☎ 530 639 923 | ✉ jen@adicopeac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 935 | ✉ cuterro@adicopeac.com
☎ 942 904 210 | ✉ chiclayo@adicopeac.com



ADRICOOP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132981 | WWW.ADRICORPSAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricopsac.com / adricopsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duarte N° 2839 – Cercado de Lima – Lima

10.1

FIGURAS

&

LAMINAS:


PERSONA EN
CARGO
Ing. *[Nombre]*
Ingeniero Geotécnico
N.º de Colegiación: *[Número]*

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Rómulo Nº 136
📍 CUERO (CAJAMARCA): J. Oroco Nº 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Inca Nº 3047

☎ 933 639 923 ✉ jaen@adricopsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 935 ✉ cuero@adricopsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricopsac.com

FIGURA N° F - 03

| SISMICIDAD HISTÓRICA DEL NORTE DEL PERÚ | | | |
|---|---------------|------------|---|
| AÑO | REG | INTENSIDAD | EPICENTRO |
| 1606 | Mar-23 | — | Lambayeque (Cafel) |
| 1614 | Feb-14 | VI | Trujillo |
| 1725 | Ene-06 | — | Trujillo |
| 1784 | septiembre 22 | VI | Lambayeque |
| 1914 | Feb-15 | VI | Piura |
| 1887 | Ago-20 | — | Piura |
| 1877 | Nov-26 | — | Chachapoyas |
| 1906 | septiembre 28 | VI - VII | Noreste del Perú (Trujillo - Cajamarca) |
| 1907 | Jul-26 | VI | SIERRA DE PARI |
| 1912 | Jul-24 | IX / X | Piura |
| 1917 | May-23 | VI | Trujillo |
| 1928 | May-14 | X | Chachapoyas |
| 1937 | Jun-21 | VI | Noreste del Perú |
| 1951 | May-08 | IV | Noreste del Perú |
| 1953 | Dic-12 | VII - VIII | Noreste del Perú - Sur Ecuador |
| 1956 | Mar-09 | — | Cajamarca (San Ignacio) |
| 1956 | May-13 | V | Lima |
| 1957 | Ago-08 | V - VI | Noreste del Perú |
| 1960 | Nov-30 | — | Noreste del Perú |
| 1963 | Ago-30 | VII | Noreste del Perú |
| 1969 | Feb-03 | VII | Noreste del Perú |
| 1970 | Dic-06 | VII | Noreste del Perú |
| 1971 | Jul-12 | — | Sullana |

FUENTE: Mapa de Pulgosi, Arce Caldera & Caporaso - 1997 - Perú - PERUSUR - Versión 1.04

ELABORADOR: Equipo Técnico-INGEC, Versión 2.00.



ADICORP S.A.S.
 Inge. J. Alvarado Arce
 INGENIERO GEOTÉCNICO

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
 📍 CUSCO (CAJAMARCA): J. Oroco N° 357
 📍 CHILAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 639 923 📧 joeni@adicoepsac.com
 ☎ 942 477 639 / 912 756 935 📧 culcuyo@adicoepsac.com
 ☎ 942 904 210 📧 chclayo@adicoepsac.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325811 WWW.ADRICORPSAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima



FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2008.

ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos

Dr. R. Adrián Rodríguez
Ingeniero Geotécnico

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 356
📍 CUSCO (CAJAMARCA): J. Orisco N° 557
📍 CHICLAYO (LAMAYBUEQUE): Av. Los Incas N° 1087

☎ 030 539 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 936 ✉ cusco@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRICOOP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00099887
942 904 210
info@adricoop.com / adricoop@gmail.com
Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICOOP.SAC.COM



FUENTE: (INAMRI), 2016. Lluvias acumuladas en el período climático diciembre - Mayo.

ADRICOOP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Max E. Alvarado Rodríguez
Max E. Alvarado Rodríguez
Ingeniero Geotécnico
C.O.T. N° 10000

① JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Rincónes N° 136
② CUTervo (CAJAMARCA): J. Orosco N° 557
③ CHICLAYO (LAMBAEQUE): Av. Los Incas N° 1047

④ 932 639 923 ⑤ jaen@adricoop.com
⑥ 942 477 839 / 912 786 935 ⑦ cutervo@adricoop.com
⑧ 942 904 210 ⑨ chiclayo@adricoop.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325811
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 – Cercado de Lima – Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM



FUENTE: SAGMITE, 1999.

ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Ing. R. Luján Ríos
Calle 100 N° 1000

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Somelleros N° 136
📍 CUTRVO (CAJAMARCA): Jr. Ocaña N° 557
📍 CHICLAYO (AMBOSQUEZ): Av. Los Inca N° 1067

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 935 ✉ cutrvo@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20501326811
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morúa Duque N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM



FUENTE: KISHIKI, 2009.

ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Rosa E. Aguirre Rodríguez
Ingeniera Geotécnica
M.Sc. 123456789

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Ramerillos N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): A. Otisco N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 766 936 ✉ cutervo@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com

10.2

TABLAS:



ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos

TABLA N° 5-81
ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIDOS PARA LA CIMENTACIÓN

| PRESENCIA EN EL SUELO (%) | g/cm ³ | GRADO DE ALTERACIÓN | CONSEJOS |
|--------------------------------|--|--|---|
| SULFATOS (*) | 0-1.000 1.000-2.000 20.000-120.000 | Insignificante Moderado Severo Muy severo | Evitar un mayor espesor al concreto de la cimentación. |
| CLORURO (**) | <0.200 | Poco dañino | Evitar problemas de corrosión de armaduras y estructuras metálicas. |
| SALOS SOLUBLES TERTIARIOS (**) | <0.200 | Poco dañino | Evitar problemas de pérdida de resistencia del concreto. |

 (*) Según EN 196-30:2000
 (**) Excesivamente Estricto

TABLA N° 5-82
TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

| EXPOSICIÓN A SULFATOS | RELACION AGUA/CEMENTO PRESENTE EN EL SUELO PORCENTAJE EN SUELO | SULFATOS (SO ₄) ²⁻ (g/L) | TIPO DE CEMENTO | RELACION AGUA/CEMENTO RECOMENDADA PARA CONCRETOS DE PESO NORMAL | FUENTE DE AGUA PARA CONCRETOS DE PESO NORMAL Y LEVISO |
|-----------------------|--|---|-----------------------------|---|---|
| Insignificante | 0.5 + 0.5 | 0.00 + 0.100 | — | — | — |
| Moderado * | 0.7 + 0.5 | 1.00 + 0.100 | 3 (Puede ser tipo 4, 5 o 6) | 0.50 | SI |
| Severo | 0.7 + 0.5 | 1.00 + 0.100 | 4 | 0.45 | SI |
| Muy Severo | 1.00 + 0.5 | 10.00 + 0.100 | 5 o 6 + "Resistente" | 0.40 | SI |

N.C.A. Asociación Ecuatoriana de Cementos

* Se recomienda el uso del tipo de cemento con mayor resistencia

** Pautado que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experimentos que mejor se resiste a sulfatos cuando se usa armadura que contiene cemento tipo 4.

Fuente: Tabla 5.8.2 Norma E-060, Consejo Nacional de INE, 2016


Max B. Jaramilla Aguilar
 INGENIERO GEOTECNICO
 N° 10000000000000000000

 ☎ JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
 ☎ CUTervo (CAJAMARCA): A. Oroso N° 557
 ☎ CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incaos N° 1047

 ☎ 930 639 923 ✉ jaen@adicoresac.com
 ☎ 942 477 839 / 012 786 935 ✉ cutervo@adicoresac.com
 ☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adicoresac.com

TABLA N° B - 03
CAPÍTULO : SUB - BASES Y BASES
SECCIÓN : BASE GRANULAR

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

| Tamaño | Porcentaje que Pasa en Pasa | | | |
|------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A (1) | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 75 mm (3") | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 42.5 mm (1 3/4") | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 25 mm (1") | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 15 mm (3/4") | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 7.5 mm (3/8") | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75 mm (No. 40) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2.5 mm (No. 60) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1.5 mm (No. 100) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 75 µm (No. 200) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fuente: Sección 304 de la E0-2020 del MTC.

(1) La curva de gradación "A" deberá ajustarse de modo que el área bajo la curva sea igual o superior a 100% en su totalidad.

TABLA N° B - 04
Valor Relativo de Soporte, CSR

| Uso Local y Colección | Tiempo Ligero o Medio | Valor CSR (%) |
|----------------------------|-----------------------|---------------|
| Vías Arteriales y Expansas | Tiempo Largo | 100, 100, 5 |

TABLA N° B - 05
CAPÍTULO : SUB - BASES Y BASES
SECCIÓN : BASE GRANULAR

Requerimiento de Agregado Grueso

| Material | Norma MTC | Clasificación ASTM | Norma ASTM | Norma NTP | Requerimientos | |
|---------------------------------------|-----------|--------------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|
| | | | | | Gravimétrico | Volumétrico |
| Perforadas con una cara perforada | MTC E 210 | D 5821 | — | — | 80 % M ₅₀ | — |
| Perforadas con dos caras perforadas | MTC E 210 | D 5821 | — | — | 40 % mín. / 50 % máx. | — |
| Abridos Los Angeles | MTC E 207 | D 121 | 7 90 | 400,018,2080 | 40 % máx. | — |
| Perforadas Estriadas y Perforadas (1) | MTC E 207 | D 121 | — | — | 15 % máx. | — |
| Grava Solubles Totales | MTC E 139 | D 1069 | — | 208,152,2080 | 0.5 % máx. | — |
| Perforadas con Sulfato de Sodio | MTC E 208 | C 88 | 7 104 | 400,018,1980 | — | 12 % máx. |
| Perforadas con Sulfato de Magnesio | MTC E 209 | C 89 | 7 104 | 400,018,1980 | — | 18 % máx. |

Fuente: Sección 304 de la E0-2020 del MTC.

(1) La clasificación de agregados para el dimensionado de 50% perforaciones y longitudinales.

TABLA N° B - 06
CAPÍTULO : SUB - BASES Y BASES
SECCIÓN : BASE GRANULAR

Requerimiento de Agregado Fino

| Material | Norma MTC | Norma ASTM | Requerimientos | |
|------------------------|-----------|--------------|----------------|-------------|
| | | | Gravimétrico | Volumétrico |
| Grava Perforada | MTC E 211 | 208,152,1980 | 1 % máx. | 2% máx. |
| Perforadas de arena | MTC E 214 | 208,148,2080 | 25 % máx. | 40% máx. |
| Grava Solubles Totales | MTC E 218 | 208,152,2080 | — | 0.2% máx. |
| Grava de Sustitución | MTC E 214 | — | — | 18 % máx. |

Fuente: Sección 304 de la E0-2020 del MTC.

ADRICORP S.A.E.
 Ingenieros Geotécnicos

Ing. R. Aguirreza Koyola
 Gerente General



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00095487
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Morales Ducrest N° 2679 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

TABLA N° A - 01
CAPÍTULO : MATERIAL DE AFIRMADO
SECCION : AFIRMADO
GRADACION DE BARRA DE AFIRMADO

| PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ | GRADACIÓN C | GRADACIÓN D | GRADACIÓN E | GRADACIÓN F |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 60 mm (2") | --- | --- | --- | --- |
| 37.5 mm (1 1/2") | --- | --- | --- | --- |
| 25 mm (1") | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 19 mm (3/4") | --- | --- | --- | --- |
| 12.5 mm (1/2") | --- | --- | --- | --- |
| 8.5 mm (5/8") | 50 - 85 | 60 - 100 | --- | --- |
| 4.75 mm (N° 4) | 15 - 65 | 50 - 85 | 55 - 100 | 70 - 100 |
| 2.50 mm (N° 60) | --- | --- | --- | --- |
| 2.0 mm (N° 75) | 15 - 50 | 40 - 70 | 40 - 100 | 55 - 100 |
| 0.85 mm (N° 200) | 15 - 30 | 5 - 45 | 20 - 50 | 30 - 70 |
| 75 um (N° 200) | 5 - 15 | 5 - 20 | 6 - 20 | 8 - 25 |
| Índice de Plasticidad | 4 - 9 | | | |
| Límite Líquido | Máx. 35% | | | |
| Desgaste Los Angeles | Máx. 30% | | | |
| CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1"(2.5mm)] | Mín. 80% | | | |

Fuente: ACORDO M 147

Abel R. Arriola Acuña
Ingeniero Geotécnico
Médico Legista

JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
CUPERO (CAJAMARCA): Jr. Decora N° 557
CHICLAYO (LAMAYBQUE): Av. Los Incas N° 1047

930 639 923 jaen@adricorpsac.com
942 477 839 / 912 766 936 cupero@adricorpsac.com
942 904 210 chiclayo@adricorpsac.com

TABLA N° C - 01
 CAPITULO : SUB RASANTE Y RASANTES
 SECCION : SUB RASANTE
 Controles en la Sub Rasante

| TIPO DE VIA | NUMERO DE CONTROLES EN LA SUBRASANTE POR CADA 100m DE VIA PARA GRADO DE COMPACTACION Y CSR IN-SITU |
|-------------|--|
| Express | 4 |
| Avenidas | 3 |
| Coletores | 2 |
| Locales | 1 |

TABLA N° C - 02
 CAPITULO : SUB - BASE Y BASES
 SECCION : SUB - BASE Y BASE GRANULAR
 Ensayos y Frecuencias

| Material o Producto | Propiedades y Características | Método de Ensayo | Norma ASTM | Norma AASHTO | Norma NTP | Frecuencia (1 cada) | Lugar de Muestreo |
|--------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------|---------------|--------------|--|-------------------|
| Sub-Base y Base Granular | Granulometría | MTC E 204 | D 422 | T 88 | 308.128.1998 | 400 m ² | Cantera |
| | Límites de Consistencia | MTC E 110 | D 4318 | T 89 | 308.129.1998 | 400 m ² | Cantera |
| | Desgaste Los Angeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 400.019.2002 | 1000 m ² | Cantera |
| | Equivalente de Arena | MTC E 114 | D 2419 | T 176 | 308.146.2000 | 1000 m ² | Cantera |
| | Saltes Solubles | MTC E 219 | D 1558 | — | 308.152.2002 | 1000 m ² | Cantera |
| | CBR | MTC E 132 | D 1883 | T 183 | 308.145.1999 | 1000 m ² | Cantera |
| | Partículas Fines | MTC E 210 | D 1821 | — | — | 1000 m ² | Cantera |
| | Partículas Chicas y Medias | MTC E 221 | D 4791 | — | — | 1000 m ² | Cantera |
| | Perda en Sulfo de Sulfato (Muestreo) | MTC E 209 | C 85 | T 104 | — | 1000 m ² | Cantera |
| | Humedad (Proctor Modificado) | MTC E 115 | D 1557 | T 180 | 308.141.1999 | 400 m ² | Plata |
| | Densidad "In Situ" (Método del Cono) | MTC E 117 MTC E 124 | D 1556 D 2922 | T 181 T238 | — | 250 m ² con un mín. de 3 controles. | Plata |

Nota: 1) La frecuencia de los ensayos puede incrementarse en opinión del Supervisor, dependiendo de la variación de la estratigrafía en canteras, que puede originar cambios en las propiedades de los materiales.
 2) En caso de que los alrededores del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o Característica.

