

# Análisis Comparativo Técnico-Económico entre el Diseño de Pavimento Asfáltico y Pavimento de Geometría Optimizada para la Urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque

*por Omar Jafet Chung Chao*

---

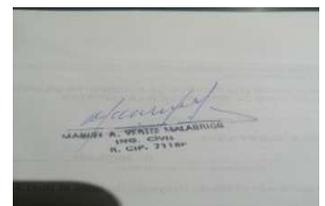
**Fecha de entrega:** 09-jun-2023 10:43a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2112575898

**Nombre del archivo:** CHUNG\_CHAO\_OMAR\_rev.300523.docx (14.88M)

**Total de palabras:** 16292

**Total de caracteres:** 84511



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO



## ESCUELA DE POSGRADO

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN TRANSPORTES Y  
CONSERVACIÓN VÍAL

---

**Análisis Comparativo Técnico-Económico entre el Diseño de Pavimento Asfáltico  
y Pavimento de Geometría Optimizada para la Urbanización Casablanca,  
Chiclayo, Lambayeque**

---

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes.

Sub Línea de Investigación: Transportes

**Autor:**

Omar Jafet Chung Chao

**Jurado Evaluador;**

Presidente:

Secretario:

Vocal:

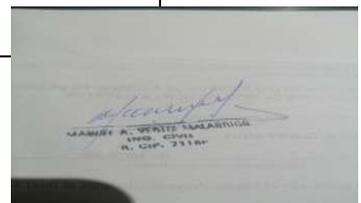
**Asesor:**

Manuel Alberto Vértiz Malabrigo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>

**Trujillo – Perú**

**Fecha de sustentación:** xx/xx/xx



## ÍNDICE GENERAL:

|         |   |                                     |
|---------|---|-------------------------------------|
| I.      | Introducción .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| ii.     | Marco teórico.....  | <b>6</b><br>15                      |
| 2.1.    | Antecedentes: .....   | 15                                  |
| 2.2.    | Marco teórico: .....  | 19                                  |
| 2.2.1.  | Diseño de pavimento de asfalto o flexibles, metodo aastho 1993: ..... | 19                                  |
| 2.2.2.  | Diseño de pavimento de geometría optimizada tcp®: .....               | 20                                  |
| 2.3.    | Marco conceptual:.....  | 23                                  |
| 2.3.1.  | Exploración de suelos: .....  | 23                                  |
| 2.3.2.  | Cbr: (california bearing ratio) .....                                 | 24                                  |
| 2.3.3.  | Esal's de diseño (equivalent single axle load): .....                 | 24                                  |
| 2.3.4.  | Espesor efectivo: .....   | 25                                  |
| 2.3.5.  | Módulo de resilente (mr).....   | 25                                  |
| 2.3.6.  | Periodo de diseño: .....  | 25                                  |
| 2.3.7.  | Servicialidad: .....  | 26                                  |
| 2.3.8.  | Tráfico: .....  | 27                                  |
| 2.3.9.  | Confiabilidad (%r): .....   | 27                                  |
| 2.3.10. | Presupuesto comparativo: .....  | 28                                  |
| 2.3.11. | Cronograma comparativo: .....   | 28                                  |
| 2.3.12. | Vida útil de pavimentos: .....  | 29                                  |
| iii.    | Metodología.....  | 30                                  |
| 3.1.    | Población .....   | 30                                  |
| 3.2.    | Muestra .....   | 30                                  |
| 3.3.    | Operacionalización de variables .....                                 | 31                                  |
| 3.3.1.  | Variables de estudio .....  | 31                                  |
| 3.4.    | Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....                 | 32                                  |
| 3.5.    | Procedimientos y análisis de datos: .....                             | 32                                  |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.5.1. | Estudio de tráfico vial .....  | 32 |
| 3.5.2. | Estudio de mecánica de suelos:.....  | 33 |
| 3.5.3. | Estudio topográfico.....   | 34 |
| 3.6.   | Diseño de contrastación .....  | 34 |
| 3.7.   | Procesamiento y análisis de datos.....   | 35 |
| 3.8.   | Consideraciones éticas .....   | 36 |
| iv.    | Resultados: .....  | 37 |
| 4.1.   | Volumen de tráfico .....   | 37 |
| 4.2.   | Levantamiento topográfico y condiciones hidrológicas .....   | 43 |
| 4.3.   | Caracterización del suelo de fundación del pavimento .....   | 44 |
| 4.4.   | Diseño de pavimento .....  | 47 |
| 4.4.1. | Método aashto .....  | 47 |
| 4.4.2. | Método tcp .....   | 48 |
| 4.5.   | Evaluación de costos:.....   | 52 |
| 4.6.   | Evaluación de tiempos de ejecución, rendimientos y consideraciones del proceso constructivo: ..... | 54 |
| 4.7.   | Evaluación de la vida útil.....  | 55 |
| 4.8.   | Resumen de resultados.....   | 56 |
| v.     | Discusión: .....   | 57 |
| vi.    | Conclusiones: .....  | 65 |
| vii.   | Recomendaciones: .....   | 67 |
| viii.  | Referencias bibliográficas .....   | 69 |
| ix.    | Anexos.....  | 72 |

## ÍNDICE DE TABLAS:

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Tabla 1  | <i>Categorías de Subrasantes</i>  | 24 |
| Tabla 2  | Cuadro de <sup>2</sup> <i>Índice de serviciabilidad Inicial (Pi)</i>  | 26 |
| Tabla 3  | Cuadro de <i>Índice de serviciabilidad final (Pt)</i>   | 26 |
| Tabla 4  | <i>Tipos de Vías según el tráfico</i>   | 27 |
| Tabla 5  | <i>Valores recomendados de nivel de confiabilidad, según el rango de tráfico.</i>                                   | 27 |
| Tabla 6  | <i>Operacionalización de las variables</i>  | 31 |
| Tabla 7  |   | 32 |
|          | <i>Lista de instrumentos de recolección de datos.</i>   | 32 |
| Tabla 8  |   | 37 |
|          | <i>Volumen de tráfico promedio diario realizado desde el 21 al 27 de octubre del 2022.<br/>(conteo de 24 horas)</i> | 37 |
| Tabla 9  |   | 38 |
|          | <i>Resumen de tráfico promedio diario</i>   | 38 |
| Tabla 10 |   | 39 |
|          | <i>IMD sin corrección</i>   | 39 |
| Tabla 11 |   | 39 |
|          | <i>Cálculo de IMD</i>   | 39 |
| Tabla 12 |   | 40 |
|          | <i>Factores de acuerdo con el número de calzadas y sentidos.</i>  | 40 |
| Tabla 13 |   | 41 |
|          | <i>Demanda proyectada</i>   | 41 |
| Tabla 14 |   | 42 |
|          | <sup>2</sup> <i>Cálculo de Ejes equivalentes (EE día-carril)</i>  | 42 |
| Tabla 15 |   | 42 |
|          | <i>Ejes equivalentes totales.</i>   | 42 |
| Tabla 16 |   | 45 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Coordenadas de las calicatas realizadas en la Avenida Tamarindo.</i> .....   | 45 |
| Tabla 17 .....  | 45 |
| <i>Resumen de datos encontrados por parte del Laboratorio de Suelos el 30 de noviembre 2022</i> .....   | 45 |
| Tabla 18 .....  | 47 |
| <i>Diseño de pavimento flexible por el método AASHTO 93</i> .....   | 47 |
| Tabla 19 .....  | 49 |
| <b>Diseño de pavimento de Losa optimizada TCP con el Software Optipave 2.</b> .....   | 49 |
| Tabla 20 .....  | 52 |
| <i>Presupuesto para la ejecución del pavimento en Asfalto de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)</i> .....             | 52 |
| Tabla 21 .....  | 53 |
| <i>Presupuesto para la ejecución del pavimento en Losa Optimizada TCP de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)</i> ..... | 53 |
| Tabla 22 .....  | 54 |
| <i>Cronograma de ejecución</i> .....  | 54 |
| Tabla 23 .....  | 55 |
| <i>Comparación entre las vías de asfalto y las losas optimizadas TCP.</i> .....   | 55 |
| Tabla 24 .....  | 56 |
| <i>Resumen de resultados</i> .....  | 56 |

## ÍNDICE DE FIGURAS:

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Ecuación de Diseño AASTHO 1993.....   | 20  |
| Figura 2. Diferencias entre el <sup>1</sup> dimensionamiento entre la losa tradicional (AASTHO 93) y la Losa Corta TCP. ....            | 22  |
| Figura 3. Esquema que diferencia las tensiones resultantes <sup>1</sup> entre la losa tradicional (AASTHO 93) y la Losa Corta TCP. .... | 22  |
| Figura 4. Signo convencional para los perfiles en calicatas- Clasificación AASTHO. 23   | 23  |
| Figura 5. Fórmula de cálculo del Módulo Resiliencia $M_r$ de la subrasante.....   | 25  |
| Figura 6. Fórmula para el tamaño de muestra no probabilístico. ....   | 30  |
| Figura 7. Variación horaria de volumen de tráfico.....  | 38  |
| Figura 8. Sección típica de la Avenida Tamarindo (zona de estudio). Se tomó una de las secciones para el conteo vehicular. ....         | 41  |
| Fuente: Elaboración Propia.....   | 41  |
| Figura 9. Plano topográfico de Urbanización Casablanca.....   | 43  |
| Figura 10. Detalles de canaleta de recolección pluvial de la Avenida Tamarindo. .44   | 44  |
| Fuente: Elaboración Propia.....   | 44  |
| Figura 11. Plano de ubicación de las calicatas ejecutadas para Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. ....                    | 46  |
| Fuente: Elaboración Propia.....   | 48  |
| Figura 12. Resultados obtenidos con el programa OptiPave 2. ....  | 50  |
| Figura 13. Gráfica de Estimación de Agrietamiento de la Losas. ....   | 50  |
| Figura 14. Gráfica de Estimación de Escalonamiento de Losas.....  | 51  |
| Figura 15. Gráfica de Estimación de IRI Promedio.....   | 51  |
| Figura 16. Zona de Ingreso principal, lugar en el que se realizó el conteo vehicular por 7 días. 174                                    | 174 |
| Figura 17. Área de control de ingreso vehicular.....  | 174 |
| Figura 18. Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+155.....  | 175 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Figura 19. | Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+172.....                                  | 175 |
| Figura 20. | Piel de cocodrilo en la capa de asfalto en la progresiva 0+275.....                            | 176 |
| Figura 21. | Hundimientos y bacheo en la progresiva 0+335. ....   | 176 |
| Figura 22. | Inicio de fisuración por fatiga de la estructura en la progresiva 0+368.<br>177                |     |
| Figura 23. | Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+420. ....                                   | 177 |
| Figura 24. | Fisuramiento longitudinal en la progresiva 0+445.....  | 178 |
| Figura 25. | Degradación de la capa de asfalto por la acción de aceite derramado,<br>progresiva 0+465 ..... | 178 |
| Figura 26. | Fisuramiento longitudinal en zona de giro, progresiva 0+480 .....                              | 179 |
| Figura 27. | Hundimiento de la carpeta en la progresiva 0+495.....  | 179 |
| Figura 28. | Parchado por hundimiento de la zona, progresiva 0+560. ....                                    | 180 |
| Figura 29. | Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+630. ....                                   | 180 |
| Figura 30. | Ahuellamiento en la progresiva 0+720. ....   | 181 |
| Figura 31. | Ahuellamiento en la progresiva 0+800. ....   | 181 |

## **DEDICATORIA:**

A Nuestro Padre Celestial, por su ayuda confiriéndome las fuerzas y valentía que necesitaba en esta etapa de mi vida. Tomé la acertada decisión de ampliar mi Universo de conocimientos y capacidades técnicas dentro de la Ingeniería, mi amada vocación. A mi amada esposa, Gríssell del Pilar, mis hijas Dhana y Oi Ling. Por y para ustedes, son mi eterna promesa de gratitud y esfuerzo...que ahora devuelvo, junto a este logro académico perteneciente solo a la inspiración de mi vida y alegría de mi existir.

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco a las autoridades de la Universidad UPAO, a mi asesor y a cada uno de mis prestigiosos Docentes.

Cada uno de ellos abrieron para mis compañeros y para mí, las compuertas de su experiencia y sapiencia...hasta el punto de no dar lugar a ninguna duda. Eso quedará grabado en muchas de nuestras retinas y memoria.

## RESUMEN:

El presente trabajo de investigación buscó responder a la siguiente problemática: ¿cuál es el diseño técnicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque? y ¿cuál es el diseño económicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque? La población se conformó por la totalidad de vías de la urbanización Casablanca que está compuesta por 91,712.20 m<sup>2</sup> de vías locales, lo que representa a 59 calles y la muestra de estudio corresponde a la avenida principal con área de 16,072 m<sup>2</sup>. Para dar solución a la problemática, se realizó estudios de tráfico vial, de Mecánica de Suelos y estudios topográficos. Por lo tanto, se encontró que la Avenida Tamarindo de la Urbanización Casablanca, presentaba 193,589.10 Ejes Equivalentes, siendo el CBR de diseño de 3.44%. Para el caso de la pavimentación en Asfalto con el método de AASTHO 1993, resultó una estructura conformada por una carpeta de asfalto de 5 cm, 20 cm de base y 17 cm de subbase. Para el caso de la losa Optimizada TCP, resultaron en una estructura conformada por una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Asimismo, se concluyó que en la evaluación de los costos de ambos métodos, se obtuvo un ahorro del 0.6% para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, principalmente en los costos de movimiento de tierras; además, en la evaluación de los tiempos de ejecución, se obtuvo una reducción de 8 días calendarios para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, teniendo presente la reducción de los trabajos de movimiento de tierras y el inicio temprano de la pavimentación con concreto. Por otro lado, en la evaluación de la vida útil, se mostró con experiencias en otros proyectos que se encuentran en servicio, que los efectos de las cargas, desgaste y otros agentes ambientales, son menores para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, por lo que su vida útil es mayor, de manera que los costos por rehabilitación y conservación disminuirían y lo harían mucho más rentable a lo largo de los años de servicio. En resumen, tanto el análisis técnica y económica, el empleo de las Losas Optimizadas TCP resulta la óptima para vías locales de la urbanización Casablanca.

**PALABRAS CLAVE:** Pavimento, TCP® y AASTHO 1993.

## **ABSTRACT**

The present research work sought to answer the following questions: what is the most technically recommendable design between optimized geometry pavement (OGP) and asphalt pavement for the Casablanca urbanization, Chiclayo, Lambayeque? and what is the most economically recommendable design between optimized geometry pavement (OGP) and asphalt pavement for the Casablanca urbanization, Chiclayo, Lambayeque? The population consisted of all the roads in the Casablanca urbanization, which is composed of 91,712.20 m<sup>2</sup> of local roads, representing 59 streets, and the study sample corresponds to the main avenue with an area of 16,072 m<sup>2</sup>. In order to solve the problem, studies of road traffic, soil mechanics and topographic studies were carried out. Therefore, it was found that Tamarindo Avenue in the Casablanca Urbanization had 193,589.10 Equivalent Axes, with a design CBR of 3.44%. In the case of asphalt paving with the AASTHO 1993 method, the result was a structure made up of a 5 cm asphalt layer, 20 cm of base and 17 cm of subbase. In the case of the Optimized TCP slab, it resulted in a structure consisting of a concrete slab of 4.0 Mpa of flexural strength and a thickness of 12 cm; and an affirmed base of 15 cm in height. It was also concluded that in the evaluation of the costs of both methods, a saving of 0.6% was obtained in the case of the optimized slabs versus asphalt, mainly in earthwork costs; in addition, in the evaluation of the execution times, a reduction of 8 calendar days was obtained in the case of the optimized slabs versus asphalt, taking into account the reduction of earthwork and the early start of the concrete paving. On the other hand, in the evaluation of the useful life, it was shown with experiences in other projects that are in service, that the effects of loads, wear and other environmental agents, are lower for the case of optimized slabs versus asphalt, so its useful life is longer, so that the costs for rehabilitation and maintenance would decrease and would make it much more profitable over the years of service. In summary, both the technical and economic analysis, the use of TCP Optimized Slabs is optimal for local roads in the Casablanca urbanization.

**KEY WORDS:** Pavement, TCP® and AASTHO 1993.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento demográfico se hace necesario la creación de mayores y mejores vías de comunicación que permitan la integración y el desarrollo de las ciudades. En el mundo y en el Perú, el principal material que se utiliza para construcción de las vías locales es el Asfalto. Lamentablemente éste tipo de pavimento presenta desventajas ante deformaciones en las vías por acción de cargas, pues son soportadas por capas granulares de base y subbase; y la magnitud de esa carga puede provocar altos niveles de deformación que afecten a la integridad de la estructura, otro aspecto negativo, es la poca tolerancia a los cambios en los parámetros de diseño, por ejemplo en Colombia existe 146,500 Km de vías secundarias y terciarias pavimentadas con asfalto y el 90% de estas vías presentan un prematuro deterioro, ya sea por las cargas que son sometidas o por la falta de mantenimiento preventivo por el escaso recursos de los gobiernos locales, disminuyendo de esa forma los niveles de servicio de la vía.

Es importante indicar que, en el Perú, según el censo del 2014, el 79.6% de la población urbana indicó que tienen pistas pavimentadas con asfalto y solo el 36.8% percibe que se encuentran en buen estado (fuente INEI). En la ciudad de Chiclayo, para las vías locales, se tiene un inventario de 883 Km de vías pavimentadas y en su mayoría de los casos, se encuentran en mal estado de conservación (Sialer, 2021).

Otro desafío que enfrenta la utilización del pavimento de asfalto es el incremento del costo y la escasez de la materia prima, es decir del crudo de petróleo, pues como señala la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), para el año 2022, el costo del barril de petróleo alcanzo un incremento del 39.9%. Siendo un factor importante para el desarrollo de cualquier ciudad, tener vías locales con un adecuado nivel de servicio, se requiere tener nuevas alternativas económicas, de mayor vida útil, y permita reducir las brechas existentes en nuestra región.