ADRICORP S.A.C.
 INGENIEROS GEOTÉCNICOS

Miguel Ángel Rodríguez
 Gerente General

📍 LIMA (CAJAMARCA): C/ Los Hornos N° 136
 📍 CUSCO (CAJAMARCA): Jr. Cusco N° 557
 📍 CHICLAYO (LAMBAYEGUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 659 925 ✉ info@adricorpsac.com
 ☎ 942 477 859 / 912 786 926 ✉ cusco@adricorpsac.com
 ☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325811 WWW.ADRICORPSAC.COM
☎ 0000483
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morúa Duque N° 2837 - C/56535 de LIMA - LIMA

10.3

CUADROS:

ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Rafael A. Rodríguez Acuña
Ingeniero Geotécnico

📍 IJÉN (CAJAMARCA) - Co. Los Romeros N° 136

📍 CUSCO (CAJAMARCA) - A. Oroso N° 567

📍 CHILAYO (AMBOSQUE) - Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 639 923

✉ jain@adricorpsac.com

☎ 942 477 839 / 912 766 936

✉ cusco@adricorpsac.com

☎ 942 904 210

✉ chilayo@adricorpsac.com

| CANTIDAD | UNIDAD | DESCRIPCIÓN | RESERVA |
|----------|----------------|--|---------|
| 1 | m ³ | Grava de 20 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 40 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 75 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 150 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 300 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 4800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 9600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 19200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 38400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 76800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 153600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 307200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 614400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1228800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2457600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 4915200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 9830400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 19660800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 39321600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 78643200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 157286400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 314572800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 629145600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1258291200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2516582400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5033164800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 10066329600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 20132659200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 40265318400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 80530636800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 161061273600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 322122547200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 644245094400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1288490188800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2576980377600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5153960755200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 10307921510400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 20615843020800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 41231686041600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 82463372083200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 164926744166400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 329853488332800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 659706976665600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1319413953331200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2638827906662400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5277655813324800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 10555311626649600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 21110623253299200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 42221246506598400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 84442493013196800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 168884986026393600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 337769972052787200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 675539944105574400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1351079888211148800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2702159776422297600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5404319552844595200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 10808639105689190400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 21617278211378380800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 43234556422756761600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 86469112845513523200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 172938225691027046400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 345876451382054092800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 691752902764108185600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1383505805528216371200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2767011611056432742400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5534023222112865484800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 11068046442225730969600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 22136092884451461939200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 44272185768902923878400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 88544371537805847756800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 177088743075611695513600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 354177486151223391027200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 708354972302446782054400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1416709944604893644108800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2833419889209787288217600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5666839778419574576435200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 11333679556839149152870400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 22667359113678298305740800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 45334718227356596611481600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 90669436454713193222963200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 181338872909426386445926400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 362677745818852772891852800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 725355491637705545783705600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1450710983275411091567411200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2901421966550822183134822400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5802843933101644366269644800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 11605687866203288732539289600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 23211375732406577465078579200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 46422751464813154930157158400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 92845502929626309860314316800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 185691005859252619720628633600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 371382011718505239441257267200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 742764023437010478882514534400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1485528046874020957765029068800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2971056093748041915530058137600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 5942112187496083831060116275200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 11884224374992167662120235550400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 23768448749984335324240471100800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 47536897499968670648480942201600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 95073794999937341296961884403200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 190147589999874682593923768806400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 380295179999749365187847537612800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 760590359999498730375695075225600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1521180719998975460751390150451200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 3042361439997950921502780300902400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 6084722879995901843005560601804800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 12169445759911803686011121203609600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 24338891519823607372022242407219200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 48677783039647214744044484814438400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 97355566079294429488088969628876800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 194711132158588858976177939257753600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 389422264317177717952355878515507200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 778844528634355435904711757031010400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1557689057268710871809423514062020800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 3115378114537421743618847028124041600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 6230756229074843487237694056248083200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 12461512458149686974475388112966166400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 24923024916299373948950776225932332800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 49846049832598747897901552451864665600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 99692099665197495795803104903729331200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 199384199330394991591606209807458662400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 398768398660789983183212419614917324800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 79753679732157996636642483922983464800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 159507359464315993273284967845966929600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 319014718928631986546569935691933859200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 638029437857263973093139871383877718400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1276058875714527946186279742767755436800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 25521177514290558923725588455355108800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 51042355028581117847451176910710217600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 102084710057162235694902353821420435200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 204169420114324471389804707642840870400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 408338840228648942779609415285681740800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 816677680457297885559218830571363481600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1633355360914595771118437661142726963200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 3266710721829191542236875222285453926400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 6533421443658383084473750444570907852800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 13066842887316766168947500889141815705600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 26133685774633532337895001778283631411200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 52267371549267064675790003556567262822400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 104534743098534129351580007113135325444800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 209069486197068258703160014226270650889600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 418138972394136517406320028452541301779200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 836277944788273034812640569105082603558400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1672555889576546069625281138210165207116800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 3345111779153092139250562276420330414233600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 6690223558306184275001124552840660828467200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 13380447116612368550002249105681321656934400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 26760894233224737100004498211362643313868800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 53521788466449474200008996422725286627737600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 107043576932898948400017992845450573255475200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 214087153865797896800035985690901145110950400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 428174307731595793600071971381802290221900800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 856348615463191587200143942763604580443801600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 1712697230926383174400287885527209160887603200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 3425394461852766348800575771054418321775206400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 6850788923705532697601151542108836643550412800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 13701577847411065395202303084217672927100825600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 27403155694822130790404606168435345854201651200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 54806311389644261580809212336870691708403302400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 10961262277928852316161842467374138416806604800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 21922524555857704632323684934748276833613209600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 43845049111715409264647369869496553667226419200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 87690098223430818529294739738993107334452838400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 175380196446861637058589479477986214668905676800 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 350760392893723274117178958955972429337811353600 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 701520785787446548234357917911944858675622707200 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 140304157157489309646871583582388971735125414400 mm | 1 |
| 1 | m ³ | Grava de 2806083143149786192937431671647779434 | |



[Signature]
 ADRICORP S.A.C.
 Ing. A. Alejandra Riquelme

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO
CUADRO E - 04
MUESTROS ESPECIALES PARA PAVIMENTACION

| CANTON | MUESTRA | MATERIAL | MUESTRO | CLASIFICACION | | MUESTROS ESPECIALES PARA PAVIMENTACION | | | |
|--------|---------|----------|---------|---------------|-------|--|-------|-------|-------|
| | | | | TIPO | ADENS | M.O.S | U.C.M | U.C.P | U.C.B |
| 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 |
| 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 | 02 |
| 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 | 03 |
| 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 | 04 |
| 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 | 05 |
| 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 | 06 |
| 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 | 07 |
| 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |
| 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 | 09 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601328811
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorp.com adricorp@gmail.com
📍 Av. Moisés Cordero N° 2837 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORP.SAC.COM



[Handwritten Signature]
ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
RUIZ & Asociados Asociados
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

| PROFUNDIDAD (cm) | DESCRIPCIÓN | TIPO | CONEXIONES | ANÁLISIS | N.º 1 | N.º 2 | N.º 3 | N.º 4 | N.º 5 | N.º 6 | N.º 7 | N.º 8 | N.º 9 | N.º 10 | N.º 11 | N.º 12 | N.º 13 | N.º 14 | N.º 15 | N.º 16 | N.º 17 | N.º 18 | N.º 19 | N.º 20 | |
|------------------|-------------|------|------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 0 - 10 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 10 - 20 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 20 - 30 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 30 - 40 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 40 - 50 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 50 - 60 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 60 - 70 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 70 - 80 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 80 - 90 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 90 - 100 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO
ENSAYOS ESPECIALES DE ANALISIS QUIMICOS

CUADRO 0 - 05

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romerillos N° 136
📍 CUSCO (CAJAMARCA): Jr. Orasco N° 557
📍 CHICLAYO (LAMAYBEGUE): Av. Los Inca N° 1047

☎ 930 639 923
☎ 042 477 830 / 910 784 038
☎ 942 904 210
✉ jaen@adricorp.com
✉ cusco@adricorp.com
✉ chiclayo@adricorp.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325611 WWW.ADRICORPSAC.COM
 ☎ 000994487
 ☎ Duro and trim
 ☎ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
 ☎ Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima



| RESUMEN DE EXPLORACIONES EN CAMPO | | | | | | | | | |
|--|---------|----------|----------|-------------|-------|-------------|----------|-------|-------------|
| CUADRO D - 06 | | | | | | | | | |
| EXPLORACION DE MATERIALES PARA DISEÑO DE OBRAS | | | | | | | | | |
| CANTON | SECCION | PROYECTO | MATERIAL | EXPLORACION | | | MUESTREO | | |
| | | | | Nº | ANCHO | PROFUNDIDAD | Nº | ANCHO | PROFUNDIDAD |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

[Handwritten Signature]
 ADRI CORP S.A.C.
 Inge. [Name]
 [Address]

☎ LIMA (CAJAMARCA): Cuzco Sur 1000 N° 100 ☎ 706 007 700 ✉ lima@adricorpsac.com
 ☎ CUSCO (CAJAMARCA): J. Orcoño N° 557 ☎ 942 477 839 / 912 786 926 ✉ cusco@adricorpsac.com
 ☎ CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Inca N° 1047 ☎ 942 908 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811 WWW.ADRICORPSAC.COM
00099483
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Morales Duárez N° 2837 - Cercado de Lima - Lima

10.4

REGISTRO DE EXCAVACIONES:

ADRICORP S.A.C.
Alex R. Adriaenssens
Alex R. Adriaenssens
Ingeniero Geotécnico

JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Remolles N° 136
CUSCO (CAJAMARCA): J. Ocaso N° 557
CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Inca N° 1047

930 639 923 jaen@adricorpsac.com
940 477 839 / 912 786 938 cusco@adricorpsac.com
942 904 210 chiclayo@adricorpsac.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00099487
942 904 210
info@adricorpac.com / adricorpac@gmail.com
Av. Morales Duarez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPAC.COM

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

| | | | |
|-------------|---|-----------------------------|--|
| SOLICITANTE | : TERESA ALBA GERMEL RODRIGUEZ | | |
| PROYECTO | : Proyecto de Diseño de Pavimento con Geomembrana Compuesta para Entar Armamento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jasn. | | |
| UBICACIÓN | : Calle Zarumilla Cuadra 17, Distrito de Jasn, Provincia de Jasn - Cajamarca | | |
| FECHA | : 07 de Mayo del 2021 | | |
| CALCATA | : C-1 | N° REGISTRO: NE-LIMSLIN-01 | |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 m | NIVEL FREÁTICO: NO PRESENTE | |
| UBICACIÓN | : Calle Zarumilla Cuadra 17 - Jasn - E. TERNER | N° 838812 | |