En el presente estudio, se analizará algunos factores importantes que pueden incidir en nuestra decisión con respecto al tipo de pavimento que emplearemos para

nuestros proyectos de Habilitación Urbana, es decir entre los pavimentos de asfalto y los construidos con la metodología TCP. En el capítulo II, revisaremos de forma breve los antecedentes y experiencias previas a nivel internaciones, nacional y local con respecto al uso de la metodología TCP, en dicho resumen se detallan las características técnicas tomadas en cada caso. También recogerá el marco teórico y conceptual de los principales términos que se emplearán en el análisis, en el capítulo III, revisaremos la metodología empleada para el estudio, la población, la muestra y las principales variables de investigación, en el capítulo IV se exponen los resultados obtenidos de las principales variables, en el capítulo V, se somete a discusión de los resultados obtenidos, en el capítulo VI se exponen las conclusiones de la investigación, en el capítulo VII se recogen las recomendaciones posibles, en el capítulo VIII se enumeran los consultas bibliográficas del estudio y finalmente, en el capítulo IX se registran los anexos que forman parte del presente estudio.

Por lo tanto, los problemas que se plantean para el presente estudio son: <sup>1</sup> ¿Cuál es el diseño técnicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque? Y <sup>1</sup> ¿Cuál es el diseño económicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque?

Se tiene como objetivo general la contrastación de los resultados técnicos y económicos que se obtendrán en el diseño y ejecución entre el pavimento asfáltico y el pavimento de geometría optimizada (TCP®) para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque. Así mismo, como objetivos específicos se contemplan la determinación del volumen de tráfico, el levantamiento topográfico y las condiciones hidrológicas de la vía, la determinación de las características del suelo de fundación del pavimento, el diseño con el método AASHTO 1993 para la estructura de pavimentación en asfalto en caliente, diseñar con el software TCP® el pavimento de geometría optimizada, evaluar y analizar los costos de construcción, plazos de ejecución, rendimientos, consideraciones para el proceso constructivo de ambos métodos y finalmente evaluar su

vida útil. Los resultados de cada objetivo específico se analizan en el cuadro resumen comparativo.

Con estos resultados se puede resolver las siguientes hipótesis: El diseño de pavimento de geometría optimizada (TCP) es técnica y económicamente más recomendable para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque. El estudio permite comparar y analizar los resultados que se obtengan de la fase de diseño y ejecución de pavimentos en asfalto y los pavimentos de geometría optimizada (TCP®); con dichos resultados, se pudo teorizar las ventajas y desventajas de ambas propuestas, de manera que define la eficiencia de éste nuevo tipo de pavimento. Con ello, se permite impulsar un nuevo procedimiento de diseño para pavimentos de uso vecinal en la urbanización Casablanca. El presente estudio recoge la información técnica de la urbanización Casablanca, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque, en diciembre del año 2022.

Los datos obtenidos contribuyen a reducir el déficit de pavimentación de vías vecinales, con soluciones que puedan ser más eficientes técnica y económicamente, que los que se vienen utilizando tradicionalmente. Se puede reducir el costo inicial de inversión, el mantenimiento de las vías de manera que se incremente la vida útil y minimice su impacto en el medio ambiente.

Asimismo, la investigación sirve como base para definir conceptos pocos conocidos en la rama de la ingeniería civil como lo es el pavimento de geometría optimizada (TCP®), además se describen todos los pasos necesarios para diseñar y ejecutar pavimentos de este tipo, lo que es beneficioso para otros autores.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES:

Anaya (2020), presentó la tesis de investigación: *“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”*; el estudio busca evaluar las condiciones de las estructuras que presenta la ciudad de Santa Marta de Colombia y propone su reposición por pavimentos de Geometría Optimizada, a fin de mejorar la funcionalidad, economía y rapidez en su ejecución. Para lo cual, a través del software SAP2000 de elementos finitos, se realizó la modulación de las tensiones recibidas en las losas y la influencia directa con respecto a la ubicación de las juntas constructivas en las losas. Del análisis de los resultados, se concluye que el empleo de la metodología TCP para la reposición y la pavimentación de nuevas vías en la ciudad de Santa Marta de Colombia, es favorable en costo, duración y tiempos de ejecución con respecto a las losas convencionales de concreto. (método AASHTO 1993). La información de esta investigación es relevante para esta investigación, pues nos permite obtener información relevante a fin de contrastar los datos de espesores de losas, costos y tiempos de construcción entre el método de losas de geometría optimizada y el pavimento rígido con la metodología empírica de AASHTO 1993.

Cogollo y Silva (2018), presentaron la tesis de investigación: *“Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas”*; teniendo como objetivo principal diseñar un pavimento de concreto óptimo. La modulación que se realizó fue a través del software EverFe 2.24, de elementos finitos, con lo que permitiría comparar el método tradicional y el de losas cortas. En dicha modulación se simulaba el desplazamiento de un camión de 12 toneladas, de manera que pudieran determinar los esfuerzos cortantes y de momento que sufriría la losa de concreto. En esta investigación se realizaron el modelamiento para diferentes espesores de la losa de concreto y la posibilidad de retiro de pasadores de transferencia de carga,

también se realizó diversas combinaciones y distribuciones de carga en las diferentes zonas de la losa (esquinas y centro), de manera que se pudieran determinar el espectro de esfuerzos máximos y mínimos de los diferentes tipos de losas. Del análisis de los resultados, concluyeron que, mediante este método, es posible optimizar las diferentes dimensiones de los pavimentos de concreto, principalmente reduciendo el espesor de losa de geometría optimizada. Con dichos resultados pudieron controlar el porcentaje de alabeo que normalmente se presenta en las losas por efecto de las cargas, teniendo en cuenta que ahora solo cargaban un solo set de ruedas del camión de prueba. Con éste nuevo procedimiento pudieron reducir el espesor de la losa a 8 cm, con lo que se optimizaría el costo de construcción en un 20% y alargaría la vida útil del pavimento como las losas de concreto tradicional. La información de esta investigación es relevante para nuestro proyecto de tesis, pues nos permite obtener información relevante a fin de contrastar los datos de espesores de losas, costos y tiempos de construcción entre el método de losas de geometría optimizada y el pavimento rígido con la metodología empírica de AASHTO 1993.

Sánchez (2014), elaboró la tesis titulada: “Método de diseño de losas cortas de dimensiones optimizadas, en pavimentos de concreto hidráulico” por la Universidad del Salvador. Teniendo como base en los avances tecnológicos que se vienen dando en Latinoamérica en especial en Chile, en donde se presentó en el año 2007 una metodología de diseño, en la que se reducía las dimensiones de la losa de manera que solo pudiera recibir un solo set de carga vehicular, bajo dichas consideraciones, el espesor de las losas de concreto se podría optimizar de forma sustancial. Con estas consideraciones se planteó losas de secciones de 1.8 m x 1.8m y de 1.5 m x 1.5m, con esas consideraciones se pudo verificar la reducción de los esfuerzos generados y la reducción de las tensiones generados. Por otra parte, se pudo verificar que las propiedades de durabilidad que presentan son los mismos que se presentan en los pavimentos rígidos. El aporte de esta investigación es significativo, pues nos brinda varios criterios y parámetros que nos servirán para el diseño de losas de geometría optimizada.

Gonzales (2017), elaboró la tesis titulada: “*Estudio Técnico-Económico entre pavimentos de losa de hormigón optimizada y Pavimentos de Asfalto Tradicional*” por la Universidad Andrés Bello de Chile. Realizó el estudio comparativo de la metodología AASTHO 93 para pavimentos de asfaltos y las losas optimizadas TCP, se seleccionó una vía con 11’389,068 ejes equivalentes, con un periodo de diseño de 20 años, siendo el CBR de la subrasante de 20% y con coeficiente de drenaje de 1.4. En el caso de la metodología AASTHO 1993, la estructura del pavimento de asfalto resulto en 6 cm de capa de asfáltica, 13 cm de capa base y 16 cm de capa subbase. Con respecto a la metodología TCP, la losa optimizada resulto en una losa de concreto de 10 cm y una capa base de 15 cm de espesor. De los resultados se concluye, que el pavimento diseñado con la metodología TCP, es 2.73% más barato que el Asfalto. Finalmente, el plazo de ejecución con la metodología TCP es mucho más óptima, pues se reduce en 7 días calendarios con respecto a la de asfalto. Con ello, concluye que la utilización de los pavimentos de losas optimizadas TCP son una excelente opción para suplir la necesidad de pavimentación a bajo costo y con plazos optimizados. La información de esta investigación es relevante para esta investigación, pues nos permite obtener información relevante a fin de contrastar los datos de espesores de losas, costos y tiempos de construcción entre el método de losas de geometría optimizada y el pavimento rígido con la metodología empírica de AASHTO 1993.

De la Cruz (2020), elaboró la tesis: “*Análisis de la influencia en el costo de ejecución entre el pavimento diseñado con losas cortas TCP respecto al método tradicional AASHTO 93 en el tramo final de la avenida Augusto B. Leguía en la ciudad de Huancavelica*”. En su trabajo de investigación observó que las losas de concreto que han sido diseñadas con el método tradicional AASHTO 93 en su localidad, tienden a fisurarse y presentarse alabeos importantes por efectos de mayores tensiones superficiales, es por ello que aplica la metodología TCP para el diseño de las losas en el tramo final de la avenida Augusto B. Leguía en la ciudad de Huancavelica. En sus conclusiones señala que existe una reducción del 31.66% en el costo de construcción del pavimento, pues la losa redujo su espesor de 20 cm con el método tradicional, a 12 cm con la metodología TCP, brindando las mismas ventajas que proporcionan las losas de concreto. Éste antecedente es relevante, pues nos aclara algunos conceptos nuevos y nos presenta el desarrollo metodológico de las losas optimizadas.

Cortes y Rojas (2022), elaboraron la tesis: ***“Diseño de pavimento rígido aplicando el método de losas con geometría optimizada en la avenida Pumacahua en el Porvenir, Trujillo”***. En su trabajo de investigación experimental, se obtuvieron los parámetros de diseño para el cálculo de la pavimentación de la Avenida Pumacahua, la misma que tiene una longitud de 2.89 km. De los datos recolectados, se detalla el tipo de suelo de la subrasante, la que se clasifica como arenoso y con un CBR de 24%, el IMDA es de 178 y los ESAL de diseño es de 9'114,563. Los resultados del estudio fue el diseño de una losa de 15 cm de espesor y 15 cm de base de apoyo. Esta investigación nos permite tener las consideraciones y parámetros necesarios para el análisis de las ventajas de la metodología TCP frente al diseño de pavimentos de concreto diseñadas con el método tradicional.

Quispe (2021), elaboró la tesis: ***“Propuesta de diseño de pavimento con Geometría optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla, cuadra 17 de la ciudad de Jaén, Cajamarca”***. Es su trabajo de investigación del tipo descriptivo correlacional causal. El tráfico de diseño corresponde a 3'111,896 de ejes equivalentes, el terreno de fundación es del tipo arena arcillosa con presencia de grava y con un CBR de 15.1%. Con la aplicación de la metodología TCP, se obtuvo un diseño de losa de 13 cm y una base apoyada de 15 cm. Las losas tendrán un largo de 1.75 m, con dichas medidas se obtuvo como resultado como 0 grietas longitudinales, de manera que se prolonga la vida útil de la losa. Éste antecedente es relevante, pues nos aclara algunos conceptos nuevos y nos presenta el desarrollo metodológico de las losas optimizadas.

Gonzales (2021), elaboró la tesis: ***“Propuesta de optimización de Losas en pavimento rígido Av. Pedro Ruiz (cuadras 6-9) para mejorar la durabilidad, Chiclayo 2020”***, para la Universidad Particular de Chiclayo. Esta investigación tiene por objetivo buscar una propuesta de pavimento de concreto que reduzca los costos de construcción de la Av. Pedro Ruiz (cuadras 6-9) y que mantengan las mismas propiedades de durabilidad y bajo mantenimiento que presenta las losas de concreto, para lo cual se empleó la metodología TCP. En los resultados de su investigación, resultó una losa de concreto de 26 cm de espesor, de resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> y de dimensiones de 1.80

mx1.80 m. Esta investigación es importante, pues nos permite tener en consideración algunos parámetros en el diseño y el empleo de la metodología TCP.

## **2.2.MARCO TEÓRICO:**

### **2.2.1.Diseño de Pavimento de asfalto o flexibles, Metodo AASTHO 1993:**

Corresponden a este tipo de pavimentos, los que en su estructura total permite la flexión y se adapta a las cargas de diseño. Son el tipo de pavimento más usado en todo el mundo por su bajo costo inicial. La capa de rodadura lo compone una mezcla de áridos con una granulometría específica y son aglomerados por un betún de asfalto. La capa de rodadura es colocada sobre una capa de material granular llamado Base y otro llamado Sub-Base, ambos con capacidad de soporte superior a la sub rasante o suelo de fundación (la capacidad de soporte es de orden descendente, por lo que la capacidad de soporte de la capa Base es superior a la Sub Base). Para unir la capa de rodadura asfáltica y las bases granulares, debe colocarse un riego de asfalto fluido.

El pavimento puede soportar pequeños asentamientos, pero debe estar conformado de manera que pueda soportar y distribuir las cargas de tránsito evitando que se generen deformaciones permanentes y que afecten al suelo de fundación, también permite resistir los agentes atmosféricos que puedan alterar los materiales que lo componen. El tiempo de vida útil varía entre los 10 a 15 años.

La metodología AASTHO 1993, se fundamenta en la identificación de número estructural (SN) que requiere el pavimento, a fin de soportar el nivel de carga a las que será sometido. La fórmula empírica para la obtención del número estructural, relaciona las variables de diseño con sus respectivos números estructurales, siendo las principales variables: número de ejes equivalentes, confiabilidad, servicialidad, módulo resiliente de la subrasante y drenaje. Con la

interacción de éste método, se podrá determinar espesores del pavimento que más se ajuste al número estructural. (punto de equilibrio)

Figura 1. Ecuación de Diseño AASTHO 1993

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**1**  
Fuente: Guía AASTHO 1993 para el diseño de estructuras de pavimento.

Donde:

W18= Número de cargas de 18 Kips (80kN) previstas.

ZR= Es el valor Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S0= Desvío estándar de todas las variables.

ΔPSI= Pérdida de servicialidad.

Pt= Servicialidad final.

MR= Módulo de resiliencia de la Sub rasante del suelo

### 2.2.2. Diseño de Pavimento de geometría Optimizada TCP®:

Es parte de la familia de pavimentos rígidos, que propone optimizar las dimensiones de las losas concreto, reduciendo de forma significativa las dimensiones, de manera que solo admita un solo set de ruedas de camión a la vez. Este tipo de pavimento es usado para todo tipo de vías, ya sea para vías locales de bajo tránsito, vías colectoras, patios industriales, autopistas, etc. Con la variación dimensional y la reducción de los esfuerzos (solo recibe un solo set de ruedas), pudiendo reducir entre 4 a 10 cm los espesores de las losas con geometría optimizada, resultando en reducción de costos frente a los pavimentos rígidos diseñados con el método tradicional (AASHTO 1993). A pesar de esta

reducción, la losa de concreto conserva todos los beneficios que puede brindar un pavimento de concreto.

Covarrubias (2022) fue el creador de la metodología TCP quien, en un proceso de experimentación en el año 2007, buscaba inicialmente minimizar el agrietamiento de las losas de concreto tradicional; y en ese proceso definió y caracterizó la metodología TCP que existe actualmente. Este proceso busca dimensionar los pavimentos de concreto para que nunca carguen <sup>6</sup> más de un set de ruedas de camión, con ello logra reducir de manera significativa los esfuerzos y tensiones hacia el pavimento; logrando de esta forma reducir los espesores de las losas de concreto, impactando en el costo de la construcción de estas. Éste antecedente es relevante, pues nos permite tener un punto de partida de la investigación y nos orienta con respecto a la naturaleza y los parámetros que presenta esta nueva metodología.

El diseño de las losas optimizadas sigue el método de diseño mecánico empírico, pues la metodología del proceso, es calcular las respuestas del pavimento ante las solicitudes de carga, deformaciones y deflexiones. En la actualidad, existe el Software Optipave 2, la misma que mediante un proceso de interacción de elementos finitos, la misma que calcula las tensiones que sufrirá la losa antes diversas condiciones y variables de diseño. Los <sup>2</sup> parámetros principales para alimentar el Software Optipave 2 son: parámetros de <sup>2</sup> diseño del tipo de pavimento a utilizar, tráfico, propiedades del concreto, características del Subrasante y el clima. Éste modelo incorpora resultados de deterioro y desgaste, de manera que se acondiciona a todas las condiciones de diseño de pavimentos. Los parámetros del Software Optipave 2 se basan en 05 franjas de prueba en distintos puntos geográficos de Chile, los espesores resultantes fueron losas de 6 y 12 cm de espesor. Con éstas pruebas de pudieron llegar a conclusiones con respecto al comportamiento de las losas de concreto optimizadas, los mismos que fueron contrastados con los resultados teóricos proporcionados por el Software Optipave 2, de manera que los resultados permitieron calibrar el programa a diferentes situaciones.

Figura 2. <sup>1</sup> *Diferencias entre el dimensionamiento entre la losa tradicional (AASHTO 93) y la Losa Corta TCP.*

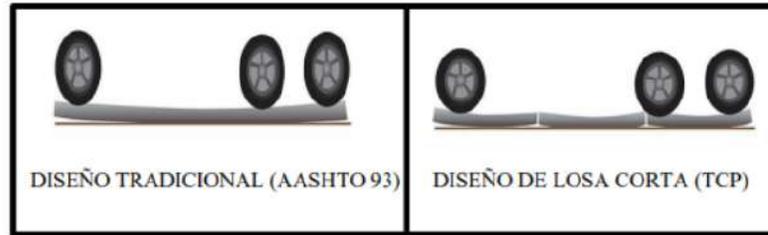
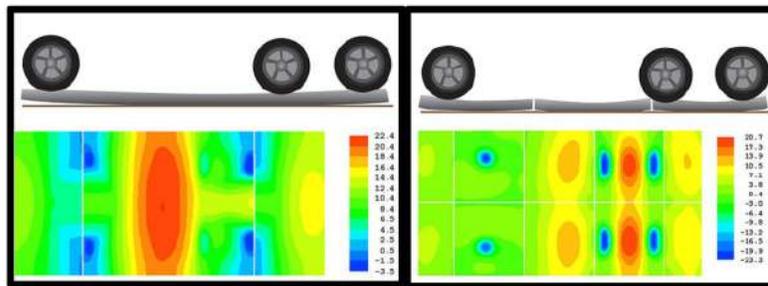


Figura 3. <sup>1</sup> *Esquema que diferencia las tensiones resultantes entre la losa tradicional (AASHTO 93) y la Losa Corta TCP.*



Fuente: TCP Pavements.

En el Perú, la metodología TCP tiene la patente inscrita INDECOPI N°5940. El software es reconocido por los organismos técnicos internacionales (A.C.I; ACPA, ISCP, MOP), y ha sido calibrado en la Universidad de Illinois, EEUU. La filosofía de la metodología utilizada en el diseño de las estructuras de pavimentos está dirigida a los objetivos básicos siguientes:

- Responder estructuralmente en forma óptima a las solicitaciones de carga y a la capacidad de soporte.
- Asegurar que constructivamente sea compatible con las condiciones, características y requerimientos técnicos del proyecto.
- Minimizar el impacto al medio ambiente.

El Software Optipave 2 considera las siguientes variables para el diseño del pavimento:

1. Parámetros de diseño.
2. Criterios de comportamiento.
3. Propiedades de los materiales de soporte para el diseño.
4. Características estructurales del pavimento.
5. Cálculo de espesores de la estructura de pavimento.

### 2.3.MARCO CONCEPTUAL:

#### 2.3.1.Exploración de Suelos:

Corresponde al reconocimiento del terreno en la que se desarrollará el estudio, para lo cual se requerirá elaborar un programa de exploración de campo, con ello se podrá identificar y caracterizar los diferentes tipos de suelo que se presente. (Manual de Carreteras; Suelos, Geologías, Geotecnia y Pavimentos. 2013- Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Perú)

Figura 4. *Signo convencional para los perfiles en calicatas- Clasificación AASTHO.*

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASTHO

| Simbología | Clasificación | Simbología | Clasificación     |
|------------|---------------|------------|-------------------|
|            | A-1-a         |            | A-5               |
|            | A-1-b         |            | A-6               |
|            | A-3           |            | A-7-5             |
|            | A-2-4         |            | A-7-6             |
|            | A-2-5         |            | MATERIA ORGANICA  |
|            | A-2-6         |            | ROCA SANA         |
|            | A-2-7         |            | ROCA DESINTEGRADA |
|            | A-4           |            |                   |

Fuente: Simbología AASTHO.

### 2.3.2.CBR: (California Bearing Ratio)

Se define como la capacidad de soporte o la resistencia que puede ofrecer el suelo ante las cargas, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. (Manual de Carreteras: Suelos, Geologías, Geotecnia y Pavimentos. 2013- Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Perú)

Tabla 1 Categorías de Subrasantes

| Categorías de Subrasante      | CBR                   |
|-------------------------------|-----------------------|
| So: Subrasante Inadecuada     | CBR <3%               |
| S1: Subrasante Pobre          | CBR ≥3%<br>CBR < 6%   |
| S2: Subrasante Regular        | CBR ≥6%<br>CBR < 10%  |
| S3: Subrasante Buena          | CBR ≥10%<br>CBR < 20% |
| S4: Subrasante Muy Buena      | CBR ≥20%<br>CBR < 30% |
| S5: Subrasante Extraordinaria | CBR ≥30%              |

Fuente: Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

### 2.3.3.ESAL's de Diseño (Equivalent single axle load):

“Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Período de Diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un número de tráfico para el diseño consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el período de diseño, en un número de cargas por eje estándar, sumándolas luego”. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

#### 2.3.4. Espesor efectivo:

“El espesor efectivo de cada capa de un pavimento existente se calcula multiplicando su espesor real por los correspondientes factores de conversión, según el método de diseño.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

#### 2.3.5. Módulo de Resiliente (Mr)

“Este parámetro es una medida de las propiedades elásticas de los suelos, con ciertas particularidades no lineales. El módulo Resiliente se usa directamente en el diseño de los pavimentos flexibles, por lo que se debe convertir a módulo de reacción de la sub-rasante (valor k), para poder realizar así el diseño de pavimentos rígidos o compuestos.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

Figura 5. *Fórmula de cálculo del Módulo Resilencia Mr de la subrasante.*

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Fuente: Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

Donde:

CBR: Capacidad resistente de la subrasante.

#### 2.3.6. Período de diseño:

“Se define como el tiempo expresado en número de años, transcurridos entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

### 2.3.7. Servicialidad:

“Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor 5 refleja la mejor comodidad teórica y por lo contrario un valor 0 refleja el peor.” (Manual de Diseño de Carreteras del MTC -2013)

Tabla 2 Cuadro de Índice de serviciabilidad Inicial ( $P_i$ )

| Tipos de Caminos                     | Tráfico | Ejes equivalentes |           | Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ) |
|--------------------------------------|---------|-------------------|-----------|---|
|                                      |         |                   |           |   |
| Caminos de bajo volumen de tránsito. | Tp1     | 150,001           | 300,000   | 3.80  |
|                                      | Tp2     | 300,001           | 500,000   | 3.80  |
|                                      | Tp3     | 500,001           | 750,000   | 3.80  |
|                                      | Tp4     | 750,001           | 1,000,000 | 3.80  |

Fuente: Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

Tabla 3 Cuadro de Índice de serviciabilidad final ( $P_f$ )

| Tipos de Caminos                     | Tráfico | Ejes equivalentes |           | Índice de Serviciabilidad Final ( $P_f$ ) |
|--------------------------------------|---------|-------------------|-----------|---|
|                                      |         |                   |           |   |
| Caminos de bajo volumen de tránsito. | Tp1     | 150,001           | 300,000   | 2.00                                      |
|                                      | Tp2     | 300,001           | 500,000   | 2.00                                      |
|                                      | Tp3     | 500,001           | 750,000   | 2.00                                      |
|                                      | Tp4     | 750,001           | 1,000,000 | 2.00                                      |

Fuente: Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

### 2.3.8. Tráfico:

“Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

Tabla 4

*Tipos de Vías según el tráfico*

| Número de Aplicaciones (ESAL) | Tráfico | Tipo de Vía |
|-------------------------------|---------|-------------|
| $< 10^4$                      | Ligero  | Local       |
| $\geq 10^4$ y $< 10^6$        | Mediano | Colectora   |
| $\geq 10^6$                   | Elevado | Arterial    |

Fuente: Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.

### 2.3.9. Confiabilidad (%R):

“Representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento.” (Manual de Diseño de Carreteras del MTC -2013)

Tabla 5 Valores recomendados de nivel de confiabilidad, según el rango de tráfico.

| TRAFICO | Ejes Equivalentes Acumulados |         | Nivel de Confiabilidad (R) |
|---------|------------------------------|---------|----------------------------|
| Tp0     | 100,000                      | 150,000 | 65%                        |
| Tp1     | 150,001                      | 300,000 | 70%                        |
| TP2     | 300,001                      | 500,000 | 75%                        |
| Tp3     | 500,001                      | 750,000 | 80%                        |

Fuente: Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

### **2.3.10. Presupuesto Comparativo:**

Se refiere a todos los costos implicados que conforman una determinada actividad y en un determinado tiempo. Por lo que resulta en la cantidad de dinero que se requiere para ejecutar cierta actividad, para lo cual se necesita la elaboración de una planificación de partidas y actividades que involucran el proyecto. (PMBOK® Guide, 2021) El proceso de comparar presupuestos de proyectos que tienen un objetivo común, permitirá evaluar los mejores resultados económicos para la realización del proyecto. Es importante que, durante el proceso de evaluación de los presupuestos, se analicen las características técnicas, plazos, calidades, etc., de cada una de las actividades, de manera que se determine la mejor opción en beneficio del proyecto. El Manual de Carreteras 2013- MTC, en el Anexo 2, establece el Índice de Partidas que corresponde a cada tipo de pavimento, se basará en dicho manual para establecer las partidas y unidades de medidas que se considerará en cada tipo de pavimento.

### **2.3.11. Cronograma Comparativo:**

Según la Guía PMBOK® 2021, lo define como un proceso de programación de actividades que se encuentran vinculadas unas a otras, las mismas que presentan una duración, una fecha de inicio y fin; y enlaces con otras actividades. Para la realización de un cronograma, se requiere de definición de las tareas implicadas, su planificación, la secuencia en que se ejecutarán y la estimación de su duración. En la actualidad existen muchas herramientas de planificación que permiten organizar y crear cronogramas del tipo GANT y con ello encontrar la ruta crítica de nuestro proyecto. El proceso de comparar los cronogramas de actividades o tareas diferente pero que tienen un mismo objetivo, nos permitirá apreciar las diferencias y semejanzas de las actividades; ésta herramienta facilitará la toma de decisión sobre el procedimiento que ofrezca el menor tiempo de ejecución, cumpla con los alcances y objetivos del proyecto. En ese proceso de análisis, se debe evaluar los aspectos técnicos, número de recursos para la realización de la tarea, disponibilidad, oportunidad en el mercado, etc.

### 2.3.12. Vida útil de Pavimentos:

Según el RNE, en la norma CE.010, artículo 4.2, determina <sup>1</sup> que es un parámetro importante en el diseño para la fórmula AASHTO 93 y PCA. De manera que podemos señalar que el periodo de vida útil, es el tiempo que proyectamos en que transcurrirá para que el pavimento pierda sus capacidades y propiedades que inicialmente fue diseñado, de manera que llegue a ser intransitable. En muchos casos está relacionado con los valores IRI (Índice de rugosidad m/km) y la presencia de defectos observables en los pavimentos, tales como deflexiones, ahuellamientos, fisuras, grietas, etc. (PCI)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. POBLACIÓN

La población se conforma por la totalidad de vías de la urbanización Casablanca que está compuesta por 91,712.20 m2 de vías locales, lo que representa a 59 calles.

#### 3.2. MUESTRA

Con el fin de obtener un 95% de confiabilidad, se siguió el método de muestreo no probabilístico por conveniencia, siguiendo la formula estadística siguiente:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2 N}\right)}$$

Figura 6. Fórmula para el tamaño de muestra no probabilístico.

**Siendo:**

N= tamaño de la población, para nuestro caso es 91,712.20 m2 de vías de la Urbanización Casablanca.

e= margen de error, se seleccionó un 5% de margen de error.

Z= desviación estándar.

De los valores de la población y el margen de error, se determina que el tamaño de la muestra debe ser de 384 m2. En nuestro caso, se seleccionó a la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca, pues es la más transitada y recibe el mayor volumen de tráfico de la urbanización. El área estudio corresponde a la avenida, el área es de 16,072 m2, valor muy por superior a la muestra con un 95% de confiabilidad.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1. Variables de Estudio

Corresponden a los datos resultantes del análisis comparativo <sup>1</sup> entre el pavimento de geometría optimizada TCP® y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93).

Tabla 6

*Operacionalización de las variables*

| Variable  | Definición conceptual  | Dimensiones         | Indicadores                         | Instrumento de la investigación. |
|---|--|---------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Variable Independiente:</b><br>Diseño pavimento de geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93).   | Estructura total que permite la flexión y se adapta a las cargas de diseño. Siendo su principal elemento el asfalto como capa de rodadura. | CBR                 | %                                   | CBR                              |
|   | Pavimento rígido que permite un solo set de carga vehicular en cada paño de la losa de concreto  | Tráfico             | Número de vehículos.                | Tráfico                          |
|   |  | Temperatura         | °C                                  | Temperatura                      |
|   |  | Topografía          | Cotas (msnm)                        | Levantamiento topográfico.       |
| <b>Variable Dependiente:</b><br>Los datos resultantes del análisis comparativo entre el pavimento de geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93) | Tabla de índices de partidas del Manual de Carreteras 2013-MTC   | Costos              | Metrados y precios de cada trabajo. | Presupuestos comparativos        |
|   | Guía PMBOK® 2021   | Plazo de Ejecución. | Días                                | Cronograma de ejecución.         |
|   | Norma CE.010, artículo 4.2   | Durabilidad         | Vida útil.                          | Calendario.                      |

*Fuente:* Elaboración Propia.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección de datos se realizó mediante la observación estructurada y medición, la misma que se efectuó siguiendo una lista de cotejo, así mismo se registraron los resultados en un cuaderno de anotaciones. Todos los datos resultantes sirvieron para el análisis documental a través del software de ingeniería.

Tabla 7

*Lista de instrumentos de recolección de datos.*

| Técnicas                 | Instrumentos   |
|--------------------------|--|
| Observación Estructurada | Lista de Cotejo.   |
| Registro de Resultados.  | Cuaderno de anotación.   |
| Análisis documental.     | Laboratorio de mecánica de suelos.<br>Equipo de topografía. (estación total)<br>Software de ingeniería. (Office, AutoCAD, MS Project)<br>Software TCP<br>Referencias Bibliográficas. |

<sup>1</sup>  
*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.5. PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS:

#### 3.5.1. Estudio de tráfico vial

Para el diseño de los pavimentos se requiere recoger el volumen y clasificación de los diferentes tipos de tráfico vehicular que circula por el carril de diseño. Su valor incide directamente en el diseño, pues los valores que resulten del estudio de tráfico determinan el ESAL's de diseño. Estos esfuerzos y tensiones son transmitidos directamente a la estructura de pavimento, quien tiene la función de reducir y distribuir la deformación al suelo de fundación, por

lo que es importante que se realice un correcto estudio de tráfico junto con la proyección de crecimiento estimado dentro del periodo de la vida útil de diseño.

Para nuestro proyecto, se seleccionó una estación de conteo y caracterización vehicular, la misma que estuvo ubicado en el pórtico de ingreso de la Urbanización Casablanca (inicio de la Av. Tamarindo de la urbanización Casablanca). La recopilación de la información siguió las instrucciones que se estipula en el Manual de Carreteras; Suelos, Geologías, Geotecnia y Pavimentos. 2013- Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Perú, de manera que el conteo vehicular se realizó por 7 días y en un periodo de 24 horas por día. El conteo vehicular se realizó desde el 21 de octubre del 2022 hasta el 27 de octubre del 2022 y se hizo uso del formato de conteo vehicular publicado por el MTC.

### 3.5.2. Estudio de Mecánica de Suelos:

Es el proceso de recolección de información del suelo de fundación, con el objetivo de determinar su capacidad de soporte y otras características que son parte de los parámetros de diseño de las fórmulas empíricas para pavimentos. El “Manual de Carretera 2013: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos”, establece el criterio y los ensayos mínimos necesarios para la caracterización de las propiedades del suelo. A su vez el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos, en el artículo 3.2.2; establece la elaboración de una calicata cada 1,500 m<sup>2</sup> para vías colectoras, de manera que para nuestro caso se realizaron 11 calicatas. Tuvieron una profundidad máxima de 1.50 m con respecto al nivel del suelo de fundación. Se solicitó a una empresa realizar el servicio de ejecución de las calicatas y realización de los siguientes ensayos especificados en la norma:

- Ejecución de calicatas (MTC E 101-2000)
- Contenido de humedad (NTP 339.129.1998)
- Identificación de suelos y Perfilado de calicatas (NTP 339.150:2001)
- Análisis granulométrico (NTP 339.128:1998)

- Ensayos de Límite líquido, plástico e índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129:1998)
- Clasificación de los suelos. (NTP 339.135:1998)
- Límite de Contracción (NTP 339.140:1999)
- Determinación de CBR (NTP 339.145:1999)
- Determinación del contenido de sales solubles en suelos (NTP 339.152:2002)

### 3.5.3. Estudio Topográfico:

Es el estudio que permite describir las características topográficas de la zona de estudio, el estado en que se encuentra la muestra de estudio, la presencia de interferencias, consideraciones climáticas, etc. Los lineamientos de la elaboración de este estudio siguieron lo indicado en el “Manual de Carretera EG-2013: Especificaciones técnicas generales para construcción”, apartado 102.01, para lo cual se establecieron puntos geodésicos y de control topográfico. Las coordenadas de control estuvieron en el sistema WGS84. El servicio de levantamiento topográfico estuvo a cargo de una empresa especializada que elaboró un informe de levantamiento topográfico. Se contó con los siguientes equipos:

- Estación total.
- GPS diferencial.
- Jalones con prismas.
- BMs

### 3.6. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

El presente estudio es del tipo Correlacional, pues según Cancela y otros (2010), estas investigaciones tienen el objetivo de describir o aportar aclaraciones entre las variables más importantes, haciendo uso de los coeficientes de relación. En nuestro caso, se requiere comparar el nivel técnico, económico, tiempos de ejecución y la durabilidad entre el pavimento de

geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93). Los resultados aportaran nuevas alternativas de uso para los pavimentos de geometría optimizada TCP en vías locales de bajo tránsito.

El diseño de estudio es del tipo documental, pues la información requerida para el análisis se obtuvo de la realización de los cálculos de aforo vehicular, estudios de mecánicas de suelos y del levantamiento topográfico elaborado por empresas especialistas. Con toda la información recabada, se pudo procesar mediante los softwares de ingeniería; y con los resultados obtenidos, determinar la mejor alternativa técnica, económica y de durabilidad que presenten entre el pavimento de geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93).

### 3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el inicio de la investigación se comenzó con el conteo y caracterización vehicular por un periodo de una semana y las 24 horas del día, para lo cual se hizo uso de la hoja de conteo vehicular. De forma paralela, se inició con el servicio de levantamiento topográfico y los estudios de mecánicas de suelos, elaborados por empresas especialistas. Con toda la información recabada de campo se procedió al análisis de la información y el diseño de los pavimentos. Para el caso del pavimento flexible se utilizó la metodología ASSTHO 1993 y para el caso del pavimento de geometría optimizada TCP se empleó la guía de diseño Optipave2. En ambos casos, se definieron las capas, espesores y los detalles constructivos necesarios que conforman cada pavimento de manera que se pueda cuantificar el costo de su construcción. Con la recolección de rendimientos históricos, se pudo determinar una simulación de programación de actividades necesarias para la ejecución de cada tipo de pavimento y se evaluó la optimización de los plazos de ejecución de ambos pavimentos.