| PROP. (m) | TIPO DE EXCAVACIÓN | MUESTRA | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION | | SIMBOLO |
|-----------|--------------------|---------|--|---------------|------------|---------|
| | | | | EDOS | ARESCO | |
| 0.00 | A CIELO ABIERTO | --- | RELLO ORIZADO | FF | --- | |
| 1.00 | | M-1 | Se toma una Clasificación SUCS "SC" y ARENTO "A-2-4 (G0)", considerando a un Material de Arena Arenosa con Grava, de Resistencia Fuerte. Ligamiento plástico. Ligamiento formado de Consistencia Firme. Su Color es Blanco. Presenta Bloques Mayores a 20' en un 40%. También Presenta Bloques Mayores de 12' a 20' en un 12%. Asimismo Presenta Cantos Redondeados Mayores de 3' a 12' en un 0%. El Tamaño Máximo de las Partículas Gruesas es de 12'. Finalmento. Presenta Fines, Arenas y Gravas Menos a 3' en un 40%. Las Partículas Gruesas Tienen la forma Subangulosas. | SC | A-2-4 (G0) | |
| 1.50 | | | | | | |
| 2.00 | | | | | | |
| 2.50 | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | |
| 3.50 | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | |
| 4.50 | | | | | | |
| 5.00 | | | | | | |
| 5.50 | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | |
| 6.50 | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | |
| 8.00 | | | | | | |
| 8.50 | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | |
| 9.50 | | | | | | |
| 10.00 | | | | | | |
| 10.50 | | | | | | |
| 11.00 | | | | | | |
| 11.50 | | | | | | |
| 12.00 | | | | | | |
| 12.50 | | | | | | |
| 13.00 | | | | | | |
| 13.50 | | | | | | |
| 14.00 | | | | | | |
| 14.50 | | | | | | |
| 15.00 | | | | | | |
| 15.50 | | | | | | |
| 16.00 | | | | | | |
| 16.50 | | | | | | |
| 17.00 | | | | | | |
| 17.50 | | | | | | |
| 18.00 | | | | | | |
| 18.50 | | | | | | |
| 19.00 | | | | | | |
| 19.50 | | | | | | |
| 20.00 | | | | | | |
| 20.50 | | | | | | |
| 21.00 | | | | | | |
| 21.50 | | | | | | |
| 22.00 | | | | | | |
| 22.50 | | | | | | |
| 23.00 | | | | | | |
| 23.50 | | | | | | |
| 24.00 | | | | | | |
| 24.50 | | | | | | |
| 25.00 | | | | | | |
| 25.50 | | | | | | |
| 26.00 | | | | | | |
| 26.50 | | | | | | |
| 27.00 | | | | | | |
| 27.50 | | | | | | |
| 28.00 | | | | | | |
| 28.50 | | | | | | |
| 29.00 | | | | | | |
| 29.50 | | | | | | |
| 30.00 | | | | | | |
| 30.50 | | | | | | |
| 31.00 | | | | | | |
| 31.50 | | | | | | |
| 32.00 | | | | | | |
| 32.50 | | | | | | |
| 33.00 | | | | | | |
| 33.50 | | | | | | |
| 34.00 | | | | | | |
| 34.50 | | | | | | |
| 35.00 | | | | | | |
| 35.50 | | | | | | |
| 36.00 | | | | | | |
| 36.50 | | | | | | |
| 37.00 | | | | | | |
| 37.50 | | | | | | |
| 38.00 | | | | | | |
| 38.50 | | | | | | |
| 39.00 | | | | | | |
| 39.50 | | | | | | |
| 40.00 | | | | | | |
| 40.50 | | | | | | |
| 41.00 | | | | | | |
| 41.50 | | | | | | |
| 42.00 | | | | | | |
| 42.50 | | | | | | |
| 43.00 | | | | | | |
| 43.50 | | | | | | |
| 44.00 | | | | | | |
| 44.50 | | | | | | |
| 45.00 | | | | | | |
| 45.50 | | | | | | |
| 46.00 | | | | | | |
| 46.50 | | | | | | |
| 47.00 | | | | | | |
| 47.50 | | | | | | |
| 48.00 | | | | | | |
| 48.50 | | | | | | |
| 49.00 | | | | | | |
| 49.50 | | | | | | |
| 50.00 | | | | | | |

[Handwritten signature]
TERESA ALBA GERMEL RODRIGUEZ
Ingeniera Geotécnica
RUC: 20501325811

(CAJAMARCA) Ca. Los Romellos N° 136 (942) 639 923 (cajamarca@adricorpac.com)
 (CAJAMARCA) A. Orisco N° 567 (942) 477 839 / 912 786 935 (cajamarca@adricorpac.com)
 (CAYSHI) Av. Los Incas N° 1047 (942) 904 210 (cayshy@adricorpac.com)



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132811 WWW.ADRICORPSAC.COM
📠 00099487
📞 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2859 - Cercado de Lima - Lima

10.5

ENSAYOS DE

LABORATORIO:

ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romerillos N° 136
📍 CUSCO (CAJAMARCA): J. Osoyo N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 950 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
📞 942 477 834 / 942 786 936 ✉ cusco@adricorpsac.com
📞 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

MEMORIA: Programa de Pruebas de Diagnóstico con Cuentas Optimizadas para Exitar

Agrarización en la Calle Zaranilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca

UBICACIÓN: Calle Zaranilla Cuadra 17, Distrito de Jaén, Provincia de Jaén - Cajamarca

SOLICITA: TESISTA: ALAN QUINPE RODRIGUEZ

FECHA: 07 de Junio del 2021

RESULTADOS DE LABORATORIO

| CALCATA | PROF. (m) | SUCS | P.P.M | | |
|---------|-----------|------|---------------|----------|----------|
| | | | Sales Totales | Cloruros | Sulfatos |
| C - 1 | 1.60 | SC | 524.80 | 64.61 | 306.24 |
| | | | | | |
| | | | | | |

Observaciones:



ADRICORP S.A.C.
Ingeniero Geotécnico
Alan Quinpe Rodríguez

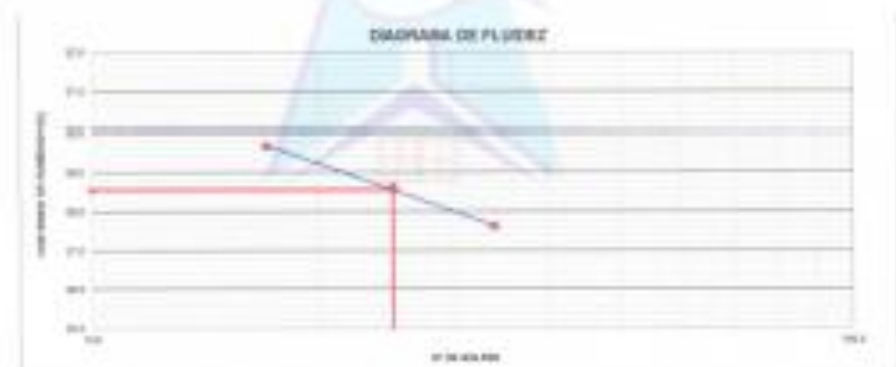


ADRICORP S.A.C.
Ingeniero Geotécnico
Alan Quinpe Rodríguez

| LIMITE DE ATTERBERG | |
|---|---------------------------|
| MTC 8.150.7.8.111 - 88780488 - 4484701481148 | |
| VOLUNTANTE: TERCERA ALMA DULCE BOGOTONCE | |
| PROYECTO: Proyecto de Diseño de Pavimento con Geotextil Sintético para Sello Agrícola en la Calle Dorotea Cuadra 17, Jilón, Tarma | |
| UBICACIÓN: Calle Dorotea Cuadra 17, Sector de Jilón, Provincia de Jilón - Cajamarca | |
| ESQUEMA: (C. 00.0002.00.000) | |
| CALCATA: C-1 | Nº PROYECTO: LA-180209-01 |
| PLAZA: M-1 | FECHA: 11/05/2018 |
| PROY. (m): C.OO-1 HC | LADO: |
| UBICACIÓN: Calle Dorotea Cuadra 17 - Jilón - Eje: T-0400 - Jilón: 000011 | PROYECT. (m): |

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº TUBOS | 5 | 5 | 5 | 5 |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 22.20 | 21.80 | 21.70 | 21.70 |
| TARRO + SUELO SECO | 11.10 | 11.10 | 11.10 | 11.10 |
| AGUA | 11.10 | 10.70 | 10.60 | 10.60 |
| PESO DEL TARRO | 30.30 | 30.30 | 30.30 | 30.30 |
| PESO DEL SUELO SECO | 22.20 | 20.70 | 20.60 | 20.60 |
| N.º DE HUNDIDOS | 28.88 | 28.80 | 27.80 | 27.80 |
| N.º DE COLAPSO | 17 | 16 | 15 | 15 |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº TUBOS | 5 | 5 | 5 | 5 |
| TARRO + SUELO HÚMEDO | 10.50 | 10.50 | 10.50 | 10.50 |
| TARRO + SUELO SECO | 8.30 | 8.30 | 8.30 | 8.30 |
| AGUA | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| PESO DEL TARRO | 30.30 | 30.30 | 30.30 | 30.30 |
| PESO DEL SUELO SECO | 18.80 | 18.80 | 18.80 | 18.80 |
| N.º DE HUNDIDOS | 18.07 | 18.07 | 18.07 | 18.07 |



| CORRELACIONES ENTRE LOS LÍMITES | |
|---------------------------------|----|
| LÍMITE LÍQUIDO | 20 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 15 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 15 |

| OBSERVACIONES | |
|---------------|--|
| | |




HUMEDAD NATURAL (MTC 8-182)

| | | |
|---|--------------|---|
| PROYECTO : Proyecto de Diseño de Pavimento del Muestreo Estático para el Establecimiento de la Red de Obras Públicas T1, San UBICACIÓN : Calle Zaranda Cuarta 17, Barrio de San. Provincia de San. -Guatemala FECHA : 07 de Mayo del 2020 | | Nº MUESTRO : 04 - LOMAS - 01 MUESTRO : LADO : PROF. (cm) : |
| CALICATA : 10 - 1 MUESTRO : 10 - 1 PROF. (cm) : 0.00 - 1.00 UBICACIÓN : Calle Zaranda Cuarta 17 - Calle - Bar. 74360 - Norte - 888912 | PROF. (cm) : | |

| MTC 8-182 | | | |
|---------------------------------------|--------|--|----|
| Peso de Envase | 0.2 | | |
| Peso de Env. Humedo + Tare (g) | 102.00 | | |
| Peso de Env. Seco + Tare (g) | 101.00 | | |
| Peso de Tare (g) | 17.00 | | |
| Peso de Agua (g) | 90.00 | | |
| Peso Mue. (Seco) (g) | 100.00 | | |
| Humedad Natural (%) | 7.00 | | |
| Procedimiento de Muestreo (MTC 8-182) | | | 04 |

OBSERVACIONES:

[Signature]
 ADICORP S.A.S.
 Inge. J. Luis...
 Inge. J. Luis...
 Inge. J. Luis...

[Signature]
 ADICORP S.A.S.
 Inge. J. Luis...
 Inge. J. Luis...
 Inge. J. Luis...



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20401325611
☎ 0099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
☎ Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

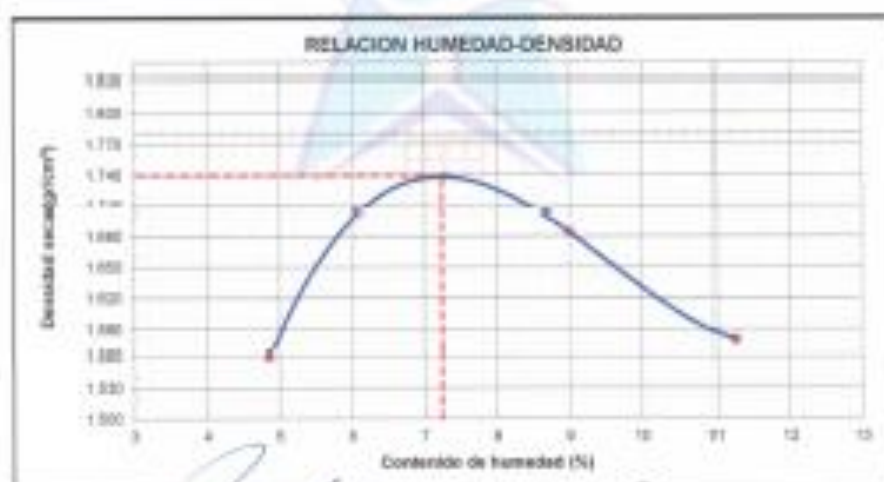
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO: Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agrietamiento en la Calle Zaramilla Cuadro 17, Jefe. Cajamarca
UBICACIÓN: Calle Zaramilla Cuadro 17, Distrito de Jefe, Provincia de Jefe - Cajamarca
SOLICITA: TÉCNICO ALAN GABRIEL RODRIGUEZ
FECHA: 07 de Mayo del 2021
CALICATA: C - 1
MUESTRA: M - 1
PROFUND.: 0.00 - 1.00
UBICACIÓN: Calle Zaramilla Cuadro 17 - Coord. E. 742400 N. 9308812

| MOLDE | I | II | III | IV |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| HUMEDAD | 4.65 | 6.14 | 9.00 | 11.25 |
| DENSIDAD SECA | 1.560 | 1.706 | 1.694 | 1.580 |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| DENSIDAD MÁXIMA (kg/m^3) | 1.740 |
| HUMEDAD ÓPTIMA (%) | 7.87 |



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Alan Gabriel Rodríguez
Técnico

ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Ricardo J. Manrique Ximenes
Técnico Laboratorial

☎ JAÉN (CAJAMARCA) - Co. Los Ronderos N° 136
☎ CLAYO (CAJAMARCA) - A. Oroso N° 557
☎ CHILYO (ANAYQUE) - Av. Los Inca N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ peru@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 906 ✉ cuzco@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chilayo@adricorpsac.com



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | Proyecto de Diseño de Pavimento con Geotextil Optimizado para Canteo |
| UBICACIÓN | Av. Morales Duarte Calle Dorado Dorado IT, Lima, Caponaso |
| SOLICITA | INGENIERO ALAN GUSTAVO RODRIGUEZ |
| FECHA | 07 de Mayo del 2021 |
| CAUSATA | E - 1 |
| MUESTRA | M - 1 |
| PROFUND. | 0.60 - 1.00 |
| UBICACIÓN | Calle Dorado Dorado IT - Cerc. S. 112000 - A. 1000112 |

ii)- Ensayo Preliminar de Compactación

| | |
|---|------|
| Método | C |
| Maxima Densidad Seca (g/cm ³) | 1.84 |
| Optimo Humedad de Plasticidad (%) | 9.04 |

iii)- Compactación de moldeo

| MOLDE Nº | I | II | III |
|------------------------------------|------|------|------|
| Nº de Capas | 5 | 5 | 5 |
| Numero de golpes/capa | 80 | 25 | 10 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | 1.84 | 1.75 | 1.66 |
| Coeficiente de Homogeneidad | 1.07 | 1.03 | 0.98 |

iv)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

| MOLDE Nº | Penetración (mm) | Presión Aplicada (kg/cm ²) | Presión Patrón (kg/cm ²) | C.B.R (%) |
|----------|------------------|--|--------------------------------------|-----------|
| I | 0.1 | 101 | 1000 | 10.1 |
| II | 0.1 | 170 | 1000 | 17 |
| III | 0.1 | 70 | 1000 | 7 |

| | |
|---------------------------------|------|
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S | 22.1 |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S | 15.1 |

ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Alan Gustavo Rodríguez
Ingeniero Geotécnico
R. 10000000000

ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Francisco J. Rodríguez Zúñiga
Ingeniero Geotécnico
R. 10000000000