### **3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, el autor se comprometió a que toda la información sea fundamentada en datos técnicos y verídicos que se puedan recoger de los trabajos de campo y los desarrollados de parte del laboratorio de mecánicas de suelos y el informe de levantamiento topográfico. Con respecto a la recopilación de las diversas fuentes de información bibliográficas que tengan relación a la presente investigación, el autor mantuvo las directivas y normas de los derechos de autor que presenta la Norma APA séptima edición, con respecto a las directrices básicas para las referencias y de todo material bibliográfico que se empleen en el presente trabajo. Finalmente, en todo momento el trabajo de investigación se caracterizó por ser objetivo, veraz y transparente, de manera que recoja todos los resultados obtenidos en campo y se puedan plasmar todas las teorías y resultados posibles.

## IV. RESULTADOS:

### 4.1. VOLUMEN DE TRÁFICO

Para el cálculo del volumen de tráfico en las avenidas de la urbanización Casablanca se tomó su avenida más transitada y principal, llamada Avenida Tamarindo. Se realizó un conteo vehicular por 7 días consecutivos del 21 de octubre del 2022 hasta el 27 de octubre del 2022 y se hizo uso del formato de conteo vehicular publicado por el MTC. Gracias a esto se pudo encontrar los siguientes resultados:

Tabla 8

*Volumen de tráfico promedio diario realizado desde el 21 al 27 de octubre del 2022.  
(conteo de 24 horas)*

| HORA         | STATION<br>AUTO | CAMIONETAS |            |           |                | CAMIÓN     |           | TOTAL        |
|--------------|-----------------|------------|------------|-----------|----------------|------------|-----------|--------------|
|              |                 | WAGON      | PICK<br>UP | PANEL     | COMBI<br>RURAL | C2         | C3        |              |
| VIERNES      |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| 21/10/2022   |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| Ambos        | 116             | 38         | 29         | 3         | 8              | 27         | 1         | 222          |
| SÁBADO       |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| 22/10/2022   |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| Ambos        | 115             | 31         | 27         | 4         | 1              | 23         | 0         | 201          |
| DOMINGO      |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| 23/10/2022   |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| Ambos        | 114             | 31         | 27         | 4         | 2              | 23         | 0         | 201          |
| LUNES        |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| 24/10/2022   |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| Ambos        | 112             | 30         | 36         | 24        | 4              | 33         | 0         | 239          |
| MARTES       |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| 25/10/2022   |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| Ambos        | 129             | 39         | 43         | 19        | 8              | 30         | 0         | 268          |
| MIÉRCOLES    |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| 26/10/2022   |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| Ambos        | 123             | 14         | 39         | 2         | 10             | 16         | 10        | 214          |
| JUEVES       |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| 27/10/2022   |                 |            |            |           |                |            |           |              |
| Ambos        | 112             | 21         | 39         | 1         | 8              | 10         | 8         | 199          |
| <b>TOTAL</b> | <b>821</b>      | <b>204</b> | <b>240</b> | <b>57</b> | <b>41</b>      | <b>162</b> | <b>19</b> | <b>1,544</b> |

*Fuente:* Elaboración Propia.

Tabla 9

*Resumen de tráfico promedio diario*

| SENTIDO   | AUTO | STATION | CAMIONETAS |       |             | CAMION |    |    | TOTAL |
|-----------|------|---------|------------|-------|-------------|--------|----|----|-------|
|           |      | WAGON   | PICK UP    | PANEL | COMBI RURAL | C2     | C3 | C4 |       |
| Un Carril | 117  | 29      | 34         | 8     | 6           | 23     | 3  | 0  | 220   |

*Fuente:* Elaboración Propia.



Figura 7. Variación horaria de volumen de tráfico

*Fuente:* Elaboración Propia.

Con los datos anteriormente mostrados se procedió a realizar el cálculo del IMD:

Tabla 10

*IMD sin corrección*

| Tipo de Vehículos | IMDS       | Distrib.<br>% |
|-------------------|------------|---------------|
| Autos             | 117        | 53.2%         |
| Satation Wagon    | 29         | 13.2%         |
| Camioneta Pick Up | 34         | 15.5%         |
| Camioneta Panel   | 8          | 3.6%          |
| COMBI RURAL       | 6          | 2.7%          |
| Micro             | 0          | 0.0%          |
| Omnibus 2E y 3E   | 0          | 0.0%          |
| Camión 2E         | 23         | 10.5%         |
| Camión 3E         | 3          | 1.4%          |
| Camión 4E         | 0          | 0.0%          |
| Semi trayler      | 0          | 0.0%          |
| Trayler           | 0          | 0.0%          |
| <b>TOTAL IMD</b>  | <b>220</b> | <b>100.0%</b> |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11

*Cálculo de IMD*

**Resumen de Metodología**

$$IMD = \frac{VS}{7}$$

**VS = Volumen Promedio Semanal**

**Fc Veh. Ligeros = 1.077701**

**Fc Veh. Pesados = 1.023557**

$$IMD = \frac{236}{85,999} \text{ Vehículos por día } \times \text{V. x año}$$

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, se puede concluir que el IMD de la urbanización es 236 vehículos por día. El siguiente paso que se tomó fue calcular el ESAL de diseño. Para realizarlo se tuvo en cuenta que se debía diseñar para un pavimento flexible con un periodo de diseño de 20 años.

**1**  
**Cálculo del Factor Direccional (FD) y Factor Carril (FC)**

Para nuestro caso, se tuvo en cuenta los sentidos y el número de calzada de la sección de vía en estudio, para lo cual el “Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2013” del MTC, detalla la correlación numérica con relación al número de vehículos pesados que utilizan la vía, las mismas que resultaron:

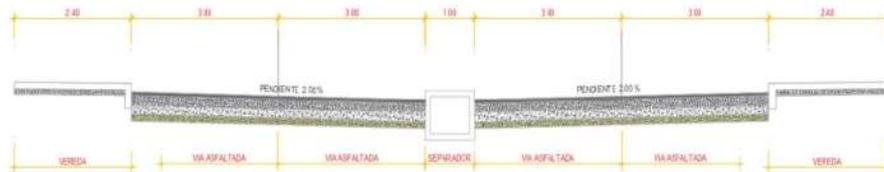
Tabla 12

*Factores de acuerdo con el número de calzadas y sentidos.*

| Número de Calzadas | Número de Sentidos | Número de Carriles por Sentido | Factor dimensional (Fd) | Factor Carril (Fc) | Factor Ponderado |
|--------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|
| 01 Calzada         | 1 sentido          | 1                              | 1                       | 1                  | 1                |
|                    | <b>1 sentido</b>   | <b>2</b>                       | <b>1</b>                | <b>0.8</b>         | <b>0.8</b>       |
|                    | 1 sentido          | 3                              | 1                       | 0.6                | 0.6              |
|                    | 1 sentido          | 4                              | 1                       | 0.5                | 0.5              |
|                    | 2 sentido          | 1                              | 0.5                     | 1.0                | 0.5              |
|                    | 2 sentido          | 2                              | 0.5                     | 0.8                | 0.4              |
| 02 Calzada         | 2 sentido          | 1                              | 0.5                     | 1.0                | 0.5              |
|                    | 2 sentido          | 2                              | 0.5                     | 0.8                | 0.4              |
|                    | 2 sentido          | 3                              | 0.5                     | 0.6                | 0.3              |
|                    | 2 sentido          | 4                              | 0.5                     | 0.5                | 0.25             |

*Fuente:* Elaboración Propia.

Figura 8. Sección típica de la Avenida Tamarindo (zona de estudio). Se tomó una de las secciones para el conteo vehicular.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13

*Demanda proyectada*

**Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:**

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

**Donde:**

|         |  |
|---------|--|
| $T_n$ = | Tránsito proyectado al año en vehículo por día |
| $T_0$ = | Tránsito actual (año base) en vehículo por día |
| $n$ =   | año futuro de proyección                       |
| $r$ =   | tasa anual de crecimiento de tránsito          |

**FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:**

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

**Fca = 22.90**

Fuente: Elaboración Propia.

**Siendo:**

r: 1.40% (Tasa de crecimiento anual de la Región Lambayeque, reportado por INEI- Censos Nacionales de Población y Vivienda del 2017)

n: periodo de diseño de 20 años.

Tabla 14

*Cálculo de Ejes equivalentes (EE día-carril)*

| <b>Vehículo.</b> | <b>IMDA</b> | <b>Factor vehículo<br/>Pesado</b> | <b>EE día- Carril</b> |
|------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Automóviles      | 117         | 0.009                             | 0.1053                |
| Camioneta Pik Up | 71          | 0.0150                            | 1.065                 |
| Combi            | 6           | 0.0159                            | 0.0954                |
| C2               | 23          | 3.529                             | 81.167                |
| C3               | 3           | 3.406                             | 10.221                |
|                  |             | <b>Suma Total</b>                 | <b>92.653</b>         |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15

*Ejes equivalentes totales*

**NUMERO DE REPETICIONES DE EJES  
EQUIVALENTES DE 8.2tn**

$$\text{Nrep de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * Fca * 365)]$$

$$\text{Nrep de } EE_{8.2tn} = 193,589.10 \quad \text{EE}$$

Fuente: Elaboración Propia.

Entonces se concluye que el volumen del tráfico de la Avenida Tamarindo de la Urbanización Casablanca es de 193,589.10 ejes equivalentes.

#### 4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CONDICIONES HIDROLÓGICAS

Se procedió a realizar el levantamiento topográfico de la urbanización Casablanca y a la vez se estudiaron sus condiciones hidrológicas.



Figura 9. Plano topográfico de Urbanización Casablanca.

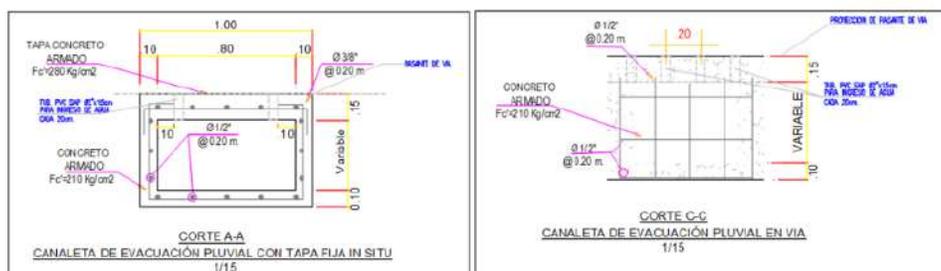
Fuente: Elaboración Propia.

Gracias a eso se pudo observar que la avenida principal llamada Tamarindo tenía un recorrido desde la progresiva 0+000 hasta la 0+844 además de que posee dos pendientes promedio: desde la progresiva 0+000 hasta 0+777.12 una pendiente de -0.10% y desde la progresiva 0+777.12 hasta 0+844

una pendiente de +0.50%. Por último, se descubrió que la avenida se encontraba a la altura de 33 a 35 m.s.n.m.

Se ha tomado en consideración las características hidrogeológicas de la zona, las mismas que cuentan con un sistema de evacuación pluvial localizado en el separador central, la misma que permite la evacuación correcta del agua de lluvias. Estas aguas son conducidas mediante un sistema de canales que desembocan en el canal de drenaje Chilape. El diseño del sistema de drenaje ha seguido los lineamientos de la Norma Técnica CE.040- Drenaje Pluvial Urbano, por lo que no se ha registrado inundaciones o acumulación de agua que hayan afectado a la población, teniendo en consideración precipitaciones excepcionales como el fenómeno del niño del 2017.

Figura 10. Detalles de canaleta de recolección pluvial de la Avenida Tamarindo.



Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN DEL PAVIMENTO

Para conocer las características físicas y mecánicas del suelo en el que se encuentra la avenida a estudiar se realizó un estudio de mecánica de suelos. Con el fin de lograrlo se evaluó el campo mediante la excavación de un total de 11 calicatas para un aproximado de 16,252.9 m<sup>2</sup> de vías, la obtención de muestras que fueron enviadas al laboratorio. Los datos obtenidos en el estudio se presentan a continuación.

Tabla 16

*Coordenadas de las calicatas realizadas en la Avenida Tamarindo.*

| CALICATA | ESTE       | NORTE        |
|----------|------------|--------------|
| C-1      | 631,782.43 | 9,254,097.86 |
| C-2      | 631,846.41 | 9,254,135.05 |
| C-3      | 631,931.27 | 9,254,214.10 |
| C-4      | 631,959.55 | 9,254,121.12 |
| C-5      | 632,070.79 | 9,254,065.93 |
| C-6      | 632,162.25 | 9,254,099.01 |
| C-7      | 631,964.07 | 9,254,081.17 |
| C-8      | 632,005.38 | 9,253,977.60 |
| C-9      | 631,866.55 | 9,253,951.50 |
| C-10     | 631,771.86 | 9,253,948.04 |
| C-11     | 631,883.55 | 9,253,987.12 |

Fuente: Elaboración Propia.

Las excavaciones fueron hasta 1.50 metros de profundidad, y en ningún caso se encontró nivel freático. En las siguientes tablas, se resumen las características del suelo encontrado de las 11 calicatas analizadas.

Tabla 17

*Resumen de datos encontrados por parte del Laboratorio de Suelos el 30 de noviembre 2022*

| CALICATA | ESTE           | NORTE        | PROFUN<br>DIDAD<br>(m) | CLASIFICACIÓ<br>N<br>(SUCS) | N<br>F | CBR<br>(%) | %<br>HUMEDA<br>D | LL        | LP        | IP    |
|----------|----------------|--------------|------------------------|-----------------------------|--------|------------|------------------|-----------|-----------|-------|
| C-1      | 631,782.4<br>3 | 9,254,097.86 | 1.50                   | CLA-6 (13)                  | NP     |            | 17.18            | 37.0<br>0 | 22.0<br>0 | 15.00 |
| C-2      | 631,846.4<br>1 | 9,254,135.05 | 1.50                   | CLA-6 (13)                  | NP     | 3.01       | 15.90            | 39.0<br>0 | 22.0<br>0 | 17.00 |
| C-3      | 631,931.2<br>7 | 9,254,214.10 | 1.50                   | CLA-6 (11)                  | NP     |            | 17.09            | 39.0<br>0 | 21.0<br>0 | 18.00 |
| C-4      | 631,959.5<br>5 | 9,254,121.12 | 1.50                   | CL A-7-6 (11)               | NP     |            | 23.53            | 41.0<br>0 | 22.0<br>0 | 19.00 |
| C-5      | 632,070.7<br>9 | 9,254,065.93 | 1.50                   | CLA-6 (13)                  | NP     |            | 20.75            | 37.0<br>0 | 22.0<br>0 | 15.00 |
| C-6      | 632,162.2<br>5 | 9,254,099.01 | 1.50                   | CLA-6 (13)                  | NP     | 3.31       | 18.69            | 39.0<br>0 | 22.0<br>0 | 17.00 |
| C-7      | 631,964.0<br>7 | 9,254,081.17 | 1.50                   | CLA-6 (11)                  | NP     |            | 20.89            | 39.0<br>0 | 21.0<br>0 | 18.00 |
| C-8      | 632,005.3<br>8 | 9,253,977.60 | 1.50                   | CL A-7-6 (11)               | NP     | 4.01       | 23.83            | 41.0<br>0 | 20.0<br>0 | 21.00 |
| C-9      | 631,866.5<br>5 | 9,253,951.50 | 1.50                   | CLA-6 (13)                  | NP     |            | 21.09            | 39.0<br>0 | 23.0<br>0 | 16.00 |
| C-10     | 631,771.8<br>6 | 9,253,948.04 | 1.50                   | CLA-6 (11)                  | NP     |            | 18.94            | 39.0<br>0 | 21.0<br>0 | 18.00 |

|                 |           |              |      |             |    |             |      |      |       |
|-----------------|-----------|--------------|------|-------------|----|-------------|------|------|-------|
| C-11            | 631,883.5 | 9,253,987.12 | 1.50 | CL A-6 (13) | NP | 18.38       | 39.0 | 22.0 | 17.00 |
|                 | 5         |              |      |             |    |             | 0    | 0    |       |
| <b>PROMEDIO</b> |           |              |      |             |    | <b>3.44</b> |      |      |       |

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11. Plano de ubicación de las calicatas ejecutadas para Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca.



Fuente: Elaboración Propia.

Se nota claramente la presencia de un tipo de suelo común, esto debido a que anteriormente este ha sido de uso agrícola, el tipo general de suelo es arcilloso en la superficie y arenoso arcilloso por debajo de los 0.20 m, la parte superior es una arcilla expansiva, claramente notada por las rajaduras en el suelo. Teniendo en cuenta que el suelo presenta características muy similares en todo el sector analizado, se decidió obtener las características del valor soporte relativo CBR. Se realizaron 03 puntos para la determinación del CBR, en dichos puntos, se han realizado otros ensayos específicos para conocer las propiedades del suelo y determinar si es apto o no, para su uso como sub rasante de pavimentos.

3 Cabe precisar que se ha utilizado el método especificado en la Norma MTC E132, del Manual de Ensayos para Materiales de Carreteras, EM 2000, que describe el procedimiento para determinar el valor soporte CBR sobre suelo preparado en laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad. Se ha usado la relación soporte para 0.1” de penetración. Estos valores de CBR fueron agrupados para calcular un CBR único de diseño, con el que se diseñó el pavimento de la Av. Tamarindo de la zona residencial Casablanca, el valor de CBR de diseño es el menor valor, que es 3.01, como lo establece el manual de suelos, la sub rasante es pobre, por lo que requiere realizar un mejoramiento superficial. Para este tipo de CBR, el Manual de Carreteras 2013-MTC, establece como un CBR pobre. (Ver Tabla 1)

#### 4.4. DISEÑO DE PAVIMENTO

##### 4.4.1. Método AASHTO

Los datos encontrados en los puntos anteriores sirvieron de base para el cálculo del diseño AASHTO que se presenta a continuación.

Tabla 18

*Diseño de pavimento flexible por el método AASHTO 93*

#### DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 1993

PROYECTO : URBANIZACIÓN CASABLANCA  
SECCION 1 : 0+00 km a 0+844 km

FECHA : 21/01/2023

##### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

- a. PERIODO DE DISEÑO (Años)
- b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
- d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)
- e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)  
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)  
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)

|          |
|----------|
| 20       |
| 1.94E+08 |
| 4.0      |
| 2.5      |
| 70%      |
| -0.524   |
| 0.45     |

##### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

- a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN<sup>2</sup>)
- b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE
- c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)

42.21  
27.08  
5.17

**3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)**

|                     |          |                    |                    |
|---------------------|----------|--------------------|--------------------|
| <b>SN Requerido</b> | $G_t$    | <b>N18 NOMINAL</b> | <b>N18 CALCULO</b> |
| 2.72                | -0.25527 | 5.29               | 5.29               |

**3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO**

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

|                         |      |
|-------------------------|------|
| Concreto Asfáltico (a1) | 0.45 |
| Base granular (a2)      | 0.14 |
| Subbase (a3)            | 0.11 |

b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

|                    |      |
|--------------------|------|
| Base granular (m2) | 1.00 |
| Subbase (m3)       | 1.00 |

| ALTERNATIVA | SNreq | SNresul | CA     | Bg     | Sbg    |
|-------------|-------|---------|--------|--------|--------|
|             |       |         | D1(cm) | D2(cm) | D3(cm) |
| 1           | 2.72  | 2.85    | 5      | 20     | 20     |
| 2           | 2.72  | 2.72    | 5      | 20     | 17     |

Comentarios:

(\*) HOJA DE CALCULO DESARROLLADA POR EL DR. CARLOS M. CHANG

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo en cuenta las características del suelo, los ejes equivalentes, los niveles de serviciabilidad establecidas por la norma, tal como se observa en la tabla 18, se han obtenido dos propuestas de diseños con la Metodología AASTHO 1993 para Pavimentos en Asfalto de la Avenida Tamarindo, la primera alternativa es una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub base de 20 cm; la segunda alternativa corresponde a una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub-base de 17 cm. Para fines económicos, escogeremos la segunda alternativa, es decir una estructura de pavimentos de una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub-base de 17 cm.

**4.4.2. Método TCP**

Con el uso del software Optipave 2, se ingresaron las características físicas de la subrasante, los detalles de la topografía, el tipo y el número de tráfico que hace uso de la vía; resultando la siguiente modulación de pavimento optimizado:

Tabla 19

**1** *Diseño de pavimento de Losa optimizada TCP con el Software Optipave 2.*

| Inputs De Diseño  |                                    |  |
|---|------------------------------------|--|
| <b>Proyecto</b>   |                                    |  |
| Nombre de Proyecto  | Centenario - Casa Blanca           |  |
| Localidad   | Chiclayo                           |  |
| Sector  | Lam bayaque                        |  |
| Dirección   | north                              |  |
| Fecha   | 2/4/2023 00:00:00                  |  |
| Descripción   | SENO DE PAVIMENTOS DE LA HABILITAC |  |
| Sistema unidades  | US Custom ary System (USCS)        |  |
| <b>Resumen de Diseño</b>                                    |                                    |  |
| <u>Características de la Capa de Homigon</u>                |                                    |  |
| Largo Losa (m)  | 1.50                               |  |
| Espesor Losa de Homigon (mm)                                | 121                                |  |
| Resistencia a la Flexión (Mpa)                              | 4.0                                |  |
| Fibra Estructural   | No                                 |  |
| <u>Tráfico</u>  |                                    |  |
| Ejes Equivalentes Totales                                   | 193,589                            |  |
| <u>Características de la Base</u>                           |                                    |  |
| Tipo de Base  | A-1-a                              |  |
| Módulo (Mpa)  | 210                                |  |
| Espesor (m m)   | 15                                 |  |
| <u>Características de la Subrasante</u>                     |                                    |  |
| Módulo Resiliente Invierno (Mpa)                            | 55                                 |  |
| Módulo Resiliente Verano (Mpa)                              | 66                                 |  |
| <u>Clima</u>  |                                    |  |
| Zona  | dry_nonfreeze                      |  |
| <u>Resultado</u>  |                                    |  |
| Losas Agrietadas a Confiabilidad Especificada               | 30%                                |  |
| Escalonamiento Prom edio a Confiabilidad Especificada (m m) | 0.04                               |  |
| IRI a Confiabilidad Especificada (m Km)                     | 3.82                               |  |

Fuente: Elaboración Propia.

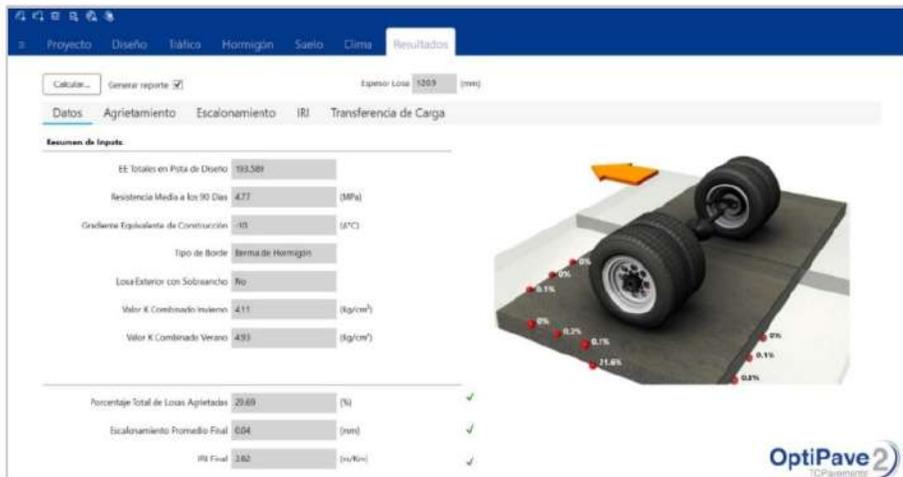


Figura 12. Resultados obtenidos con el programa OptiPave 2.

Fuente: Elaboración Propia.

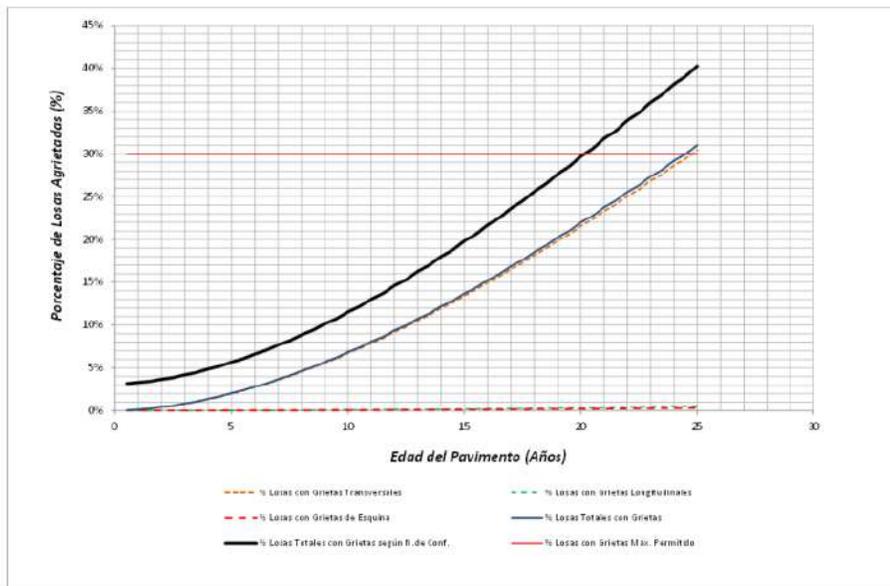


Figura 13. Gráfica de Estimación de Agrietamiento de la Losas

Fuente: Elaboración Propia.

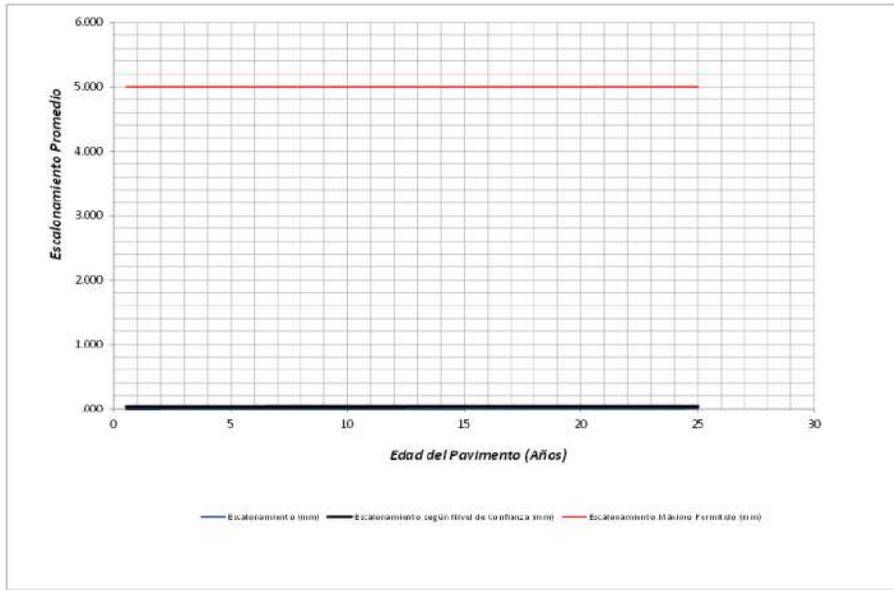


Figura 14. Gráfica de Estimación de Escalonamiento de Losas

Fuente: Elaboración Propia.

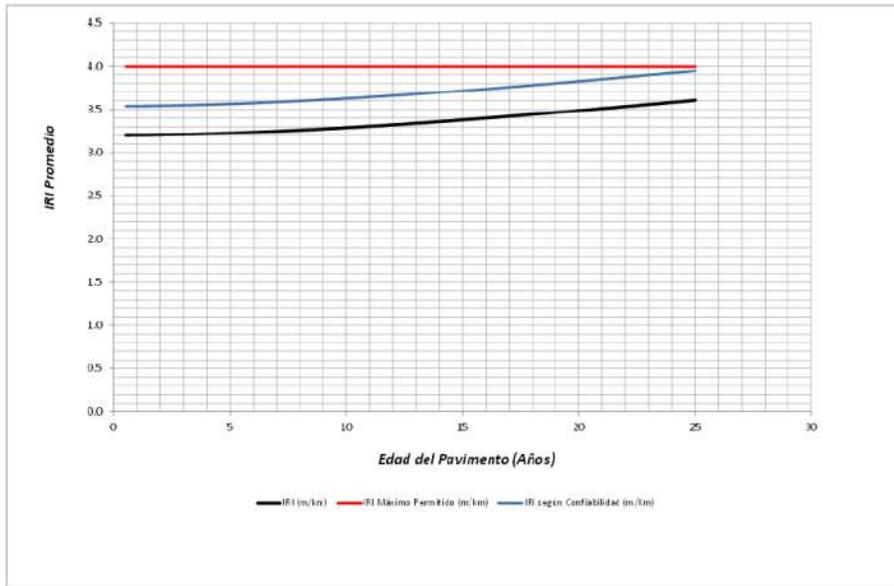


Figura 15. Gráfica de Estimación de IRI Promedio

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados finales del procesamiento de la información con el Software Optipave 2, resultaron en una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Las losas tendrán una dimensión de 1.50m x 1.50m y, no requerirá la incorporación de fibra a la mezcla de concreto.

#### 4.5. EVALUACIÓN DE COSTOS:

La revisión de los presupuestos nos permitió tener una idea de costos incurridos por las partidas relacionadas a la ejecución de los pavimentos con la metodología AASTHO 93 y de las Losas Optimizadas TCP, a continuación, se presenta el siguiente análisis:

Tabla 20

*Presupuesto para la ejecución del pavimento en Asfalto de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)*

| <b>PARTIDAS</b>   | <b>Unidades</b> | <b>Metrado</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>M. Parcial</b>   |
|---|-----------------|----------------|------------------------|---------------------|
| <b>PAVIMENTO DE ASFALTO AASTHO 1993</b>                     |                 |                |                        |                     |
| <b>1. Movimiento de Tierras</b>                             |                 |                |                        |                     |
| 1.1. Corte de Terreno hasta el nivel de Sub rasante e=42 cm | m3              | 6826.218       | 3.67                   | S/ 25,052.22        |
| 1.2. Conformación de la Sub rasante                         | m2              | 16,252.90      | 4.62                   | S/ 75,088.40        |
| 1.3. Eliminación de material Excedente.                     | m3              | 6826.218       | 12.71                  | S/ 86,761.23        |
| 1.4. Colocación y conformación de Sub. Base de 17cm.        | m2              | 16,252.90      | 11.84                  | S/ 192,434.34       |
| 1.5. Colocación y conformación de Base de 20cm.             | m2              | 16,252.90      | 13.62                  | S/ 221,364.50       |
| <b>2. Pavimentación</b>                                     |                 |                |                        | S/ -                |
| 2.1. Imprimación Asfáltica.                                 | m2              | 16,252.90      | 4.2                    | S/ 68,262.18        |
| 2.2. Colocación de Carpeta Asfáltica.                       | m2              | 16,252.90      | 50.09                  | S/ 814,107.76       |
| <b>TOTAL DECOSTO DIRECTO</b>                                |                 |                | <b>S/</b>              | <b>1,483,070.62</b> |
|   |                 |                | <b>S/</b>              | <b>91.25 S./m2</b>  |

**1**  
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21

*Presupuesto para la ejecución del pavimento en Losa Optimizada TCP de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)*

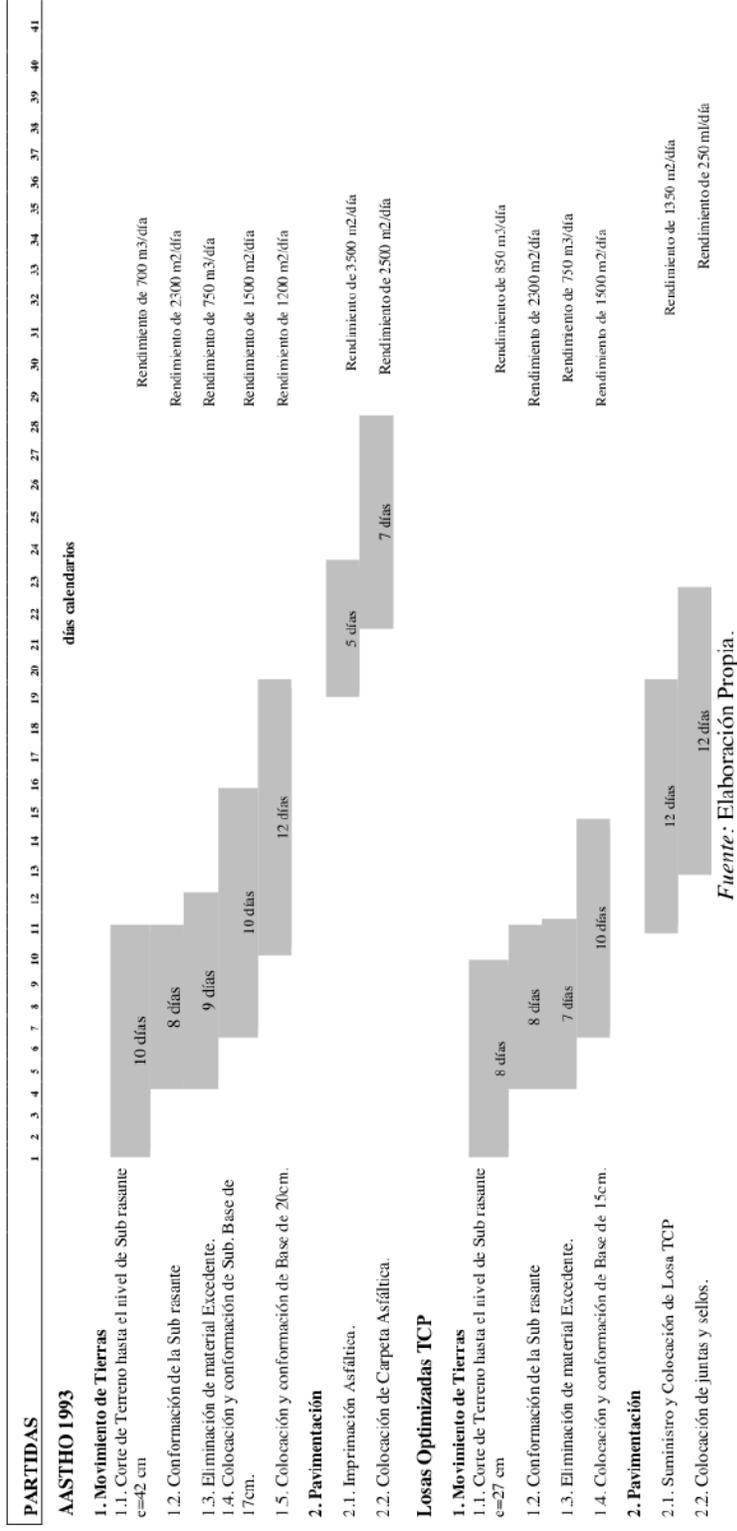
| <b>PARTIDAS</b>  | <b>Unidades</b> | <b>Metrado</b> | <b>Precio Unitario</b> |    | <b>M. Parcial</b>      |
|--|-----------------|----------------|------------------------|----|------------------------|
| <b>LOSAS OPTIMIZADAS TCP</b>                               |                 |                |                        |    |                        |
| <b>1. Movimiento de Tierras</b>                            |                 |                |                        |    |                        |
| 1.1. Corte de Terreno hasta el nivel de Subrasante e=27 cm | m3              | 4388.283       | 3.67                   | S/ | 16,105.00              |
| 1.2. Conformación de la Subrasante                         | m2              | 16,252.90      | 4.62                   | S/ | 75,088.40              |
| 1.3. Eliminación de material Excedente.                    | m3              | 4388.283       | 12.71                  | S/ | 55,775.08              |
| 1.4. Colocación y conformación de Base de 15cm.            | m2              | 16,252.90      | 11.43                  | S/ | 185,770.65             |
| <b>2. Pavimentación</b>                                    |                 |                |                        |    |                        |
| 2.1. Suministro y Colocación de Losa TCP e=12cm.           | m2              | 16,252.90      | 64.74                  | S/ | 1,052,212.75           |
| 2.2. Colocación de juntas y sellos.                        | m2              | 16,252.90      | 5.42                   | S/ | 88,090.72              |
| <b>TOTAL DE COSTO DIRECTO</b>                              |                 |                |                        |    | <b>S/ 1,473,042.58</b> |
|  |                 |                |                        |    | <b>S/. 90.63 S./m2</b> |

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 4.6. EVALUACIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN, RENDIMIENTOS Y CONSIDERACIONES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO:

Tabla 22 *Cronograma de ejecución*

Área= 16,252.90 m<sup>2</sup>



*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 4.7. EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL.