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

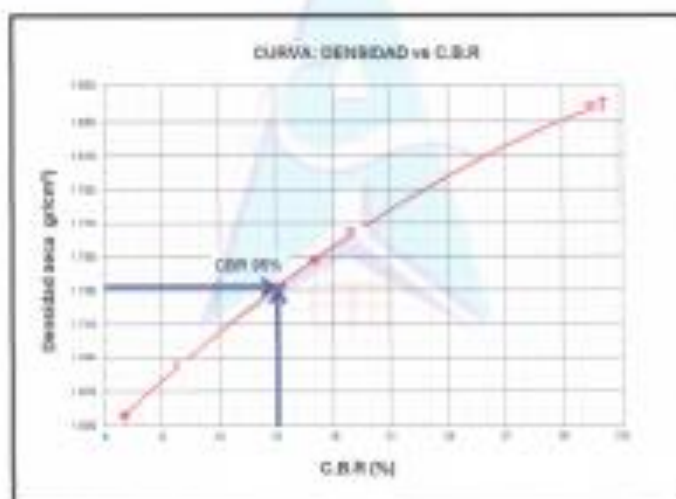
☎ 20601326811
☎ 0099467
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1983

| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | Tránsito de línea de tránsito con tránsito a operación para el eje |
| | Agratamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jesús, Cajamarca |
| UBICACIÓN | Calle Zarumilla Cuadra 17, Distrito de Jesús, Provincia de Jesús - Cajamarca |
| OBJETO | ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA |
| FECHA | 07 de Mayo del 2021 |
| CALCATA | C-1 |
| MUESTRA | M-1 |
| PROFUND. | 0.90 - 1.60 |
| UBICACIÓN | Calle Zarumilla Cuadra 17 - Coord. E. 743480 N. 938912 |

| | |
|--|------|
| Optima Densidad Base (gr/cm ³) | 1.81 |
| Optima Contenido de Humedad (%) | 7.67 |
| C.B.R. al 100% de la M.O.S. (%) | 32.1 |
| C.B.R. al 95% de la M.O.S. (%) | 18.1 |



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Alex J. Adriano Rodríguez
INGENIERO GEOTÉCNICO

ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Francisco J. Márquez Torres
INGENIERO GEOTÉCNICO

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Sembreros N° 136
📍 CUSCO (CAJAMARCA): Jr. Ocaso N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 933 609 922 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 809 / 912 786 935 ✉ cusco@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



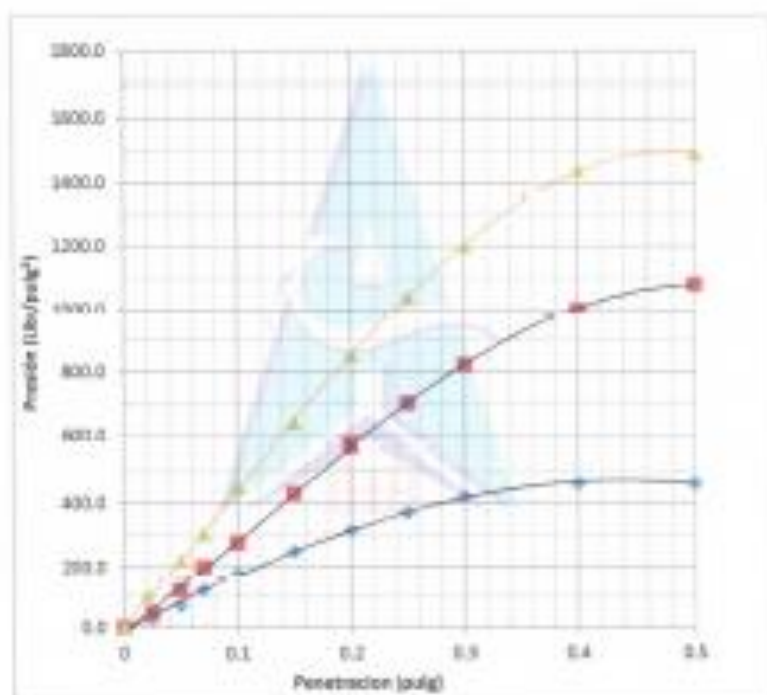
ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601329811
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorp.com / adricorp@gmail.com
📍 Av. Alameda Puucos Nº 5030 - Cercado de Lima - Perú

WWW.ADRICORP.SAC.COM

ENSAYO DE SOLIFERENCIA BEARING PLATE (S.B.P.) ASTM D 1586

| | |
|------------------|---|
| PROYECTO | Propuesta de Diseño de Pavimento con Base y Subbase Optimizada para Entero Agregados en la Calle Zaranda Cuadra 17, Jesús, Cajamarca |
| UBICACIÓN | Calle Zaranda Cuadra 17, Distrito de Jesús, Provincia de Jesús - Cajamarca |
| SOLICITA | INGENIERO ALAN GUSTAVO RODRIGUEZ |
| FECHA | 07 de Mayo del 2021 |
| CALICATA | C-11 |
| MUESTRA | M-1 |
| PROFUND. | 0.00 - 0.00 |
| UBICACIÓN | Calle Zaranda Cuadra 17 - Casco E. 74280 N. 908812 |



[Signature]
ADRICORP S.A.C.
Ingeniero Registrado
Alex P. Adriano Rodríguez
Nº 10000

ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
[Signature]
RODRIGO J. MORALES TORO
TITULAR LABORATORIO

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Cta. Los Romaditos Nº 136 ☎ 933 659 929 ✉ jaen@adricorp.com
 📍 CUTIVO (CAJAMARCA): J. Oroso Nº 667 ☎ 942 477 809 / 912 786 935 ✉ cutivo@adricorp.com
 📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incos Nº 1047 ☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorp.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132811 WWW.ADRICORP.SAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 310
✉ info@adricorp.com / adricorp@gmail.com
📍 Av. Mercedes Duxet N° 2832 - Cercado de Lima - Lima

10.6

PANEL FOTOGRAFICO:



📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): Jr. Deza N° 557
📍 CHILIVAN (AMBATO): Av. Los Andes N° 1147

☎ 930 639 923 📧 jaeni@adricorp.com
☎ 942 477 839 / 912 786 935 📧 cutervo@adricorp.com
☎ 942 904 310 📧 chivilyn@adricorp.com



FOTO Nº 01: VISTA PANORÁMICA DONDE SE EFECTUABA EL PROYECTO OLLA ZARAMELLA CLAVIA 17. CARR. A 740400 N. 908882


ADRI CORP S.A.C.
 Ingenieros Geotécnicos
 Alvaro Adriano Aguilar
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 N.º 11111



ADRICOOP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2050132811
☎ 02099287
☎ 942 904 210
✉ info@adricoop.com / adricoopaci@gmail.com
📍 Av. Mercedes Duval N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICOOP.SAC.COM



FOTO N°68: VISTA A CIELO ABIERTO DE LA CALZADA.



FOTO N°69: VISTA A CIELO ABIERTO DE LOS ESTRATOS DE LA CALZADA.

[Signature]
ADRICOOP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
U. G. J. Gerente General
CALLE 28 DE JULIO N° 2839
CERCADEO DE LIMA - LIMA

📍 JIÉNI (CAJAMARCA): Ca. Las Noronitas PP. 136
📍 CUERO (CAJAMARCA): J. Orisco N° 557
📍 CHILAYO (LAMBAEQUE): Av. Los Yocoe N° 1047

☎ 930 630 908 ✉ jaeni@adricoop.com
☎ 942 477 609 / 912 786 935 ✉ cuero@adricoop.com
☎ 942 904 210 ✉ chilayo@adricoop.com

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, CAJAMARCA"

ADRIANO SAC
Ingeniero Civil
[Firma]
Dra. E. Adriana Rodríguez
Ingeniera Civil

Anexo 6. Datos climatológicos del área de influencia del proyecto

| DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA CAJAMARCA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-----------|-------|---------|-------|-----------|-------|-----------|-------|----------|--------|
| AGENCIA AGRARIA JAEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL MAXIMA °C, MINIMA °C. POR AÑOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACION : CP JAEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OFICINA DE INFORMACION AGRARIA : JAEN. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENERO | | FEBRERO | | MARZO | | ABRIL | | MAYO | | JUNIO | | JULIO | | AGOSTO | | SETIEMBRE | | OCTUBRE | | NOVIEMBRE | | DICIEMBRE | | PROMEDIO | |
| AÑO | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. | MIN. |
| 1996 | 33.00 | 19.80 | 31.50 | 18.30 | 31.30 | 17.70 | 31.70 | 17.00 | 31.70 | 19.30 | 31.50 | 18.50 | 31.50 | 17.90 | 30.80 | 16.00 | 32.70 | 11.80 | 33.10 | 9.10 | 33.70 | 11.50 | 31.70 | 17.20 | 30.81 | 16.18 |
| 1997 | 33.00 | 16.50 | 30.10 | 16.50 | 32.30 | 16.20 | 32.20 | 17.10 | 30.20 | 25.10 | 31.50 | 15.90 | 31.70 | 15.30 | 31.90 | 15.00 | 33.80 | 16.50 | 33.90 | 17.40 | 32.20 | 16.90 | 31.40 | 17.10 | 30.83 | 17.13 |
| 1998 | 31.80 | 19.00 | 32.80 | 22.30 | 32.20 | 22.70 | 32.30 | 22.80 | 31.20 | 21.90 | 31.10 | 21.30 | 32.10 | 20.80 | 33.00 | 20.80 | 33.80 | 20.80 | 33.00 | 21.10 | 33.40 | 20.40 | 34.80 | 20.00 | 31.39 | 21.16 |
| 1999 | 33.40 | 20.30 | 31.90 | 20.10 | 30.40 | 21.00 | 29.50 | 21.00 | 29.30 | 20.50 | 29.70 | 20.60 | 29.10 | 19.60 | 30.70 | 19.40 | 31.60 | 20.90 | 31.50 | 20.40 | 32.50 | 20.70 | 31.30 | 20.40 | 30.00 | 20.41 |
| 2000 | 31.60 | 20.20 | 30.10 | 20.40 | 29.00 | 20.20 | 28.60 | 20.30 | 29.50 | 20.80 | 29.50 | 19.10 | 28.60 | 14.70 | 29.40 | 15.10 | 30.50 | 15.50 | 31.40 | 15.90 | 14.30 | 13.80 | 30.90 | 16.30 | 27.40 | 17.69 |
| 2001 | 29.40 | 15.50 | 28.80 | 15.70 | 30.30 | 15.70 | 31.20 | 16.10 | 30.80 | 16.20 | 30.30 | 15.50 | 30.50 | 15.50 | 31.60 | 14.50 | 32.60 | 14.70 | 33.60 | 16.60 | 33.20 | 21.60 | 33.30 | 22.10 | 30.37 | 16.64 |
| 2002 | 32.50 | 21.70 | 31.60 | 21.80 | 31.90 | 21.60 | 31.70 | 21.80 | 30.20 | 21.40 | 31.00 | 20.30 | 30.10 | 20.70 | 32.80 | 20.60 | 34.20 | 21.20 | 32.80 | 21.60 | 31.30 | 21.50 | 31.90 | 21.70 | 30.98 | 21.33 |
| 2003 | 32.30 | 21.30 | 31.30 | 22.00 | 32.40 | 21.40 | 32.40 | 21.70 | 30.70 | 21.30 | 30.30 | 21.10 | 30.10 | 19.90 | 32.70 | 20.50 | 33.90 | 20.90 | 33.60 | 21.30 | 33.00 | 22.00 | 31.22 | 21.70 | 31.20 | 21.26 |
| 2004 | 33.30 | 21.20 | 32.30 | 21.30 | 30.90 | 21.80 | 32.10 | 21.20 | 31.30 | 21.60 | 31.30 | 21.60 | 31.30 | 21.60 | 31.80 | 19.60 | 32.50 | 20.30 | 32.40 | 21.40 | 32.10 | 21.00 | 33.00 | 21.50 | 31.07 | 21.18 |
| 2005 | 32.90 | 21.00 | 31.80 | 22.00 | 31.70 | 21.80 | 31.60 | 21.60 | 32.50 | 21.80 | 30.90 | 20.80 | 31.50 | 19.90 | 32.30 | 20.30 | 32.50 | 21.20 | 33.50 | 22.20 | 32.70 | 20.20 | 31.90 | 21.00 | 31.24 | 21.15 |
| 2006 | 31.70 | 20.90 | 30.10 | 21.50 | 30.10 | 21.20 | 32.90 | 19.20 | 31.80 | 20.50 | 31.20 | 19.90 | 31.90 | 20.10 | 32.30 | 20.50 | 34.30 | 21.20 | 34.70 | 20.80 | 33.90 | 21.40 | 31.70 | 21.40 | 31.36 | 20.72 |
| 2007 | 30.97 | 21.40 | 33.10 | 20.30 | 31.70 | 20.70 | 32.30 | 21.20 | 32.60 | 21.10 | 31.00 | 20.40 | 31.20 | 19.90 | 31.40 | 20.10 | 31.60 | 20.00 | 33.10 | 20.90 | 30.30 | 20.90 | 32.10 | 20.20 | 30.79 | 20.59 |
| 2008 | 31.30 | 20.90 | 31.80 | 20.20 | 30.90 | 20.50 | 31.10 | 20.90 | 31.00 | 20.70 | 30.40 | 20.20 | 29.90 | 20.20 | 30.90 | 19.40 | 31.43 | 20.24 | 31.91 | 20.91 | 33.27 | 20.95 | 33.65 | 20.20 | 30.34 | 20.44 |
| 2009 | 29.42 | 20.34 | 29.83 | 20.90 | 31.24 | 21.07 | 29.92 | 20.16 | 30.78 | 20.84 | 29.41 | 20.66 | 29.53 | 20.12 | 30.60 | 20.42 | 31.27 | 20.84 | 32.75 | 21.42 | 33.36 | 21.14 | 31.35 | 21.70 | 29.98 | 20.80 |
| 2010 | 30.43 | 21.14 | 27.99 | 19.26 | 32.10 | 21.58 | 30.91 | 20.83 | 30.78 | 20.84 | 29.41 | 20.66 | 20.99 | 27.44 | 30.60 | 20.42 | 31.27 | 20.84 | 32.75 | 21.42 | 33.36 | 21.14 | 31.35 | 21.70 | 29.36 | 21.44 |
| 2011 | 31.85 | 21.74 | 31.35 | 20.90 | 31.67 | 20.50 | 31.20 | 21.10 | 31.81 | 20.80 | 30.47 | 20.92 | 30.06 | 20.65 | 33.05 | 20.80 | 32.34 | 21.12 | 33.67 | 20.61 | 32.97 | 22.90 | 30.58 | 21.02 | 30.96 | 21.09 |
| 2012 | 29.64 | 21.92 | 30.17 | 20.52 | 30.48 | 20.97 | 31.15 | 20.87 | 30.49 | 20.30 | 30.33 | 19.78 | 30.18 | 19.84 | 31.65 | 19.98 | 32.89 | 19.60 | 32.17 | 20.78 | 32.90 | 20.95 | 32.05 | 20.53 | 30.22 | 20.50 |
| 2013 | 30.85 | 22.34 | 30.99 | 21.46 | 31.42 | 21.35 | 32.03 | 24.36 | 30.59 | 21.15 | 30.18 | 20.12 | 30.87 | 19.44 | 31.75 | 19.50 | 33.70 | 19.52 | 33.06 | 20.68 | 34.65 | 20.01 | 32.56 | 20.53 | 30.89 | 20.87 |
| 2014 | 29.94 | 22.32 | 29.73 | 20.56 | 30.27 | 20.25 | 30.75 | 20.67 | 30.75 | 20.63 | 30.60 | 20.20 | 30.67 | 19.53 | 30.26 | 19.94 | 31.13 | 20.06 | 32.30 | 20.54 | 33.44 | 20.44 | 31.05 | 20.77 | 30.05 | 20.49 |
| 2015 | 30.26 | 21.70 | 30.99 | 20.26 | 29.99 | 20.54 | 30.24 | 20.84 | 30.32 | 20.66 | 30.90 | 20.04 | 30.61 | 20.03 | 32.08 | 19.79 | 34.31 | 20.44 | 33.47 | 20.89 | 32.52 | 21.38 | 30.14 | 20.69 | 30.53 | 20.61 |
| 2016 | 29.99 | 20.54 | 31.5 | 21.16 | 31.02 | 21.1 | 30.88 | 21.33 | 30.56 | 20.94 | 29.6 | 19.84 | 29.96 | 19.91 | 32.76 | 20.08 | 32.89 | 20.55 | 33.81 | 22.51 | 34.69 | 22.48 | 32.49 | 22.95 | 30.88 | 21.116 |
| 2017 | 29.95 | 22.26 | 30.77 | 22.04 | 29.63 | 20.17 | 29.11 | 19.29 | 29.93 | 19.56 | 29.2 | 18.8 | 29.4 | 17.79 | 30.35 | 17.41 | 30.99 | 17.83 | 32.68 | 18.18 | 4.00 | 18.30 | 30.90 | 18.13 | 27.01 | 19.15 |
| 2018 | 29.65 | 21.98 | 29.84 | 17.91 | 29.42 | 17.9 | 30.26 | 17.41 | 30.57 | 17.89 | 29.5 | 17.13 | 29.14 | 17.02 | 29.93 | 17.08 | 32.21 | 17.78 | 32.74 | 19.85 | 32.84 | 19.98 | 29.70 | 18.59 | 29.558 | 18.377 |
| 2019 | 30.32 | 22.62 | 29.1 | 19.98 | 30.25 | 19.87 | 30.65 | 19.87 | 30.33 | 19.63 | 30.7 | 19.03 | 30.17 | 18.29 | 31.56 | 18.25 | 32.27 | 19.17 | 31.85 | 19.46 | 31.90 | 19.80 | 30.37 | 19.89 | 29.916 | 19.655 |
| 2020 | 30.08 | 22.2 | 29.66 | 19.74 | 30.86 | 20.12 | 31.11 | 19.83 | 31.24 | 19.72 | 31.3 | 19.25 | 30.02 | 19.2 | 31.45 | 18.59 | 31.36 | 19.3 | 33.52 | 19.63 | 32.55 | 19.47 | 30.01 | 19.55 | 30.225 | 19.717 |
| 2021 | 30.26 | 22.05 | 31.84 | 19.97 | 29.63 | 19.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Ministerio de Agricultura – Agencia Agraria Jaén.

DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA CAJAMARCA

AGENCIA AGRARIA JAEN

PRECIPITACION PLUVIAL MAXIMA MENSUAL

ESTACION : CP JAEN

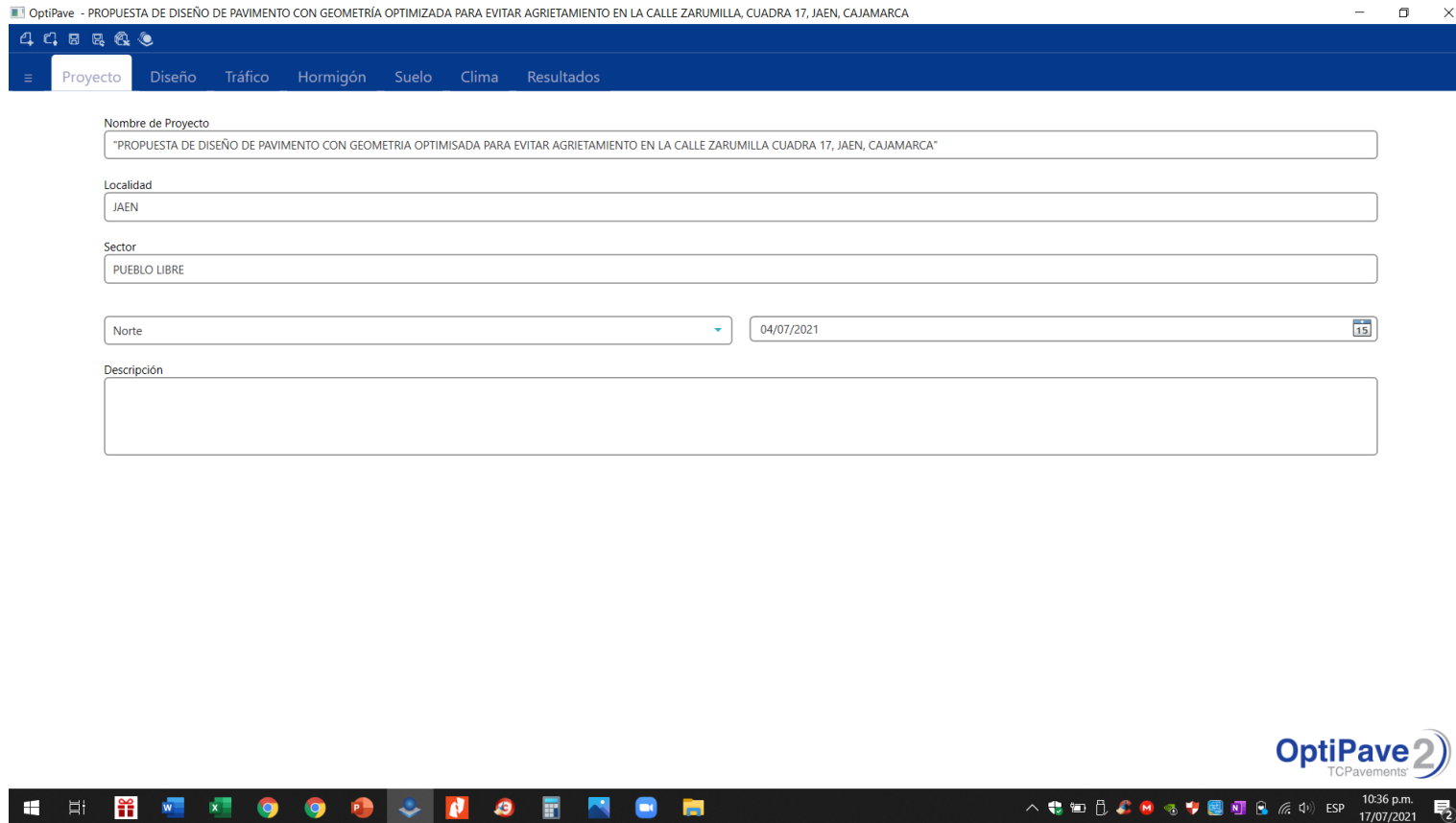
| MESES AÑO | PRECIPITACION PLUVIAL (m.m) MESES DEL AÑO | | | | | | | | | | | | TO T AL |
|--------------|---|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| | ENE. | FEB | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGOS. | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | |
| 1996 | 27.40 | 126.40 | 53.10 | 53.50 | 55.10 | 34.30 | 0.50 | 9.50 | 27.50 | 34.00 | 17.60 | 86.70 | 525.60 |
| 1997 | 36.00 | 76.60 | 44.10 | 78.70 | 67.60 | 46.60 | 35.00 | 30.00 | 6.90 | 47.90 | 72.40 | 20.90 | 562.70 |
| 1998 | 36.60 | 57.60 | 92.60 | 138.70 | 83.50 | 40.80 | 25.20 | 9.70 | 9.00 | 126.10 | 73.60 | 2.60 | 696.00 |
| 1999 | 55.80 | 232.40 | 102.90 | 68.40 | 118.80 | 68.50 | 60.30 | 5.90 | 66.00 | 59.60 | 37.50 | 145.20 | 1021.30 |
| 2000 | 66.00 | 120.60 | 150.20 | 89.80 | 58.40 | 84.00 | 96.80 | 21.80 | 59.60 | 22.60 | 13.80 | 65.40 | 849.00 |
| 2001 | 100.20 | 25.90 | 42.50 | 43.40 | 61.70 | 6.60 | 12.80 | 11.90 | 59.20 | 35.70 | 84.40 | 73.90 | 558.20 |
| 2002 | 34.00 | 101.90 | 40.60 | 105.50 | 111.70 | 15.80 | 75.10 | 2.30 | 23.10 | 134.70 | 77.20 | 40.20 | 762.10 |
| 2003 | 36.70 | 135.60 | 47.70 | 114.30 | 123.30 | 78.00 | 30.10 | 23.10 | 12.00 | 85.90 | 44.50 | 64.90 | 796.10 |
| 2004 | 15.30 | 20.70 | 78.80 | 120.80 | 102.70 | 30.10 | 8.40 | 10.90 | 23.50 | 67.80 | 84.70 | 51.80 | 615.50 |
| 2005 | 25.80 | 119.70 | 152.80 | 136.10 | 36.10 | 69.10 | 1.90 | 22.90 | 38.90 | 66.60 | 119.00 | 125.10 | 914.00 |
| 2006 | 62.30 | 176.70 | 135.90 | 19.20 | 31.10 | 75.30 | 1.30 | 19.10 | 13.10 | 43.80 | 87.60 | 45.80 | 711.20 |
| 2007 | 49.80 | 58.00 | 133.40 | 121.20 | 80.70 | 37.70 | 70.10 | 24.90 | 14.40 | 125.90 | 143.30 | 51.80 | 911.20 |
| 2008 | 54.40 | 176.60 | 124.70 | 43.80 | 67.10 | 67.40 | 66.80 | 10.70 | 36.70 | 63.10 | 70.40 | 43.00 | 824.70 |
| 2009 | 168.00 | 56.90 | 137.80 | 172.50 | 52.50 | 24.60 | 43.70 | 28.20 | 37.60 | 99.23 | 42.33 | 29.40 | 892.76 |
| 2010 | 35.70 | 67.7 | 25.2 | 121.8 | 42.2 | 24.6 | 50 | 28.2 | 37.6 | 100.2 | 47.5 | 31.4 | 612.10 |
| 2011 | 72.8 | 69.3 | 114.9 | 150.9 | 94.5 | 17.8 | 56.8 | 8.6 | 6.6 | 57.5 | 89.9 | 158.4 | 898.00 |
| 2012 | 77.7 | 87.66 | 78.8 | 104.7 | 20.9 | 23.6 | 19.1 | 8.1 | 13.7 | 101.6 | 81.6 | 82.1 | 699.56 |
| 2013 | 23.6 | 107.6 | 54.2 | 48.7 | 113.9 | 48.3 | 17.1 | 46.2 | 19.8 | 93.85 | 0.7 | 43.6 | 617.55 |
| 2014 | 62.9 | 93.5 | 171.17 | 147.2 | 247 | 35.9 | 38.4 | 34.6 | 22.5 | 20.2 | 87.3 | 90.5 | 1051.17 |
| 2015 | 161.5 | 108.5 | 283.8 | 83 | 80.4 | 8.7 | 57.6 | 32.6 | 8.4 | 21.5 | 54.2 | 65.5 | 965.7 |
| 2016 | 283.8 | 64.9 | 129.8 | 117.9 | 35.4 | 23.6 | 38.1 | 18.02 | 38.5 | 36.9 | 15.10 | 89.9 | 891.92 |
| 2017 | 96.1 | 34.9 | 192.4 | 95.5 | 76.2 | 58.40 | 23.10 | 36.50 | 8.80 | 81.10 | 33.80 | 97.80 | 834.60 |
| 2018 | 75.2 | 111.2 | 30.1 | 69.1 | 88.4 | 28.4 | 34 | 14.7 | 2.6 | 23.6 | 161.9 | 32.6 | 671.8 |
| 2019 | 37.3 | 127 | 46.8 | 74.9 | 66.7 | 36.5 | 111.7 | 7.9 | 26.2 | 41.7 | 56.5 | 119.3 | 752.5 |
| 2020 | 110.8 | 85.7 | 85.6 | 60.5 | 51.7 | 43.4 | 22.3 | 7.7 | 11.6 | 13.5 | 138.2 | 143 | 774 |
| 2021 | 79.37 | 37.3 | 227.6 | | | | | | | | | | |

Jaén, Marzo del 2021

Fuente: Ministerio de Agricultura – Agencia Agraria Jaén.