En el estudio desarrollado por Londono N C (1995) para el Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos, llegó a la conclusión de que la vida útil de los pavimentos de concreto podría llegar hasta el doble del tiempo que de los pavimentos de asfaltos. También en dicho estudio señala que la capacidad de soporte al daño por parte de los vehículos pesados en las losas de concreto, pueden llegar a cuatro veces más que los ejecutados en Asfalto. Revisaremos a continuación algunas experiencias y estudios que se han realizados al estado en que se encuentran en la actualidad algunas vías:

Tabla 23

*Comparación entre las vías de asfalto y las losas optimizadas TCP.*

| <i>VIAS DE ASFALTO</i>      |  |   |   |
|-----------------------------|--|---|---|
| <b>Parámetros</b>           | Av. Fitzcarrald<br>Chiclayo  | Vías locales de la Urb.<br>Primavera- Chiclayo  | Vías locales de la Urb.<br>Casablanca- Chiclayo             |
| Periodo de Diseño<br>(años) | 20   | 20  | 20  |
| Tiempo de vida (años)       | 13   | 21  | 4   |
| PCI                         | 38.1   | 30.36   | 55  |
| Área comprometida           | 40%  | 75%   | 10%   |
| Tipo de Daños               | Desprendimiento de agregados,<br>ahuellamientos, grietas de<br>reflexión | Baches, disgregación de<br>agregados, grietas long. Y<br>transversales,<br>ahuellamientos | Baches, grietas long. Y<br>transversales,<br>ahuellamientos |

*Fuente:* Elaboración Propia.

| <i>VIAS DE LOSAS OPTIMIZADAS TCP</i> |                               |  |  |   |
|--------------------------------------|-------------------------------|--|--|---|
| <b>Parámetros</b>                    | Av. Sánchez Cerro,<br>Piura   | Vías locales de la Urb.<br>Santa María, Carabayllo | Vías locales de la Urb.<br>Eucaliptos , Huancayo | Vías locales de la Urb.<br>Sauces, Chiclayo |
| Periodo de Diseño<br>(años)          | 20                            | 20   | 20   | 20  |
| Tiempo de vida<br>(años)             | 4                             | 8  | 7  | 12  |
| PCI                                  | <b>90</b>                     | <b>85</b>  | <b>90</b>  | <b>89</b>                                   |
| Área comprometida                    | <b>0.3%</b>                   | <b>0.8%</b>  | <b>0.1%</b>                                      | <b>0.5%</b>                                 |
| Tipo de Daños                        | Despostillamiento<br>lateral. | Despostillamiento<br>lateral.                      | Despostillamiento<br>lateral.                    | Despostillamiento<br>lateral.               |

*Fuente:* Elaboración Propia.

#### 4.8. RESUMEN DE RESULTADOS.

A continuación, se incorpora los resultados obtenidos para metodología AASTHO 1993 para pavimentos de Asfaltos y la metodología de Losas optimizadas TCP, la información se basa en los parámetros que resultaron de las condiciones actuales de la vía Tamarindo de la urbanización Casablanca.

Tabla 24

*Resumen de resultados*

**Área a Pavimentar: 16,252.90 m<sup>2</sup>**

| <b>Tipo de Pavimento</b> | <b>Estructura</b>                          | <b>Costo Directo</b> | <b>Plazo de ejecución</b> | <b>Vida Útil</b> |
|--------------------------|--|----------------------|---------------------------|------------------|
| Pav. Asfalto             | 5 cm Asfalto<br>20cm Base<br>17cm Sub Base | S/ 1,483,070.62      | 29 días                   | (-)              |
| Losa Optimizada TCP      | 12 cm Concreto<br>15cm Base                | S/ 1,473,042.58      | 21 días                   | (+)              |

*Fuente:* Elaboración Propia.

## V. DISCUSIÓN:

De la información recolectada, se puede señalar que la presente tesis, es uno de los pocos estudios comparativos entre los pavimentos Asfálticos AASTHO 93 y las Losas Optimizadas TCP, para vías locales de bajo tránsito. La mayoría de los estudios se enfocan en comparar técnica y económicamente las losas de pavimentos rígido según la metodología AASTHO 93 y las Losas Optimizadas TCP. En dichos, análisis, se verifica que la tecnología que aporta la metodología TCP, en la que consiste en optimizar las dimensiones de las losas concreto, reduce de forma significativa sus dimensiones, de manera que solo admita un solo set de ruedas de camión a la vez, es mucho más eficiente económica y técnicamente que las losas de pavimentos rígido según el diseño con metodología AASTHO 93. Tal como lo señala de la Cruz (2020), los ahorros por costos de construcción en esos casos, puede llegar al 31.66% frente a los pavimentos rígido según la AASTHO 93.

Para el cumplimiento del objetivo general del estudio y comparar los resultados técnicos y económicas que se obtuvieron en la proyección del diseño y estimación del proceso constructivos entre el pavimento asfáltico y el pavimento de geometría optimizada TCP<sup>®</sup> para la urbanización Casablanca, Chiclayo; en dicho proceso se evaluó las dimensiones de costo, plazo de ejecución y durabilidad de ambos métodos. Se debe tener en cuenta que ambos métodos son ampliamente utilizados en el mercado internacional y local, por lo que se presenta suficiente información y experiencias con respecto a su construcción, sus ventajas, rendimientos y costos. Para el caso de los pavimentos de asfalto, en el Perú es el principal material que se emplea para la construcción de vías, pues se tiene la percepción que son mucho más económicas y rápidas de construir, tal como lo señala Yepes, T (2011) en su trabajo de investigación; pero la realidad es que existen otros tipos de pavimentos que han demostrado en la práctica, mayores o similares ventajas a los pavimentos de asfalto, adaptables al entorno local y de menor huella ambiental. Estos aspectos son importantes destacar, pues en la ciudad de Chiclayo, tal como lo señala Sialer (2021) en su trabajo de tesis, se tiene un inventario de 883 Km de vías locales pavimentadas y en su mayoría de los casos, se encuentran en pésimo estado de conservación,

por lo que es necesario determinar un producto alternativo que compita con los pavimentos de asfalto y con ello realizar la reposición de las vías deterioradas.

Algunos indicadores que sirvieron de insumo para el cumplimiento del objetivo general, fue el estudio del tráfico, el levantamiento topográfico y las condiciones hidrológicas y drenaje, la determinación de las características del suelo de fundación del pavimento, el diseño con el método AASHTO 1993 para la estructura de pavimentación en asfalto en caliente; y con los mismos parámetros obtenidos, se diseñó con el software OptiPave 2 el pavimento de geometría optimizada. Dichos indicadores son parte de los objetivos específicos del estudio y permitieron correlacionar ambas metodologías. Con respecto a la metodología AASTHO 1993, es un método de diseño mecanicista basado en el conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales y en el estado tensional el cual son sometidos las capas de la estructura de pavimento, pero los métodos que emplean modelos de fatiga se deben analizar y verificar a escala real. Ante diferentes solicitudes de carga o de algunos de los parámetros de diseño, el modelo resulta más complejo y en particular más difícil de adaptar (Saldaña, 2013).

Para el caso del diseño de pavimentos de Losas optimizadas TCP, se desarrollan con el software OptiPave 2, el procedimiento es un método mecanicista empírico, la misma que ha sido calibrado con tramos de prueba instrumentados para determinar las constantes de calibración. El concepto principal del diseño es dimensionar el tamaño de la losa de tal forma que sólo un set de ruedas se apoye en la losa, así mismo tiempo, calcula el daño por fatiga que se produce en los puntos críticos de la losa. Con ésta información se determina el espesor de la losa, teniendo en cuenta las condiciones del suelo, alabeo, tránsito, etc. También se considera dentro del software OptiPave 2, las tensiones críticas que se producen en el concreto por efectos de las combinaciones de carga de borde, efectos de temperatura y distintas condiciones de análisis. Finalmente, es posible determinar las condiciones de escalonamiento de las juntas transversales sin barras de traspaso de carga y del agrietamiento de

esquina. (Covarrubias, 2012) Podemos señalar entonces, que el método TCP, frente al AASTHO 1993, ofrece mejores modelos calibrados y precisos, pues recoge las condiciones que impactan en la vida útil del pavimento del concreto (clima, tensiones críticas, etc.), además permite proyectar escenarios con respecto a las condiciones de escalonamiento de las juntas transversales y del agrietamiento de esquina.

La muestra seleccionada para nuestro estudio fue de 16,072 m<sup>2</sup> de vía, la que nos brinda un grado superior al 95% de confiabilidad de la población en estudio, teniendo presente que la urbanización cuenta con un área total de 91,712.20 m<sup>2</sup> de vías. Así mismo, la vía que se escogió es la más transitada y utilizada en la urbanización, la misma que interconecta a todas las calles de la urbanización Casablanca, tal como se muestra en la Figura 9. Teniendo ello presente, se podrá extrapolar los resultados del presente estudio a otras zonas de la urbanización que presenten características semejantes. Éste método de selección de la muestra es el más apropiado, pues va dirigida o intencionada bajo los criterios de prioridad, tamaño y condiciones de uso que han sido predeterminados por el investigador, tal como lo señala en su trabajo de investigación Velasco y Martínez, M. 2017.

Para la realización del conteo vehicular se realizó de acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras (2013), la misma que establece el proceso de conteo del tráfico por 7 días consecutivos en los carriles de estudio. Se realizó el conteo vehicular desde el 21 de octubre del 2022 hasta el 27 de octubre del 2022 y se hizo uso del formato de conteo vehicular publicado por el MTC. Para nuestro caso se seleccionó los carriles de ingreso de la urbanización, la misma que presenta la mayor cantidad de tráfico registrado. En la tabla 6, se detallan las características de los vehículos, los días de registro, resultado un total de 1,544 que utilizaron vía de acceso a la urbanización. Los vehículos pesados que se registraron fueron del tipo C2 y C3, pues en la urbanización se restringe el ingreso a otros vehículos pesados. Éste aspecto es importante considerarlo dentro del diseño y la selección del mejor tipo de pavimento. En los máximos

horarios, observamos que existen picos de tráfico a las 9:30 y a las 18:00, tal como lo muestra en la Figura 7. El IMD es de 236 vehículos por día; y 85,999 vehículos por todo el año. Teniendo en cuenta la cantidad de carriles, los sentidos y el factor de crecimiento, se determinó el número de repeticiones de ejes equivalentes, resultando en 193,589.10 EE. Dicho valor es relevante, pues incidirá de forma directa en los espesores que se requieren para los pavimentos.

En los estudios de topografía se determinó la pendiente longitudinal de la vía, la misma que desde la progresiva 0+000 hasta 0+777.12 una pendiente de -0.10% y desde la progresiva 0+777.12 hasta 0+844 una pendiente de +0.50%, en el centro de la avenida, presenta un canal de drenaje pluvial (ver figura 10) y junto con la pendiente transversal del 2%, evita la acumulación del agua de lluvias en la superficie de rodadura; por tanto, se puede indicar que la vía tiene un buen sistema de drenaje pluvial.

Los resultados del estudio del suelo de fundación, permitieron caracterizar las propiedades físicas de la Sub rasante, para lo cual se realizaron 11 calicatas con una profundidad de 1.50 m, siguiendo lo indicado en la norma CE.0.10. Los resultados mostraron una la presencia de un tipo de suelo común, esto debido a que anteriormente este ha sido de uso agrícola, el tipo general de suelo es arcilloso en la superficie y arenoso arcilloso por debajo de los 0.20 m, la parte superior es una arcilla expansiva, claramente visible por las rajaduras en el suelo, no se encontró nivel freático en la profundidad de la excavación (ver tabla 15), el drenaje del suelo es bueno. Otro aspecto que incide en el diseño del pavimento, tiene que ver con la calidad del tipo de suelo de la Sub rasante, pues utilizar pavimentos asfálticos en suelos de bajo CBR (pobres, ver tabla 1) puede ser contraproducente, pues son susceptibles a mayores deformaciones diferenciales que no pueden ser asumidos por las vías asfálticas, dichos efectos pueden trasladarse a la carpeta de rodadura y así disminuir la vida útil de la vía. Para nuestra muestra el CBR de diseño es de 3.44%, la misma que es una sub rasante pobre. (según Manual de Carreteras 2013).

Con la información de los principales indicadores, se procesó con el método AASTHO 93, el diseño del pavimento de Asfalto, la misma que resultó en una estructura de pavimentos con una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub-base de 17 cm (ver Tabla 16). Siguiendo los mismos indicadores, se procedió a calcular el pavimento con el método TCP, para ello se utilizó el software Optipave 2, la misma que resultaron en una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Las losas tendrán una dimensión de 1.50m x 1.50m y, no requerirá la incorporación de fibra a la mezcla de concreto (ver Tabla 17). Es importante indicar que el programa Optipave 2 de la metodología TCP, funciona en base cálculos de elementos finitos y que han sido calibrados con modelos experimentales reales como las que corresponden a nuestro modelo de estudio, de manera que pueden adaptarse a las condiciones reales. (Covarrubias, 2022)

En la sub variable de costos, que la ejecución de Losas Optimizadas TCP, para los 16,252.90 m<sup>2</sup> de la avenida Tamarindo, son S/. 10,028.04 más económicos que la ejecución del pavimento en Asfalto (ver Tablas 20 y 21). Si bien es cierto que la diferencia no es muy grande, si resulta importante tener una solución alternativa que no sea más costosa que el uso de los Asfaltos, teniendo en cuenta las dificultades que se pueden originar por su empleo, tales como escases de derivados de petróleo, pocas empresas especializadas en el mercado local, informalidad de las empresas, un producto contaminante, etc. Los precios unitarios que conforman los presupuestos de la tabla 20 y 21, se basa en la lista de costos de obras de la Inmobiliaria Centenario, vigente al 30 de abril del 2023. La mayoría de la bibliografía encontrada comparan los ahorros entre el pavimento rígido con el método AASTHO 93 y las losas optimizadas TCP, obteniendo ahorros del 20% para el caso de estudio de Cogollo y Silva (2018) y en el caso de la Cruz (2020) el ahorro fue del 31.66%. En el estudio Gonzales (2017), en donde realiza el comparativo entre la metodología AASTHO 93 para pavimentos de asfaltos y las losas optimizadas TCP, se seleccionó una vía con 11'389,068 ejes equivalentes, con un periodo de diseño de 20 años, siendo el CBR de la subrasante de 20% y con coeficiente de drenaje de 1.4. En el caso de la metodología AASTHO 1993, la estructura del pavimento de asfalto resulto en

6 cm de capa de asfáltica, 13 cm de capa base y 16 cm de capa subbase. Con respecto a la metodología TCP, la losa optimizada resulto en una losa de concreto de 10 cm y una capa base de 15 cm de espesor. De los resultados se concluye, que el pavimento diseñado con la metodología TCP, es 2.73% más barato que el Asfalto. En nuestro caso de estudio, el ahorro es de 0.6%, teniendo en cuenta que el costo por metro cuadrado del asfalto es mucho menor que el costo por metro cuadrado del concreto. El aspecto que lo hace competitivo en el tema de costo, es la reducción sustancial de los trabajos de movimiento de tierras, pues al tener un menor espesor la estructura del pavimento, permitirá reducir los costos y tiempos de corte de terreno y colocación de sub base afirmada.

Con respecto a la sub variable de tiempos de ejecución, existe una clara diferencia acumulado de 8 días calendarios entre ambas alternativas (ver Tabla 21). Con respecto a la partida principal de movimiento de tierras, existe una diferencia notoria a favor de las losas optimizadas TCP, principalmente en la reducción del volumen de corte de terreno y la colocación de una sola estructura base del pavimento; ésta importante reducción, impacta en los costos de suministro de materiales, horas máquinas y plazo de ejecución. Otro aspecto a considerar se encuentra en la partida principal de pavimentación, pues para el inicio de los trabajos imprimación asfáltica, es un requisito necesario tener como mínimo el 90% de la conformación a nivel de base ejecutada apropiadamente de todo el alcance del proyecto, pues el proceso constructivo para la colocación de Asfalto, requiere de la movilización del tren de asfalto en un solo momento del proceso constructivo del pavimento, de manera que se evite sobre costos de movilización y desmovilización, y así resulte competitivo y dentro de los parámetros de costos esperados del proceso constructivo. En cambio, la ejecución de las losas optimizadas no requiere de la movilización de mayores equipos, por lo que puede ser ejecutado inmediatamente después que se tenga frente para la ejecución de la pavimentación, para nuestro caso un mínimo de 1,350 m<sup>2</sup> por día; dicha condición es sumamente favorable para los proyectos que presenten interferencias o dificultades de accesibilidad o que se ejecuten por tramos diferenciados.

Si bien es cierto que los rendimientos en la ejecución de las Losas optimizadas son menores que la colocación de carpeta asfáltica, la intervención temprana de las zonas que sean liberadas a nivel de base, permitirá un ritmo de trabajo constante que, en conjunto, llega a ser óptimo para la ejecución de la pavimentación con Asfalto. En el estudio Céspedes (2019), se detalla el proceso constructivo para la colocación del asfalto en vías locales, para lo cual enumera el personal, equipos y actividades especializadas necesarias para el inicio del proceso. Señala que es necesario para el inicio de los trabajos de Asfaltado, la culminación de una gran parte de la superficie de la base afirmada o que se disponga del frente continuo de trabajo, de manera que las actividades de imprimación y asfalto lleguen a ser continuas, pues los sobre costos de paralización de los equipos y personal especializado, afectarían el presupuesto final del proyecto. Éste aspecto es un importante diferenciador con respecto a la pavimentación con losas optimizadas, pues no requiere de equipos especializados para su ejecución, por lo que podrían ejecutarse por tramos diferenciados, de manera que no se requeriría esperar hasta el final de la colocación de la capa base, para el inicio de las actividades de pavimentación. También en el estudio Gonzales (2017), en donde se contrasta la metodología AASTHO 93 para pavimentos de asfaltos y las losas optimizadas TCP, reafirma que el plazo de ejecución con la metodología TCP es óptima, pues se reduce en 7 días calendarios con respecto a la de asfalto.