Anexo 7. Resultados Calculados del diseño del pavimento con el software OptiPave 2

Creación del proyecto en el software OptiPave2.



The screenshot displays the OptiPave 2 software interface. The title bar reads "OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA". The main menu includes "Proyecto", "Diseño", "Tráfico", "Hormigón", "Suelo", "Clima", and "Resultados". The "Proyecto" tab is active, showing a form with the following fields:

- Nombre de Proyecto:** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA"
- Localidad:** "JAEN"
- Sector:** "PUEBLO LIBRE"
- Orientation:** "Norte" (selected in a dropdown menu)
- Date:** "04/07/2021" (with a calendar icon)
- Descripción:** An empty text area.

The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the date and time: "10:36 p.m. 17/07/2021". The OptiPave 2 logo is visible in the bottom right corner of the application window.

Datos a ingresar para el diseño del pavimento.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Vida de Diseño (años)

Largo de Losa (m)

Espesor Losa (mm)

Calcular Espesor

Tipo de Borde

Losa Exterior con Sobreancho

Barras de Transferencia de Carga

Dren Lateral

Interfaz Pavimento-Base

IRI (m/Km)

Umbrales Máximos Admisibles de Diseño

Porcentaje de Losas Agrietadas (%)

IRI (m/Km)

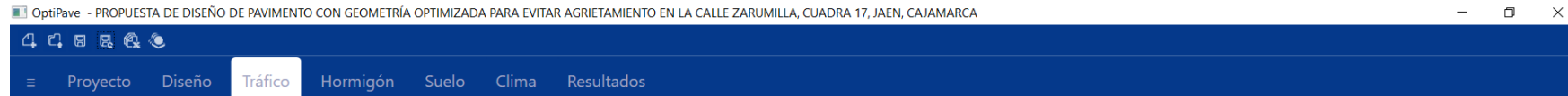
Escalonamiento Promedio (mm)

Confiabilidad del Diseño (%)

OptiPave²
TCPavements

10:37 p.m.
17/07/2021

Ingreso de datos con las características del estudio de tráfico realizado en el proyecto.



Input de Tráfico

Clasificación de Tráfico ?

Grupo de Tráfico

Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico (%)

Método de Análisis de Tráfico

EE Totales en Pista de Diseño

Opciones Avanzadas

Ingreso de datos correspondientes a las características del concreto.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Projecto Diseño Tráfico **Hormigón** Suelo Clima Resultados

Fibra Estructural

Tipo de Ensayo de Resistencia

Edad de Ensayo

Flexotracción (MPa)

Confiabilidad (%)

Opciones Avanzadas

Coefficiente de Dilatación Térmico (10^6) ($1/^\circ\text{C}$) ?

Retracción del Hormigón a los 365 Días (microstrain)

Contenido de Aire (%)

Relación Agua-Cemento

Opciones Avanzadas

Desviación Estándar Diseño de Hormigón (MPa)

Aumento de Resistencia 28 a 90 Días

Resistencia Media a los 90 Días (MPa)

Modulo de Elasticidad del Hormigón (MPa)

Peso Especifico del Hormigón (Kg/m^3)

Módulo de Poisson

Registro de datos correspondientes a los ensayos del laboratorio de suelos.

N° de Capas 1

| | Tipo de Suelo | Módulo Resiliente Invierno (MPa) | Módulo Resiliente Verano (MPa) | Módulo de Poisson | Espesor (mm) |
|------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------|
| Base | A-1-a | 179 | 179 | 0.35 | 200 |
| Subrasante | A-2-4 | 100 | 120 | 0.35 | |

Propiedades de la base

| | |
|--|----------|
| Resistencia a la erosión (Capa Bajo el Pavimento) | 4 |
| Coefficiente de Fricción Pavimento-Base | 0.65 |
| Material Fino Bajo Malla N° 200 (Capa Bajo el Pavimento) | 14.1 (%) |

Ingreso de datos del clima correspondientes al área de influencia del estudio y clima.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo **Clima** Resultados

| | |
|---|--------------------|
| País | Genérico |
| Zona | Húmedo No-heladizo |
| Gradiente Equivalente de Construcción | -10 (Δ°C) ? |
| Temperatura Media de Invierno | 20.47 (°C) |
| Temperatura Media de Verano | 31.3 (°C) |
| Temperatura de Fraguado del Hormigón | 35 (°C) |
| Número de Días al Año con Precipitaciones | 45 |
| Índice de Congelamiento de la Base | 0 (%) |

Resultados calculados correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada como el espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 9.56 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.49 m/km.



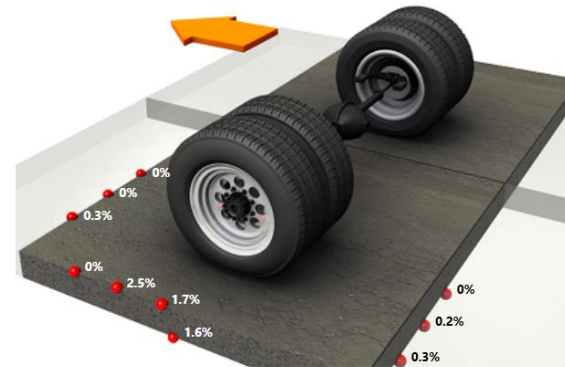
Calcular... Generar reporte Espesor Losa 109.0 (mm)

Datos Agrietamiento Escalonamiento IRI Transferencia de Carga

Resumen de Inputs


| | | |
|---------------------------------------|-------------------|----------|
| EE Totales en Pista de Diseño | 3,111,896 | |
| Resistencia Media a los 90 Días | 5.65 | (MPa) |
| Gradiente Equivalente de Construcción | -10 | (Δ°C) |
| Tipo de Borde | Berma de Hormigón | |
| Losa Exterior con Sobrecancho | No | |
| Valor K Combinado Invierno | 7.48 | (Kg/cm³) |
| Valor K Combinado Verano | 8.97 | (Kg/cm³) |

| | | | |
|--------------------------------------|------|--------|---|
| Porcentaje Total de Losas Agrietadas | 9.56 | (%) | ✓ |
| Escalonamiento Promedio Final | 0.08 | (mm) | ✓ |
| IRI Final | 2.49 | (m/Km) | ✓ |



Anexo 8. Resultados Propuestos del diseño del pavimento con el software OptiPave 2

Creación del proyecto en el software OptiPave2.



The screenshot shows the OptiPave 2 software interface. The title bar reads "OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA". The main menu includes "Proyecto", "Diseño", "Tráfico", "Hormigón", "Suelo", "Clima", and "Resultados". The "Proyecto" tab is active, displaying a form with the following fields:

- Nombre de Proyecto:** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMISADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA"
- Localidad:** "JAEN"
- Sector:** "PUEBLO LIBRE"
- Orientation:** "Norte" (dropdown menu)
- Date:** "04/07/2021" (calendar icon)
- Descripción:** (empty text area)

Datos a ingresar para el diseño del pavimento.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA



Proyecto **Diseño** Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Vida de Diseño (años)

Largo de Losa (m)

Espesor Losa (mm)

Calcular Espesor

Tipo de Borde

Losa Exterior con Sobreancho

Barras de Transferencia de Carga

Dren Lateral

Interfaz Pavimento-Base

IRI (m/Km)

Umbral Máximo Admisibles de Diseño

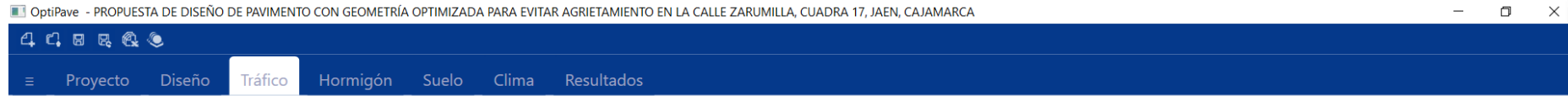
Porcentaje de Losas Agrietadas (%)

IRI (m/Km)

Escalonamiento Promedio (mm)

Confiabilidad del Diseño (%)

Ingreso de datos con las características del estudio de tráfico realizado en el proyecto.



Input de Tráfico

Clasificación de Tráfico ?

Grupo de Tráfico

Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico (%)

Método de Análisis de Tráfico

EE Totales en Pista de Diseño

Opciones Avanzadas

Ingreso de datos correspondientes a las características del concreto.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico **Hormigón** Suelo Clima Resultados

Fibra Estructural

Tipo de Ensayo de Resistencia

Edad de Ensayo

Flexotracción (MPa)

Confiabilidad (%)

Opciones Avanzadas

Coefficiente de Dilatación Térmico (10^6) (1/ $^{\circ}$ C) ?

Retracción del Hormigón a los 365 Días (microstrain)

Contenido de Aire (%)

Relación Agua-Cemento

Opciones Avanzadas

Desviación Estándar Diseño de Hormigón (MPa)

Aumento de Resistencia 28 a 90 Días

Resistencia Media a los 90 Días (MPa)

Modulo de Elasticidad del Hormigón (MPa)

Peso Especifico del Hormigón (Kg/m³)

Módulo de Poisson

Registro de datos correspondientes a los ensayos del laboratorio de suelos.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Projecto Diseño Tráfico Hormigón **Suelo** Clima Resultados

N° de Capas 1

| | Tipo de Suelo | Módulo Resiliente Invierno (MPa) | Módulo Resiliente Verano (MPa) | Módulo de Poisson | Espesor (mm) |
|------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------|
| Base | A-1-a | 179 | 179 | 0.35 | 200 |
| Subrasante | A-2-4 | 100 | 120 | 0.35 | |

Propiedades de la base

| | |
|--|----------|
| Resistencia a la erosión (Capa Bajo el Pavimento) | 4 |
| Coefficiente de Fricción Pavimento-Base | 0.65 |
| Material Fino Bajo Malla N° 200 (Capa Bajo el Pavimento) | 14.1 (%) |

Ingreso de datos del clima correspondientes al área de influencia del estudio y clima.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo **Clima** Resultados

País

Zona

Gradiente Equivalente de Construcción (Δ°C) ?

Temperatura Media de Invierno (°C)

Temperatura Media de Verano (°C)

Temperatura de Fraguado del Hormigón (°C)

Número de Días al Año con Precipitaciones

Índice de Congelamiento de la Base (%)

Resultados propuestos correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada como el espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.07 mm y un IRI: 2.43 m/km.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

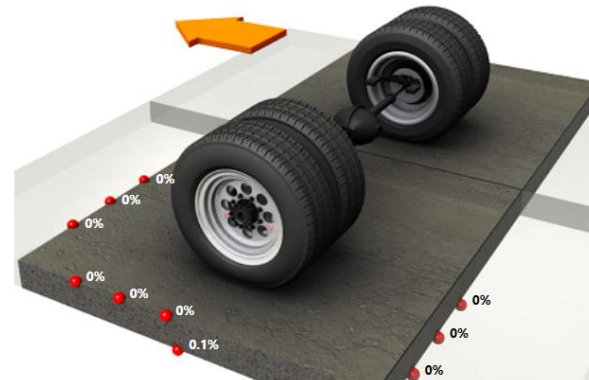
Calcular... Generar reporte Espesor Losa 130.0 (mm)

Datos Agrietamiento Escalonamiento IRI Transferencia de Carga

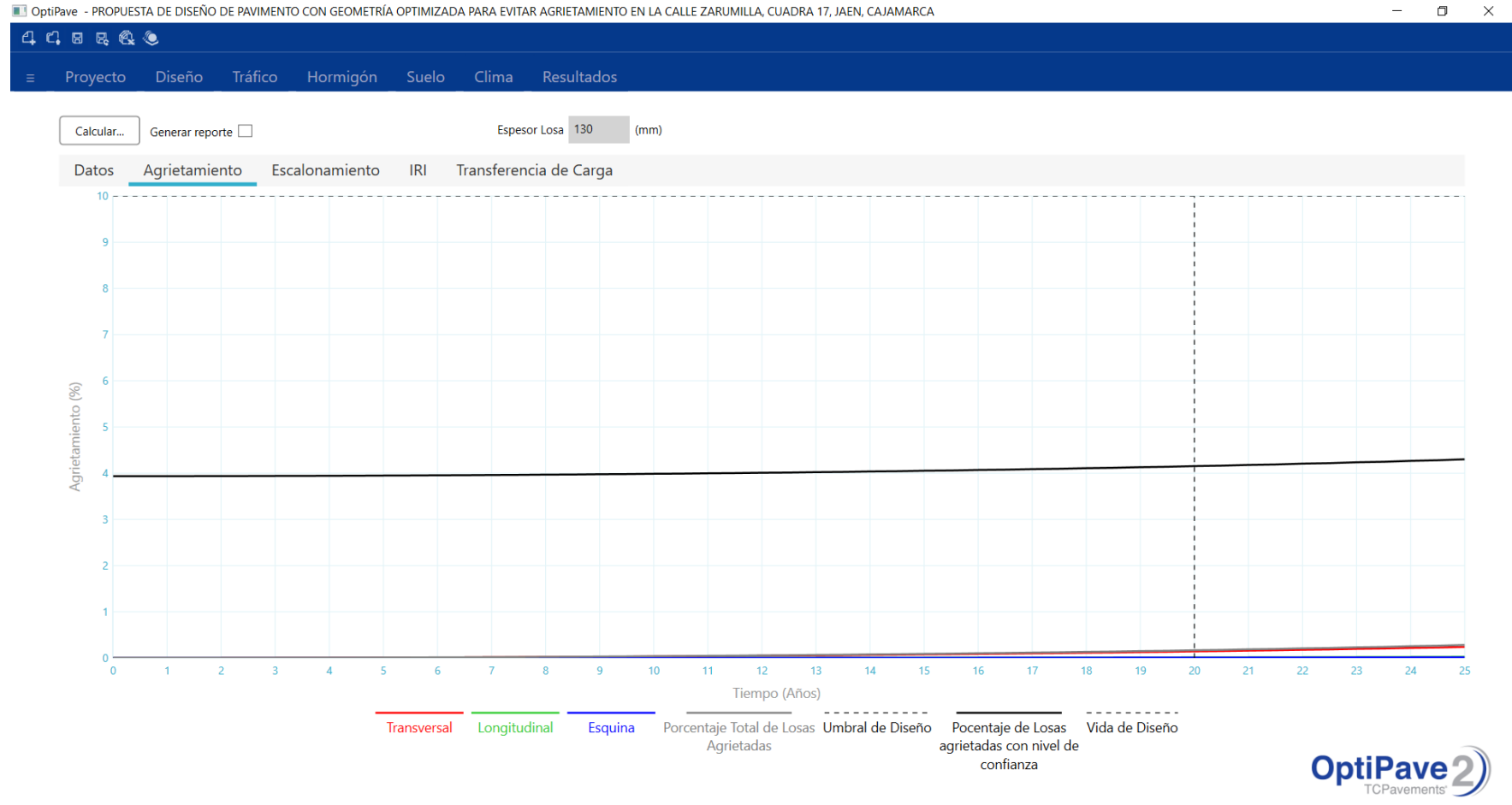
Resumen de Inputs

| | | |
|---------------------------------------|-------------------|----------|
| EE Totales en Pista de Diseño | 3,111,896 | |
| Resistencia Media a los 90 Días | 5.65 | (MPa) |
| Gradiente Equivalente de Construcción | -10 | (Δ°C) |
| Tipo de Borde | Berma de Hormigón | |
| Losa Exterior con Sobreecho | No | |
| Valor K Combinado Invierno | 7.48 | (Kg/cm³) |
| Valor K Combinado Verano | 8.97 | (Kg/cm³) |

| | | | |
|--------------------------------------|------|--------|---|
| Porcentaje Total de Losas Agrietadas | 4.16 | (%) | ✓ |
| Escalonamiento Promedio Final | 0.07 | (mm) | ✓ |
| IRI Final | 2.43 | (m/Km) | ✓ |



Resultados propuestos correspondientes al agrietamiento con un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento

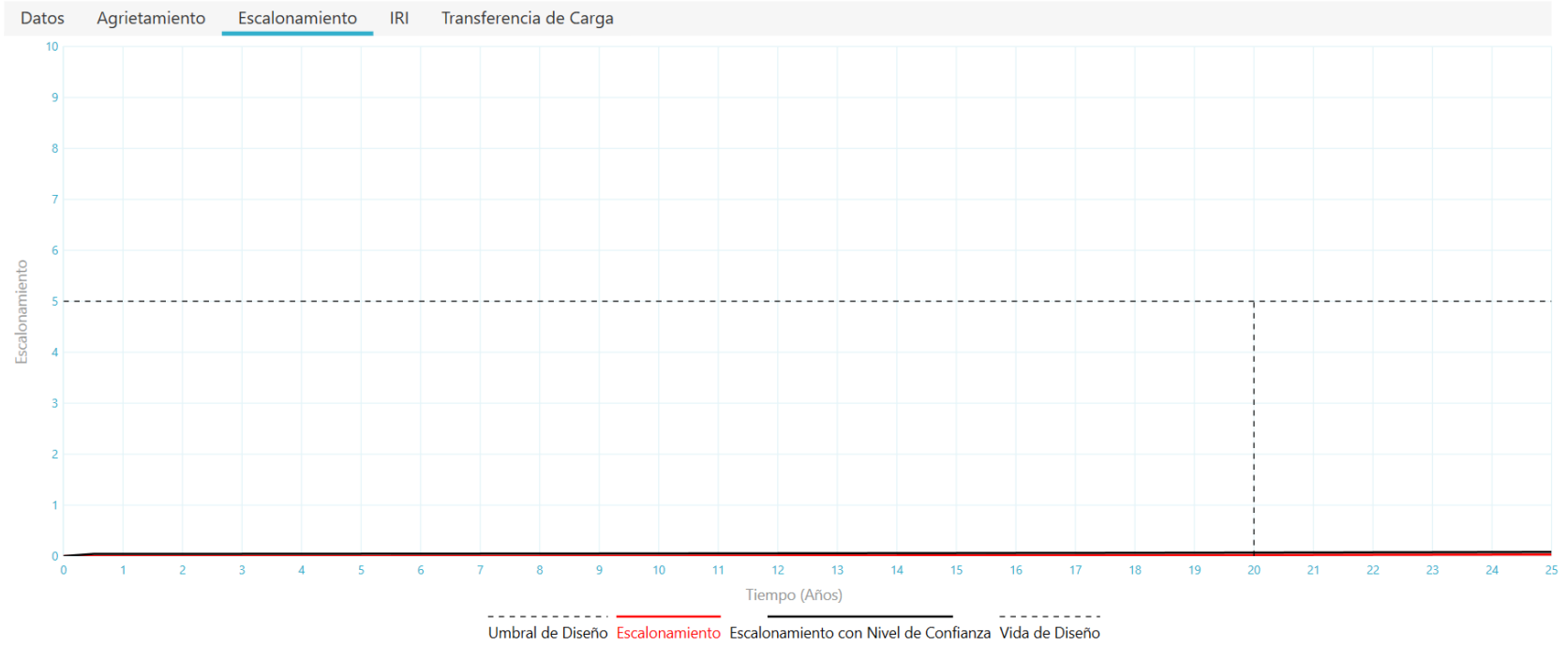


Resultados propuestos de escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.43 m/km.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Calcular... Generar reporte Espesor Losa 130 (mm)



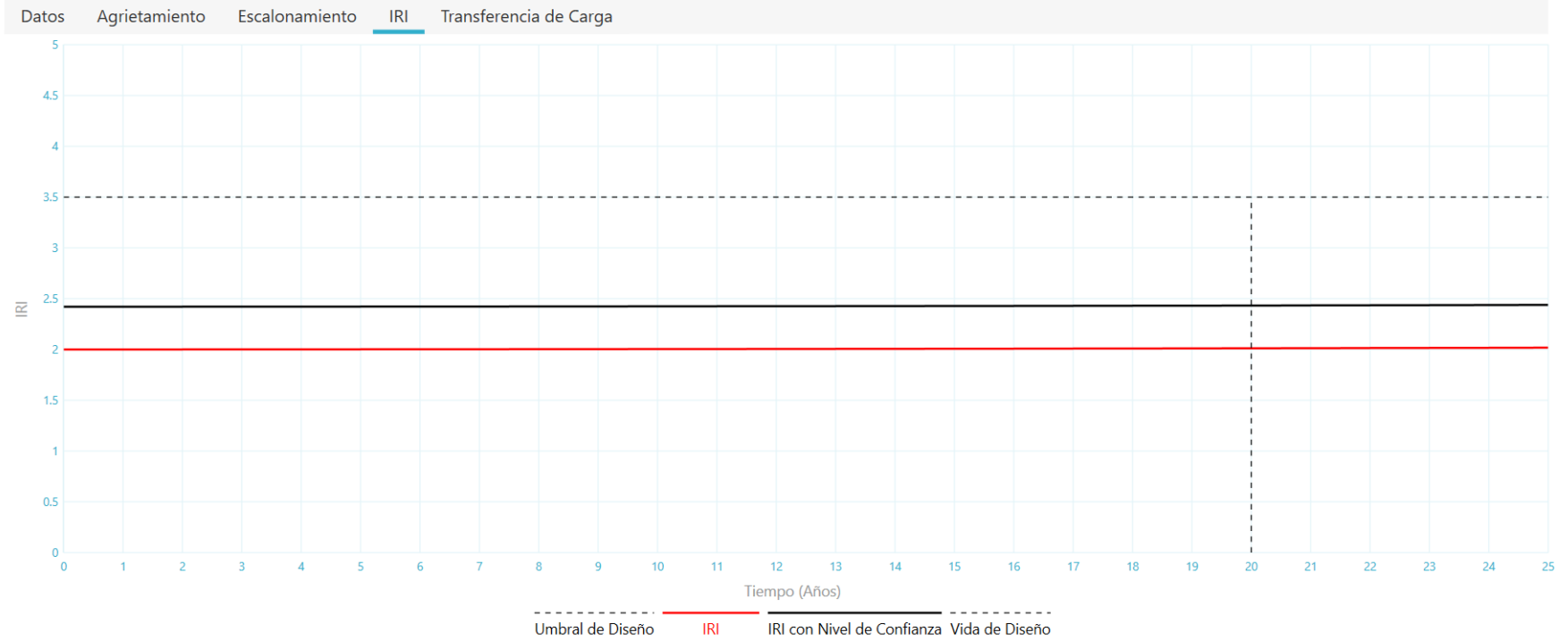
Resultados propuestos correspondiente al IRI: 2.43 m/km.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Calcular... Generar reporte

Espesor Losa 130 (mm)



Resultados propuestos correspondiente a la transferencia de carga

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

— □ ×



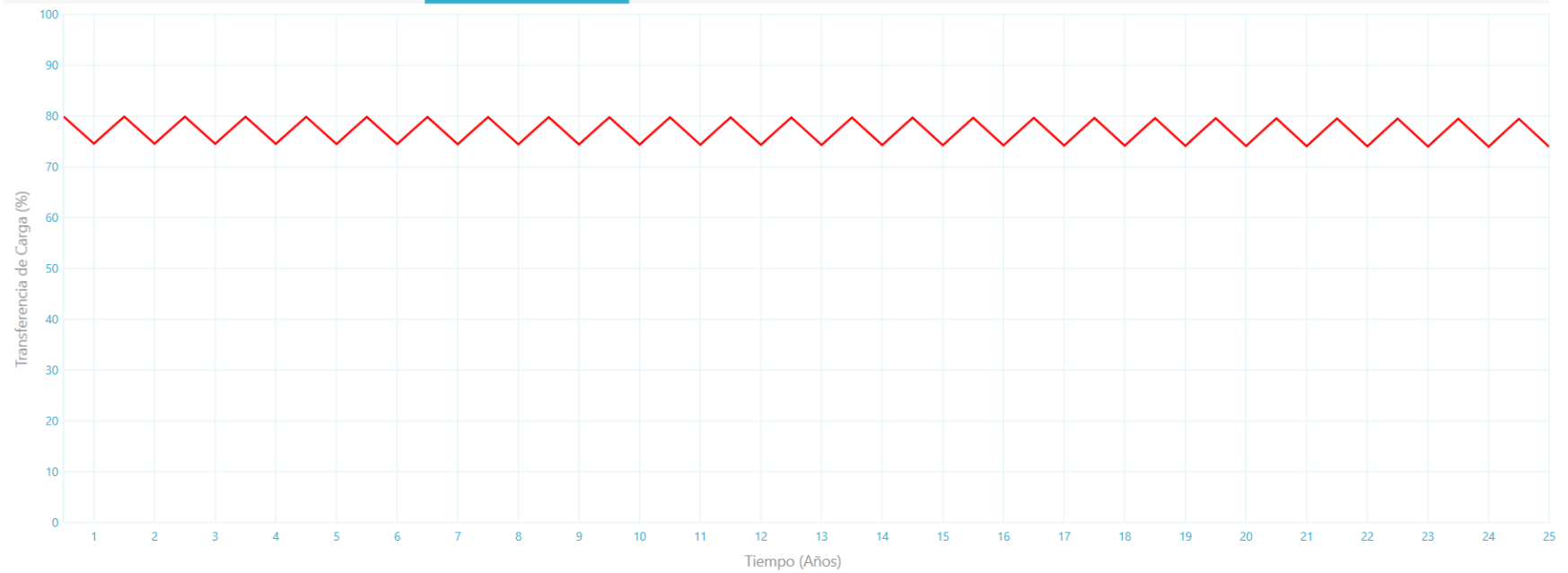
☰ Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Calcular...

Generar reporte

Espesor Losa 130 (mm)

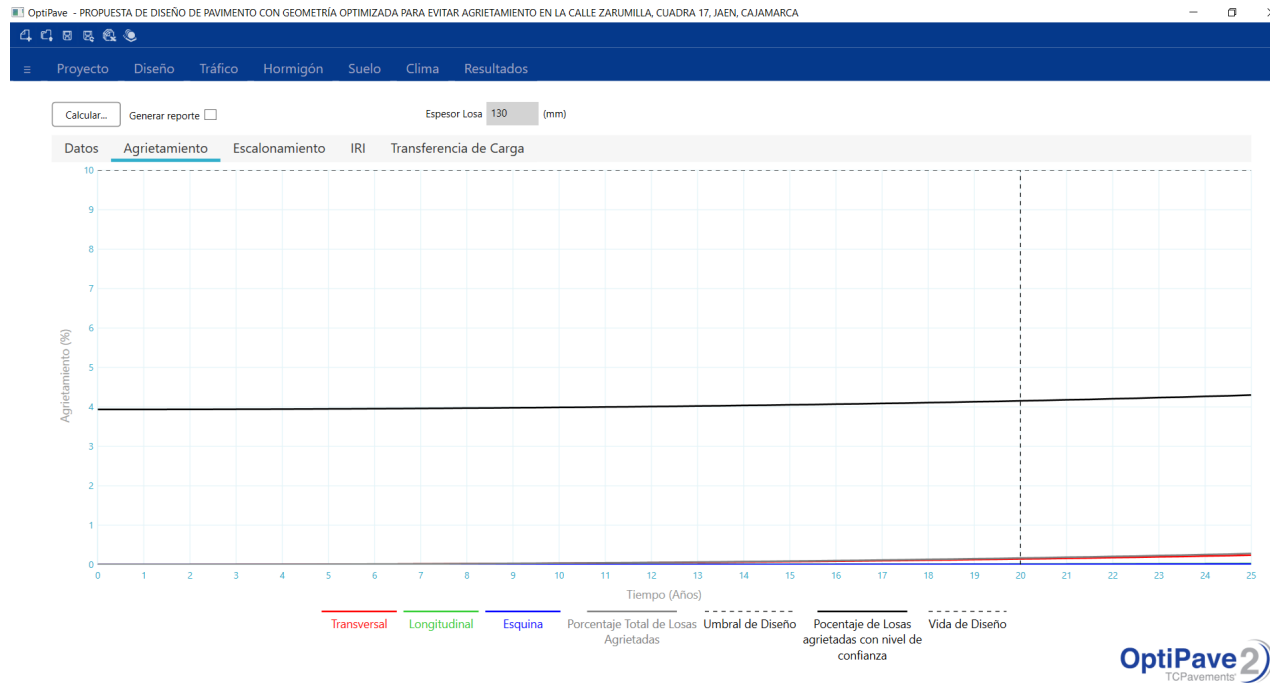
Datos Agrietamiento Escalonamiento IRI Transferencia de Carga



Transferencia de Carga

Anexo 9. Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento en los resultados propuestos, con el software

OptiPave 2.