Con respecto a la subvariable de la vida útil de cada tipo de pavimento, se ha presentado la tabla 23 y 24 que sirven de referencia, a fin de tener una visión actual del estado en que se encuentran algunas vías que se encuentran en servicio, para lo cual, se ha cuantificado su estado de conservación mediante la metodología PCI. Para el caso de los pavimentos de asfalto, los casos mostrados presentan entre 4 a 21 años de servicio y se han observado de forma temprana defectos en la carpeta, tales como fisuras, grietas, hundimientos, fatiga del material y desgaste del pavimento; dichos defectos reducen considerablemente el nivel de servicialidad de la vía y por tanto su vida útil, el rango PCI obtenido

es de malo en muchos casos. Es importante señalar la necesidad de investigar las causas que originan los defectos de los pavimentos, las mismas que pueden ser ajenas a los parámetros de diseño. Con respecto a los pavimentos de losas optimizadas TCP, los casos encontrados fueron de 4 a 12 años de servicio, presentan un menor proceso de desgaste en la superficie de rodadura, no se observan la fisuración del concreto por acción de la tensión de las cargas vehiculares, tampoco se registran mayores asentamientos de las losas, el rango de PCI para éstos casos es de bueno. Éstos resultados se alinean a lo desarrollado por Londono N C (1995) para el Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos, la misma que llevo a la conclusión de que la vida útil de los pavimentos de concreto podría llegar hasta el doble del tiempo que de los pavimentos de asfaltos. También en dicho estudio señala que la capacidad de soporte al daño por parte de los vehículos pesados en las losas de concreto, pueden llegar a cuatro veces más que los ejecutados en Asfalto.

Un factor que se debe tener en consideración para próximos estudios, es la evaluación ambiental de ambos pavimentos, considerando el consumo de energía en la producción, las emisiones de carbono y otros factores que contribuyen al medio ambiente. Otro aspecto que debe analizarse corresponde a los costos de rehabilitación y conservación de ambos métodos, si bien es cierto que al tener un rápido deterioro los pavimentos asfálticos, es lógico concluir que tendrán un mayor costo de rehabilitación y conservación, pero se requiere el análisis económico para dar fundamento a esa idea. Con estos aspectos desarrollados, nos brindaran mayores aportes al estudio y complementaran el análisis para la selección del mejor tipo de pavimento.

## **VI. CONCLUSIONES:**

Para el diseño de la Avenida Tamarindo de la Urbanización Casablanca, se obtuvo 193,589.10 Ejes Equivalentes, siendo el CBR de diseño de 3.44%, para un terreno del tipo CL-A-6, es decir suelo arcilloso; no se encontró nivel freático en los 1.50 m de profundidad de excavación de las calicatas. Para el caso de la pavimentación en Asfalto con el método de AASTHO 1993, resultó una estructura conformada por una carpeta de asfalto de 5 cm, 20 cm de base y 17 cm de subbase. Para el caso de la losa Optimizada TCP, resultaron en una estructura conformada por una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Las losas tendrán una dimensión máxima de 1.50m x 1.50m y, no requerirá la incorporación de fibra a la mezcla de concreto.

En la evaluación de los costos de ambos métodos, se obtuvo un ahorro del 0.6% para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, principalmente en los costos de movimiento de tierras.

En la evaluación de los tiempos de ejecución, se obtuvo una reducción de 8 días calendarios para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, teniendo presente la reducción de los trabajos de movimiento de tierras y el inicio temprano de la pavimentación con concreto.

En la evaluación de la vida útil, se mostró con experiencias en otros proyectos que se encuentran en servicio, que los efectos de las cargas, desgaste y otros agentes ambientales, son menores para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, por lo que su vida útil es mayor, de manera que los costos por rehabilitación y conservación disminuirían y lo harían mucho más rentable a lo largo de los años de servicio.

En resumen, tanto el análisis técnica y económica, el empleo de las Losas Optimizadas TCP resulta la óptima para vías locales de la urbanización Casablanca.

## **VII. RECOMENDACIONES:**

En el Perú no se encuentra normado el uso de la metodología de Losas optimizadas TCP y otras soluciones que se vienen implementando en otras partes del mundo, es por ello por lo que algunos municipios e instituciones del estado no las emplean ni las autorizan en sus proyectos. Algunas instituciones y empresas privadas vienen promoviendo la aplicación de esta tecnología en la ejecución de sus proyectos particulares, pero la brecha más importante se encuentra en las vías públicas, por lo que es importante que se impulse la incorporación en la norma peruana, los lineamientos para nuevas técnicas o innovaciones que pueden acelerar, de forma eficiente, el cierre de brechas en el Perú.

Según el Manual de Carreteras 2013- MTC, en los casos en que el CBR del suelo de la subrasante sea menor o igual al 6%, se recomienda la estabilización de los suelos, ya sea mediante el reemplazo del suelo, la estabilización química, mediante medios mecánicos, etc. Por lo que, se recomienda incluir una capa separadora de 10 cm de espesor, a fin de aislar las capas granulares de la estructura del pavimento, a las partículas de arcilla. En nuestro caso, el tipo de material encontrado se clasifica con CL o arcilla de mediana plasticidad, con un CBR de 3.44%, de manera que se recomienda incorporar una capa separadora de 10 cm de un material que presente un CBR superior al 10%. Dicha incorporación se aplicaría para ambas metodologías.

Se debe tener especial consideración en el tipo de tráfico que utilizará la vía, para nuestro caso se evidenció que los vehículos pesados lo conformaban el tipo C2 y C3, además el ingreso de la urbanización cuenta con control y vigilancia, por lo que se asegura las condiciones de diseño (restricciones para el ingreso de vehículos pesados). En algunos proyectos, no se cuenta con el control ni la supervisión de los accesos, de manera que pueden acceder vehículos de mayor tonelaje, muy superior a lo diseñado, lo que pudiera ocasionar el deterioro prematuro de las losas.

Un aspecto adicional por considerarse para futuros estudios en la determinación del tipo de pavimento a utilizar es la frecuencia del mantenimiento y conservación de las vías. Pues se conoce que las vías locales o urbanas no reciben mantenimientos por parte de las municipalidades ni por las juntas vecinales, de manera que el tipo de pavimento recomendado debe ser uno que requiera poco mantenimiento y pueda ser reparado o conservado por el propio vecino.

Otro aspecto que considerarse para futuros estudios en la determinación del tipo de pavimento a utilizar, son los beneficios e impactos medio ambientales que resulta en cada tipo de solución. Teniendo en cuenta que la producción de asfalto es mucho más contaminante que la producción de concreto, que la reflectancia del pavimento de concreto puede reducir la cantidad de energía que se gastaría en iluminar las calles vecinales, etc. Estos y otros factores pueden ayudar a determinar la selección del pavimento para nuestras vías.

## VIII. REFERENCIAS BIBLOGÁFICAS

Yepes, T. (2011). Infraestructura para la mayor integración de las Américas.

MTC (2020). Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructuras o de acceso a servicios.

Sialer Valdivieso, R. W. (2021). Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera-Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

Roberts, P., & Vidal, J. (2004). El fin del petróleo (p. 498). Barcelona: Ediciones B.

Thives, L. P., & Ghisi, E. (2017). Asphalt mixtures emission and energy consumption: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 473–484.

Anaya Palacio, J. C. (2020). 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 DTCH con base en los diseños empleados en los países de Chile, Colombia y Perú entre los años 2015-2020.

Cogollo, M. & Silva, A. (2018). “Modelación Numérica de Pavimentos Rígidos Mediante Modulación Convencional y de Losas Cortas.” Colombia.

Cortez Alvarado, M. J., & Rojas Castillo, A. A. (2022). Diseño de pavimento rígido aplicando el método de losas con geometría optimizada en la avenida Pumacahua en el Porvenir-Trujillo.

González Alarcón, D. A. (2017). Estudio técnico-económico entre pavimentos de losas de hormigón optimizadas y pavimentos de asfalto tradicional (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).

Quispe Rodriguez, A. (2021). Propuesta de diseño de pavimento con geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.

PMBOK® Guide, 2021

MANUAL DE CARRETERAS; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013)-  
Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.

Maceiras, R., Cancela, Á., & Goyanes, V. (2010). Aplicación de nuevas tecnologías en la docencia universitaria. Formación universitaria, 3(1), 21-26.

Londono, N. (1995, June). Que hay detrás de los Pavimentos. In Decimo Simposio Colombiano Sobre Ingeniería de Pavimentos.

Supo Gutiérrez, W. A. (2021). Aplicación de la tecnología de pavimentos de losas cortas TCP en la vía de acceso de la Universidad Peruana Unión, distrito de Juliaca–Puno.

Damián Acuña, K. G. (2017). Evaluación del estado del pavimento y su mejoramiento de la Av. Venus–tramo Jr. Los Chasquis-Jr. Júpiter en la Urb. El Trébol II Etapa-Los Olivos 2017.

Timias Lozano, J., & Zeña Flores, E. J. (2021). Evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Fitzcarrald aplicando el método PCI, Chiclayo 2021.

Diaz Sanchez, Y. M. (2021). Evaluación funcional del estado actual de calles y avenidas por método de inspección visual en el casco central del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

José Ever, M. R. (2019). Evaluación del pavimento flexible mediante método del PCI para mejorar la transitabilidad en principales calles de Urbanización la Primavera-Chiclayo.

Saldaña Marulanda, David (2013). Estudio comparativo de la sensibilidad de la metodología de diseño estructural de pavimentos flexibles: método AASHTO 93 y ME-PDG V 1.1

Velasco, M. L. Y. P., & Martínez, M. (2017). Muestreo probabilístico y no probabilístico. *Licenciatura en Ciencias Empresariales*, 1-14.

Céspedes Ojeda, A. I. (2019). Proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente empleando una planta de asfalto móvil.

## IX. ANEXOS.

### Anexo 1. Tabla resumen de conteo vehicular y el factor vehicular.

$$\text{LOG}\left(\frac{W}{W_{20}}\right) = 4.79 \text{ LOG}(18 - 1) - 4.19 \text{ LOG}(Lx + L2) + 4.33 \text{ LOG}(L2) + \frac{G}{B_1} - \frac{G}{B_2}$$

$$B_1 = -0.4 + \frac{0.08(Lx + L2)^{1.53}}{(SV+1)^{0.08(Lx+L2)^{1.53}}}$$

$$B_2 = -0.4 - \frac{0.08(18+1)^{1.53}}{(SV+1)^{0.08(18+1)^{1.53}}}$$

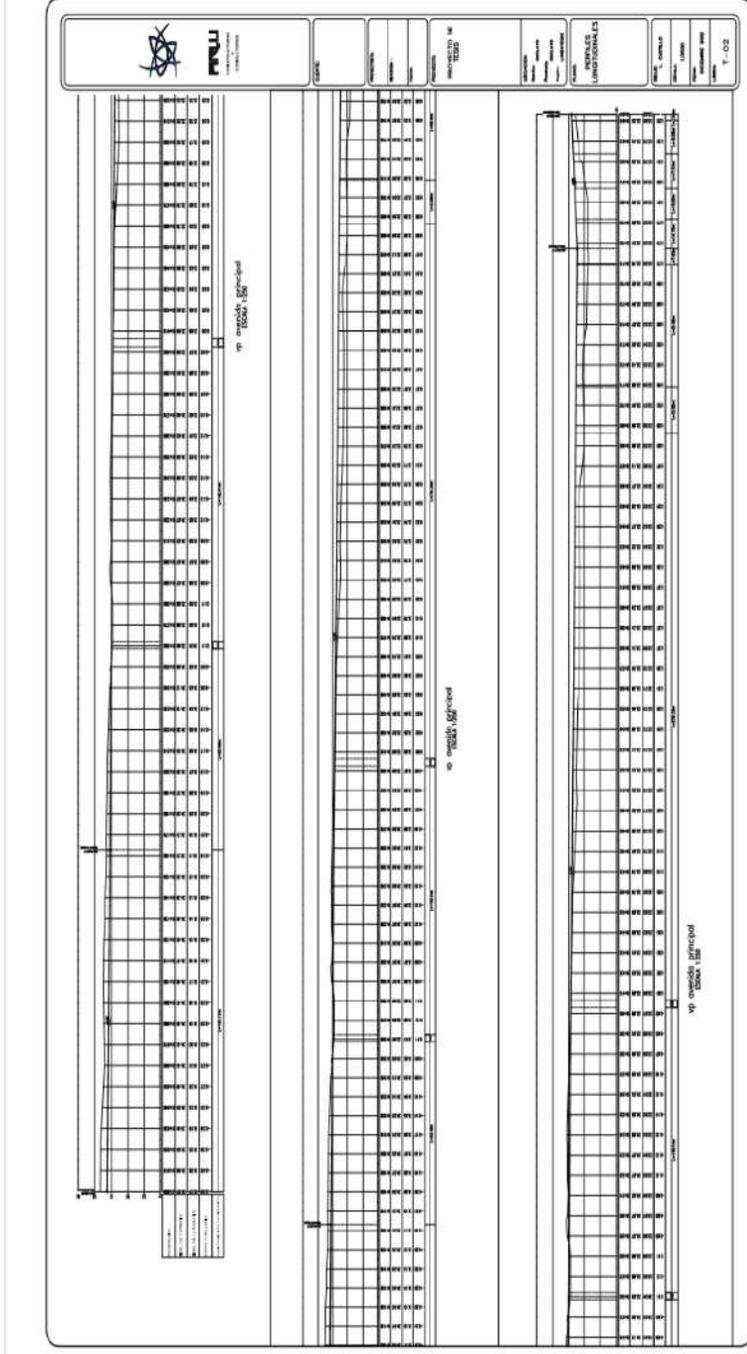
$$G = \text{LOG}\left(\frac{4.2 - B_1}{4.2 - 1.5}\right)$$

$B_{10} = 0.655$  Para  $Lx=18$  y  $L2=1$        $G_{10} = 0.291$

| MEDIO DE TRANSPORTE                    | MDA | PESO TOTAL (Tn) | PESO POR EJE (Tn) |       |        | PESO TOTAL (Kips) | Lx POR EJE (Kips) | L2    | B <sub>1</sub> | FALF <sub>1</sub> (POREJE) | FACTOR CAMION FC=ΣEALF <sub>1</sub> | FC*MDA     |
|--|-----|-----------------|-------------------|-------|--------|-------------------|-------------------|-------|----------------|----------------------------|-------------------------------------|------------|
|  |     |                 | EJE               | %     | Lx     |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| <b>VEHICULOS MENORES</b>               |     |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| <b>CATEGORIA "L"</b>                   |     |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| MOTOCAR/MOTO LINEAL                    | 0   | 0.30            | Del. 30.0%        |       |        |                   |                   | 1     |                |                            |                                     |            |
|  |     |                 | Post. 01 70.0%    |       |        |                   |                   | 1     |                |                            |                                     |            |
| <b>VEHIC. MAYOR</b>                    |     |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| <b>CATEGORIA "M"</b>                   |     |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| AUTOMOVILES                            | 117 | 3.00            | Del. 50.0%        | 1.50  | 6.608  | 3.304             | 1                 | 0.462 | 0.0012898      |                            | 0.900800                            | 0.1053000  |
|  |     |                 | Post. 01 50.0%    | 1.50  |        | 3.304             | 1                 | 0.462 | 0.0012898      |                            |                                     |            |
| STATION WAGON                          | 0   | 3.50            | Del. 50.0%        |       |        |                   |                   | 1     |                |                            |                                     |            |
|  |     |                 | Post. 01 50.0%    |       |        |                   |                   | 1     |                |                            |                                     |            |
| CAMIONETA PICK UP                      | 71  | 5.00            | Del. 50.0%        | 2.50  | 11.013 | 5.507             | 1                 | 0.468 | 0.0090417      |                            | 0.915600                            | 1.0650000  |
|  |     |                 | Post. 01 50.0%    | 2.50  |        | 5.507             | 1                 | 0.468 | 0.0090417      |                            |                                     |            |
| PANEL                                  | 0   | 5.00            | Del. 50.0%        |       |        |                   |                   | 1     |                |                            |                                     |            |
|  |     |                 | Post. 01 50.0%    |       |        |                   |                   | 1     |                |                            |                                     |            |
| COMBI                                  | 6   | 7.00            | Del. 50.0%        | 3.50  | 15.419 | 7.709             | 1                 | 0.420 | 0.0353303      |                            | 0.915600                            | 0.0954000  |
|  |     |                 | Post. 01 50.0%    | 3.50  |        | 7.709             | 1                 | 0.420 | 0.0353303      |                            |                                     |            |
| <b>VEHICULOS PESADOS</b>               |     |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| <b>CATEGORIA "C"</b>                   |     |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| <b>TS-TRACTO CAMION + SEMIREMOLQUE</b> |     |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            |                                     |            |
| C2                                     | 23  | 17.00           | Del. 41.2%        | 7.00  | 37.445 | 15.419            | 1                 | 0.559 | 1.2730000      |                            | 3.529600                            | 81.1670000 |
|  |     |                 | Post. 01 58.8%    | 10.00 |        | 22.026            | 1                 | 0.874 | 2.2560000      |                            |                                     |            |
| C3                                     | 3   | 23.00           | Del. 30.4%        | 7.00  | 50.661 | 15.419            | 1                 | 0.559 | 1.2730000      |                            | 3.407600                            | 16.2210000 |
|  |     |                 | Post. 01 69.6%    | 16.00 |        | 35.242            | 1                 | 2.450 | 2.1340000      |                            |                                     |            |
| INDICE MEDIO DIARIO ANUAL              | 220 |                 |                   |       |        |                   |                   |       |                |                            | Σ =                                 | 92.6527000 |



Anexo 3. Plano de Perfil Longitudinal, desde la progresiva 0+000 hasta 0+777.12 una pendiente de -0.10% y desde la progresiva 0+777.12 hasta 0+844 una pendiente de +0.50%

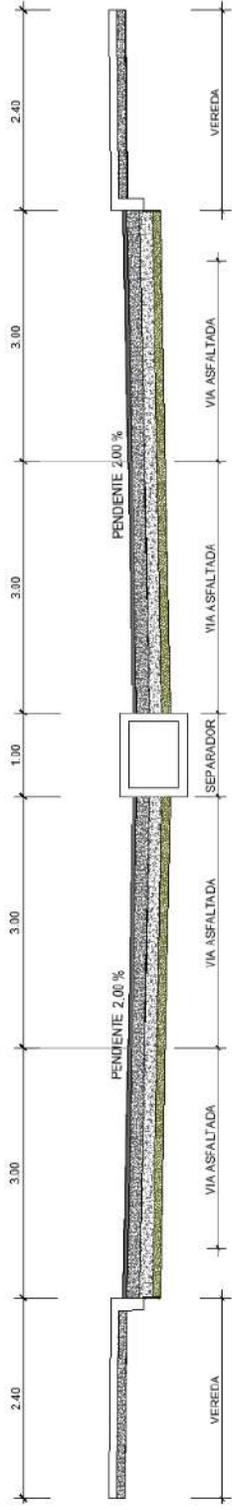




Anexo 5. Plano de Pavimentación de la Av. Tamarindo desde la progresiva 0+000 hasta 0+844.