- Agrietamiento, del gráfico, se proyectó un umbral máximo de diseño de 10% al final de la vida útil de nuestro pavimento, el cual se encuentra dentro del rango con un 4.45%.
- Grietas Transversales: llegando a un 0.1% de agrietamiento, se originan en la parte inferior mas no en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento.
- Grietas Longitudinales: no se originan en la parte superior ni en la parte inferior.
- Grietas de Esquina: No existe porcentaje de agrietamiento.

Anexo 10. Solicitud de permiso ante la Municipalidad Provincial de Jaén

FORMATO UNICO DE TRAMITACION MULTIPLE 20
(Original y Copia)

I. DENOMINACION DEL PROCEDIMIENTO A SOLICITAR

SOLICITO: PERMISO PARA POTURA DE PAUIMENTO.

II. DATOS DEL SOLICITANTE

Quiere volver a ver a Alan COD. CONTRIBUYENTE N°

3. Apellidos y nombres o Razón Social

4. Nro. de DNI o C.E. 5. correo electrónico/ e-mail 6. Nro. Teléfono 7. RUC

8. Av. Alr./Ca./Fje. 9. Nro. Int. Mz. Lt.

10. Urb., AA.HH. otros 11. Distrito 12. Provincia 13. Departamento

III. REPRESENTANTE LEGAL (completar sólo en el caso de personas jurídicas que son representadas por un tercero)

14. Apellidos y nombres 15. Nro. de DNI o C.E. 16. Nro. Partida P. (SUNARP) 17. Nro. Teléfono

IV. FUNDAMENTACION DEL PEDIDO

SOLICITO: PERMISO PARA POTURA DE PAUIMENTO PARA EXTENDER NUESTRO SUELO

V. ESPECIFICAR DOCUMENTOS ADJUNTOS

1.- COPIA DNI 4.-
2.- 5.-
3.- 6.-

18. DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

- Los datos consignados anteriormente expresan la verdad y que la documentación presentada es veraz.
- Tengo conocimiento que la presente declaración y la documentación presentada está sujeta a verificación posterior de su veracidad y en caso de haber proporcionado información, documentación y/o declaración que no respondan a la verdad, se me aplicarán las sanciones administrativas y/o penales correspondientes, REVOCÁNDOSE AUTOMÁTICAMENTE las autorizaciones que se otorguen como consecuencia de esta solicitud.
- Brindaré las facilidades necesarias para las acciones de fiscalización y control de las autoridades municipales competentes.

Jaén, 03 de Junio del 2021

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAÉN
EXP. N° 15099
03 JUN 2021
HORA: 17 FOLIOS: 02
FIRMA: DP

DOCUMENTARIO

Firma del solicitante, representante legal o apoderado
DNI/C.E.
Telf. N°

Anexo 11. Calles del distrito y provincia de Jaén que presentan fallas por agrietamiento



Foto 1: Calle Iquitos Cuadra 16; se observa agrietamiento en la losa de concreto.



Foto 2: Calle Raymondi Cuadra 01, se observa agrietamiento



Foto 3: Calle San José Cuadra 01; se aprecia agrietamiento del concreto y por consiguiente desprendimiento del mismo.



Foto 4: Calle Zarumilla Cuadra 17 (considerada para el estudio); se aprecia agrietamiento en la mayoría de las losas, también se observa desprendimiento del concreto.



Foto 5: Calle Zarumilla Cuadra 17; agrietamiento del pavimento



Foto 6: Calle Zarumilla Cuadra 18, la estructura de concreto presenta agrietamiento paralelo al eje de la vía como perpendicular.



Foto 7: Calle Sucre Cuadra 18; de igual manera se aprecia la falla de agrietamiento del concreto.



Foto 8: Calle Huamantanga Cuadra 18; se puede observar el agrietamiento en la losa de concreto.



Foto 9: Calle Lambayeque Cuadra 03; de la misma manera se aprecia el agrietamiento del concreto.



Foto 10: Calle Huamantanga Cuadra 19; observamos la falla del concreto (agrietamiento).



Foto 11: Calle Orellana Cuadra 04; se observa agrietamiento.



Foto 12: Calle Sucre Cuadra 16; agrietamiento del pavimento con una losa de dimensiones 3.5m*4.0m



Foto 13: Calle capitán Quiñones Cuadra 01; agrietamiento de losa de concreto con diseño tradicional.



Foto 14: Calle Mariscal Ureta Cuadra 15; agrietamiento en pavimentos relativamente nuevos.



Foto 15 Calle Villanueva Pinillos Cuadra 04; pavimento nuevo (3 años) con indicios de agrietamiento.



Foto 16: Calle Villanueva Pinillos Cuadra 04; pavimento nuevo (3 años) con indicios de agrietamiento.



Foto 17: Calle Huamantanga Cuadra 12; agrietamiento paralelo y perpendicular al eje de la vía.

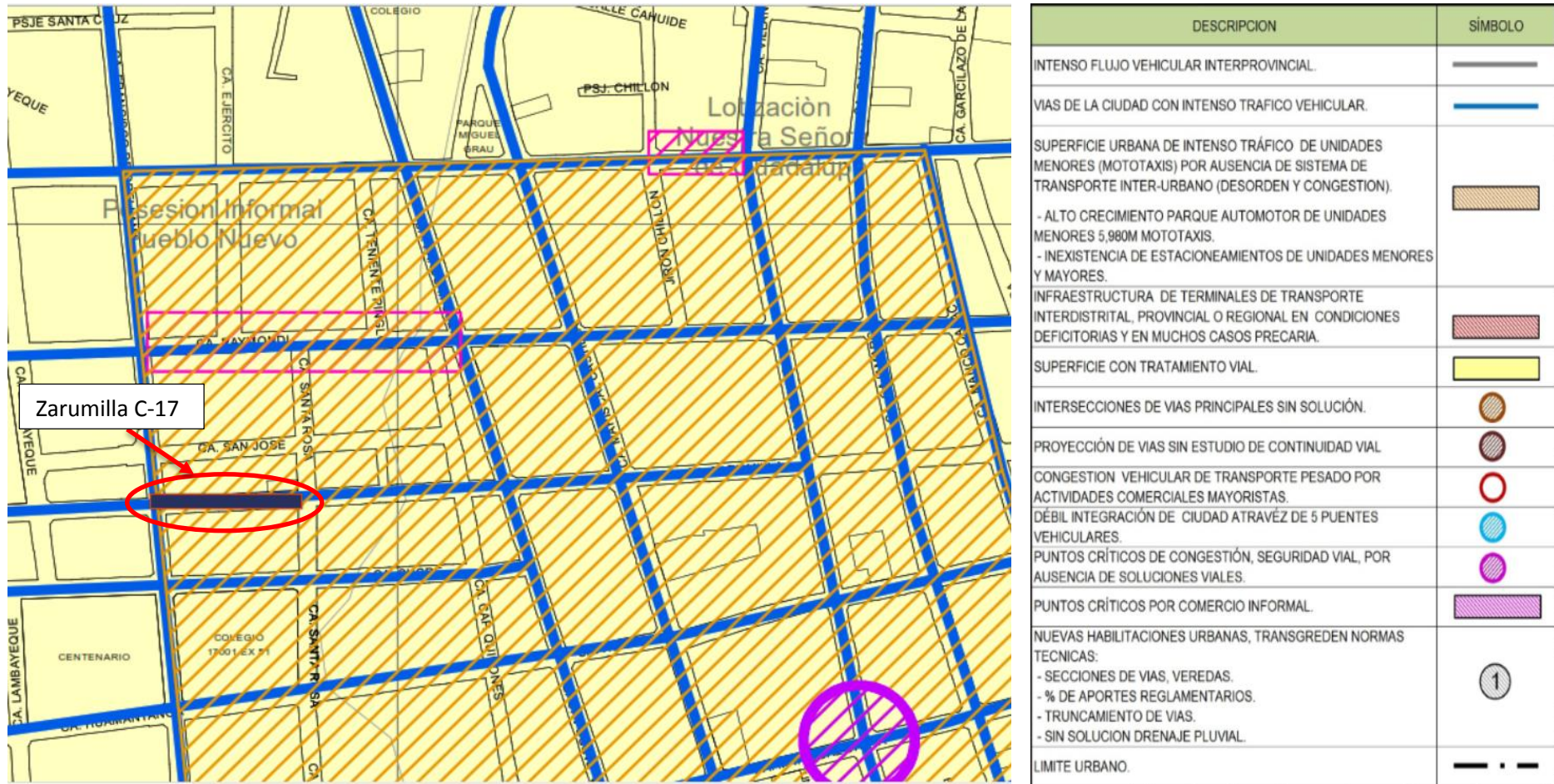


Foto 18: Calle Manco Cápac Cuadra 04; agrietamiento en losa de concreto.



Foto 19: Calle Quiñones Cuadra 1. Se observa que, a un lado de la calzada, de alguna manera se realizó la construcción de losas de menor tamaño a las tradicionales y también se puede apreciar que, a comparación con el carril paralelo no presenta agrietamiento alguno, demostrando de esa manera la importancia del diseño de pavimento con geometría optimizada.

Anexo 12. Criterio de inclusión y grado de servicialidad y transitabilidad de la vía en estudio



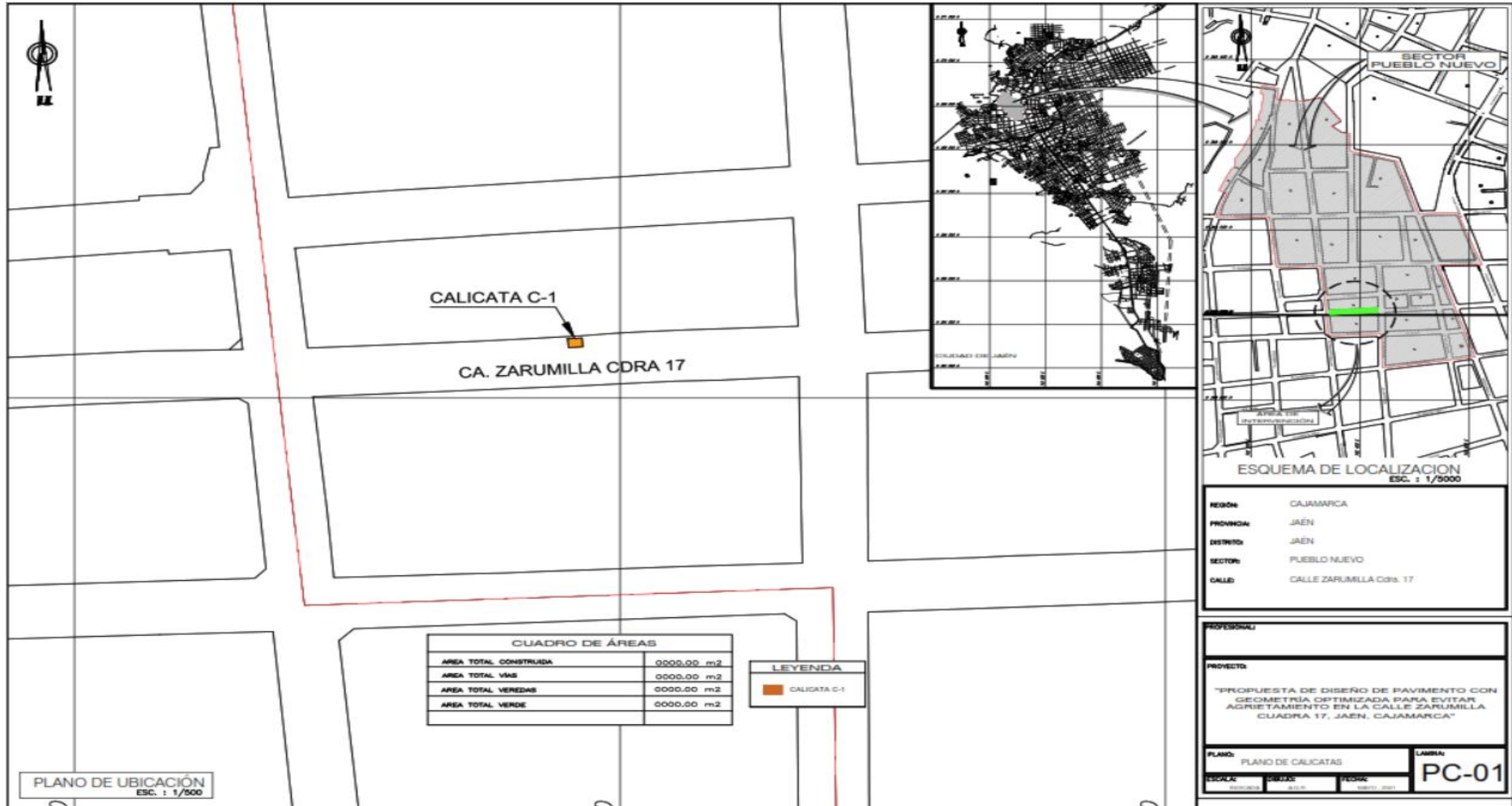
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Ciudad de Jaén 2013- 2025 – MPJ.

Anexo 13. Ubicación y Localización del Proyecto.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14. Plano de Calicatas.



Fuente: Elaboración Propia.