Anexo 6. Sección Transversal Típico de la Avenida Tamarindo.





**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

SERVICIO TOPOGRAFICO

**INFORME TOPOGRAFICO**

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO  
PARA LA HABILITACION URBANA  
DE LA URBANIZACION CENTENARIO  
CHICLAYO  
NOVIEMBRE 2022

/



**WK TOPOGRAF**  
CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

## **LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA HABILITACION URBANA DE LA URBANIZACION CENTENARIO**

### **INTRODUCCION:**

Para la realización del presente Levantamiento Topográfico, las coordinaciones se realizaron con el ingeniero proyectista (Omar Chung Chao)

### **UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL TRABAJO:**

El área en mención se encuentra ubicado en la carretera Chiclayo Ferreñafe

Para esto se utilizó una estación Total Marca Leica modelo TS08 de 1" de precisión.

### **RECOPIACION DE LA INFORMACION:**

Para la realización del presente trabajo se coordinó y se recopiló toda la información requerida a través del Ingeniero Responsable del Proyecto, como planos de referencia datos de Hitos de control, e historia del terreno a Levantar

### **METODOLOGIA DEL TRABAJO:**

Una vez hechas las coordinaciones para la realización del trabajo de campo, estos se iniciaron el día Jueves 01 de Noviembre de 2022 al 01 de Diciembre del 2022 con el personal de WK TOPOGRAF y estos consistían inicialmente en colocar el BM Base, el cual se colocó en el techo de una oficina (coordenadas: E: 632107.11, N: 9254008.31, Z: 40.85msnm) y uno auxiliar (Coordenadas: E: 632132.986, N: 9253985.67, Z: 36.62msnm); ubicado en el borde de la pista

Una vez, colocado y referenciado la Estación Base y Estación secundaria, se procedió al Levantamiento del terreno tipo radicación por todo el terreno indicado.

Este terreno es relativamente plano, su relieve no es accidentado es un terreno de cultivo anterior bien tratado.

Este terreno lo bordea una pista de asfalto y un canal, este canal fue trabajado topográficamente demostrado a través del plano de planta y perfil PL-01 ST-01

### **EQUIPO UTILIZADO**

CONSULTORÍA WK TOPOGRAF Y PROYECTOS S.R.L.  
A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640  
[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)

**Geotop**  
Geodesia y Topografía

Alm. 2017  
W Cut - WREM

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

INDICOPI

FONDO A. CONSULTORIA WK TOPOGRAF Y PROYECTOS S.R.L.  
EQUIPO: Estacion Total Marca LEICA Modelo TS60 POWER-8® Batis  
SERIE: 134992

R.U.C: 20526004648  
FECHA DE EMISION: 2017-08-31

GEOTOP S.A.C. CERTIFICA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ON 18722, SEGUN LOS ESTANDARES INTERNACIONALES ESTABLECIDOS

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INSTRUMENTO SEGUN EL FABRICANTE**

Modelo del Instrumento: TS60 Batis  
Resolución Horizontal: 0.05"  
Resolución Vertical: 0.02"  
Alcance Máximo: 700'

**VERIFICACION DEL EQUIPO**

|                        |                   |                          |
|------------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>ANIL DE CONTROL</b> | <b>BASE</b>       | <b>REVISION</b>          |
| PRECISION TECNICA      | CONDICIONADO      | OPORTUNIDAD              |
| RESOLUCION HORIZONTAL  | USOS              | PERMANENCIA DEL          |
| RESOLUCION VERTICAL    | TRANSPARENCIA     | DE LA LENTE DE           |
|                        |                   | PLUMBACION               |
| <b>RICAMBA</b>         | <b>PRECISION</b>  | <b>APARIENCIA VISIBL</b> |
| ANGULO                 | ANGULO HORIZONTAL | LECTURA                  |
| ANGULO HORIZONTAL      | ANGULO VERTICAL   | LENGUAJE                 |
| ANGULO VERTICAL        |                   |                          |
| <b>ALIBRACION</b>      |                   |                          |
| ANGULO                 |                   |                          |
| RESOLUCION             |                   |                          |

**PATRON DE MEDICIONES DEL INSTRUMENTO EN 00°00'00"**

|          |           |     |           |     |
|----------|-----------|-----|-----------|-----|
| ANGULO H | 00°00'00" | 00" | 00°00'00" | 00" |
| ANGULO V | 00°00'00" | 00" | 00°00'00" | 00" |
| ANGULO   | 00°00'00" | 00" | 00°00'00" | 00" |
| ANGULO   | 00°00'00" | 00" | 00°00'00" | 00" |

**MEDICIONES DE PATRON**

|          |           |     |
|----------|-----------|-----|
| ANGULO H | 00°00'00" | 00" |
| ANGULO V | 00°00'00" | 00" |

**RESULTADO P-OK H-OK**

**VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO**

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| ANGULO HORIZONTAL | ANGULO VERTICAL |
| ANGULO HORIZONTAL | ANGULO VERTICAL |

**VALOR A CORREGIR**

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| ANGULO HORIZONTAL | ANGULO VERTICAL |
| ANGULO HORIZONTAL | ANGULO VERTICAL |

**VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO**

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| ANGULO HORIZONTAL | ANGULO VERTICAL |
| ANGULO HORIZONTAL | ANGULO VERTICAL |

**CALIBRACION DEL DISTANCIOMETRO**

| LONG. REAL | CONVERSION DE MEDICACION | MEDICACION | ERROR | PRECISION DE MEDICACION |
|------------|--------------------------|------------|-------|-------------------------|
| 100.00     | 0.75                     | 100        | 0.00  | 0.00                    |
| 150.00     | 1.125                    | 150        | 0.00  | 0.00                    |
| 200.00     | 1.50                     | 200        | 0.00  | 0.00                    |

**MARGEN DE TOLERANCIA**

|        |        |         |
|--------|--------|---------|
| GRADO  | ANGULO | SEGUNDA |
| ± 0.05 | 0.05   | 0.05    |

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MENSA DE INGENIERIA TOTALMENTE ADECUADO CONTINGENTE Y CALIBRADO, SEGUN NORMA ON 18722.

**CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACION Y VERIFICACION**

Temp. de Ambiente: 20°C  
Humedad: 50%

**MEMORIA FOTOGRAFICA**



| PTO.  | X          | Y          | Z       | CSigo |
|-------|------------|------------|---------|-------|
| 10000 | 632106     | 9254006    | 41      |       |
| 10001 | 632077.5   | 9253942.88 | 36.7022 | WK02  |
| 10000 | 632106     | 9254006    | 41      |       |
| 1     | 632139.492 | 9253974.41 | 36.8947 | P     |
| 10002 | 632131.932 | 9253983.43 | 36.7698 | WK03  |
| 2     | 632132.827 | 9253983.14 | 36.7333 | C     |
| 3     | 632134.198 | 9253981.7  | 36.8729 | P     |
| 4     | 632167.401 | 9253995.31 | 36.9051 | P     |
| 5     | 632162.381 | 9254003.18 | 36.8697 | P     |
| 6     | 632161.627 | 9254004.71 | 36.8281 | C     |
| 7     | 632189.53  | 9254025.72 | 36.8726 | C     |
| 8     | 632190.439 | 9254022.55 | 36.9752 | P     |
| 9     | 632195.946 | 9254017.48 | 36.9943 | P     |
| 10    | 632223.596 | 9254038.37 | 36.964  | P     |
| 11    | 632217.82  | 9254046.05 | 36.9655 | P     |
| 12    | 632217.429 | 9254046.46 | 37.0095 | C     |
| 13    | 632015.362 | 9254094.53 | 35.6784 |       |
| 14    | 632015.41  | 9254094.53 | 35.6499 | CALJ  |
| 15    | 632215.592 | 9254048.79 | 35.8424 | CANA  |
| 16    | 632215.075 | 9254049.5  | 35.8659 | CANA  |
| 17    | 632214.532 | 9254050.1  | 36.0579 | CANA  |
| 18    | 632216.389 | 9254046.74 | 37.178  | T     |
| 19    | 632210.193 | 9254055.78 | 35.7072 | T     |
| 20    | 632191.619 | 9254033.32 | 36.1443 | CANA  |
| 21    | 632191.874 | 9254032.57 | 35.6987 | CANA  |
| 22    | 632192.865 | 9254032.01 | 35.7188 | CANA  |
| 23    | 632194.59  | 9254030.85 | 36.9471 | T     |
| 24    | 632187.471 | 9254039.83 | 35.6882 | T     |
| 25    | 632186.681 | 9254029.51 | 36.401  | PSTE  |
| 26    | 632177.395 | 9254021.81 | 36.1797 | CANA  |
| 27    | 632178.285 | 9254020.26 | 35.5117 | CANA  |
| 28    | 632179.642 | 9254018.72 | 36.3315 | T     |
| 29    | 632170.529 | 9254027.16 | 35.6785 | T     |
| 30    | 632173.582 | 9254018.36 | 35.4552 | CANA  |
| 31    | 632173.232 | 9254019.08 | 35.5455 | CANA  |
| 32    | 632172.962 | 9254019.65 | 36.1    | CANA  |
| 33    | 632168.41  | 9254015.34 | 37.3303 | T     |



# WK TOPOGRAF

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|    |            |            |         |       |
|----|------------|------------|---------|-------|
| 34 | 632155.907 | 9254016.69 | 35.5931 | T     |
| 35 | 632167.293 | 9254020.17 | 35.9951 | CANA  |
| 36 | 632166.7   | 9254019.4  | 35.4111 | CANA  |
| 37 | 632166.556 | 9254018.24 | 35.4318 | CANA  |
| 38 | 632166.468 | 9254017.25 | 36.4015 | T     |
| 39 | 632164.777 | 9254009.74 | 36.9085 | T     |
| 40 | 632132.209 | 9254003.4  | 35.488  | T     |
| 41 | 632159.951 | 9254006.2  | 36.78   | T     |
| 42 | 632142.636 | 9254022.58 | 35.7083 | CANA  |
| 43 | 632142.336 | 9254022.15 | 34.951  | CANA  |
| 44 | 632142.283 | 9254021.52 | 34.9799 | CANA  |
| 45 | 632142.375 | 9254021.24 | 35.5469 | CANA  |
| 46 | 632123.099 | 9253995.58 | 35.7997 | C     |
| 47 | 632114.258 | 9254024.87 | 35.5772 | CANA  |
| 48 | 632114.303 | 9254025.19 | 34.8672 | CANA  |
| 49 | 632114.347 | 9254025.84 | 34.8604 | CANA  |
| 50 | 632114.433 | 9254026.08 | 35.457  | CANA  |
| 51 | 632135.274 | 9253999.04 | 35.3733 | T     |
| 52 | 632105.839 | 9254017.62 | 35.5941 | CASET |
| 53 | 632109.113 | 9254026.32 | 35.4188 | CANA  |
| 54 | 632109.244 | 9254026.12 | 34.8324 | CANA  |
| 55 | 632109.197 | 9254025.47 | 34.83   | CANA  |
| 56 | 632109.189 | 9254025.16 | 35.4018 | CANA  |
| 57 | 632125.199 | 9254031.3  | 35.5376 | T     |
| 58 | 632197.878 | 9254071.83 | 35.5386 | C     |
| 59 | 632188.173 | 9254065.79 | 34.3507 | T     |
| 60 | 632171.598 | 9254051.04 | 35.7014 | T     |
| 61 | 632187.181 | 9254084.88 | 35.5859 | C     |
| 62 | 632177.797 | 9254080.92 | 35.6194 | C     |
| 63 | 632162.618 | 9254062.9  | 35.6395 | C     |
| 64 | 632175.176 | 9254101.05 | 35.5389 | C     |
| 65 | 632160.494 | 9254095.85 | 35.5508 | T     |
| 66 | 632153.837 | 9254091.29 | 35.5725 | T     |
| 67 | 632145.368 | 9254103.99 | 35.6115 | T     |
| 68 | 632150.736 | 9254109.97 | 35.6012 | T     |
| 69 | 632161.597 | 9254119.04 | 35.6304 | C     |
| 70 | 632154.604 | 9254127.05 | 35.8013 | C     |
| 71 | 632131.495 | 9254122.02 | 35.5046 | T     |
| 72 | 632138.169 | 9254126.42 | 35.5514 | T     |
| 73 | 632138.741 | 9254135.78 | 35.4067 | C     |

CONSULTORIA WK TOPOGRAFIA Y PROYECTOS S.R.L.  
A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640  
[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)



**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|     |            |            |         |      |
|-----|------------|------------|---------|------|
| 74  | 632126.694 | 9254132.78 | 35.8221 | CANA |
| 75  | 632137.134 | 9254128.71 | 35.8251 | CANA |
| 76  | 632134.526 | 9254125.89 | 35.7965 | CANA |
| 77  | 632153.093 | 9254127.6  | 35.7752 | CANA |
| 78  | 632132.387 | 9254130.13 | 35.2601 | CANA |
| 79  | 632120.736 | 9254132.88 | 35.2946 | CANA |
| 80  | 632122.115 | 9254131.85 | 35.4354 | CANA |
| 81  | 632137.184 | 9254130.05 | 35.4119 | CANA |
| 82  | 632154.237 | 9254126.56 | 35.4028 | CANA |
| 83  | 632132.345 | 9254131.87 | 35.8699 | CANA |
| 84  | 632120.606 | 9254131.51 | 35.7619 | CANA |
| 85  | 632118.088 | 9254146.43 | 35.3482 | C    |
| 86  | 632098.328 | 9254156.57 | 35.3481 | C    |
| 87  | 632112.862 | 9254135.06 | 35.7577 | CANA |
| 88  | 632112.765 | 9254135.19 | 35.757  | CANA |
| 89  | 632086.067 | 9254139.23 | 35.7302 | CANA |
| 90  | 632114.56  | 9254132.91 | 35.7603 | CANA |
| 91  | 632086.157 | 9254138.45 | 35.238  | CANA |
| 92  | 632066.456 | 9254170.36 | 35.3515 | C    |
| 93  | 632114.729 | 9254133.23 | 35.2607 | CANA |
| 94  | 632086.228 | 9254137.45 | 35.1997 | CANA |
| 95  | 632101.015 | 9254134.13 | 35.378  | CANA |
| 96  | 632086.206 | 9254136.57 | 35.6324 | CANA |
| 97  | 632067.241 | 9254153.24 | 35.3467 | T    |
| 98  | 632073.836 | 9254141.82 | 35.6132 | T    |
| 99  | 632079.786 | 9254134.61 | 35.6073 | CANA |
| 100 | 632080.394 | 9254134.37 | 35.6049 | CANA |
| 101 | 632081.199 | 9254134.8  | 35.598  | CANA |
| 102 | 632081.225 | 9254134.07 | 35.2786 | CANA |
| 103 | 632081.713 | 9254133.76 | 35.2898 | CANA |
| 104 | 632082.125 | 9254133.44 | 35.5853 | CANA |
| 105 | 632079.601 | 9254131.46 | 35.307  | CANA |
| 106 | 632079.753 | 9254131.39 | 35.6449 | CANA |
| 107 | 632078.93  | 9254131.97 | 35.2339 | CANA |
| 108 | 632078.624 | 9254132.42 | 35.6634 | CANA |
| 109 | 632079.388 | 9254133.06 | 35.6529 | CANA |
| 110 | 632079.817 | 9254133.2  | 35.2181 | CANA |
| 111 | 632078.905 | 9254134.01 | 35.2404 | CANA |
| 112 | 632086.201 | 9254119.3  | 35.345  | T    |
| 113 | 632095.517 | 9254119.26 | 35.3906 | T    |

CONSULTORIA WK TOPOGRAF Y PROYECTOS S.R.L.  
A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640  
[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)

8



**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|     |            |            |         |       |
|-----|------------|------------|---------|-------|
| 114 | 632095.747 | 9254119.02 | 35.3939 | T     |
| 115 | 632097.678 | 9254107.27 | 35.4615 | T     |
| 116 | 632105.128 | 9254120.23 | 35.3966 | T     |
| 117 | 632117.498 | 9254120.68 | 35.5116 | T     |
| 118 | 632103.552 | 9254093.44 | 35.5045 | T     |
| 119 | 632126.78  | 9254093.82 | 35.4419 | T     |
| 120 | 632132.948 | 9254095.46 | 35.5077 | T     |
| 121 | 632113.892 | 9254076.21 | 35.3907 | T     |
| 122 | 632124.79  | 9254076.8  | 35.4443 | T     |
| 123 | 632136.345 | 9254077.87 | 35.5632 | T     |
| 124 | 632114.959 | 9254064.34 | 35.5154 | T     |
| 125 | 632126.299 | 9254069.46 | 35.5278 | T     |
| 126 | 632117.745 | 9254053.05 | 35.5099 | T     |
| 127 | 632139.777 | 9254070.42 | 35.5738 | T     |
| 128 | 632128.931 | 9254055.47 | 35.6067 | T     |
| 129 | 632119.938 | 9254043.74 | 35.5538 | T     |
| 130 | 632128.304 | 9254047.16 | 35.6288 | T     |
| 131 | 632141.954 | 9254065.22 | 35.5784 | T     |
| 132 | 632136.687 | 9254034.49 | 35.5832 | T     |
| 133 | 632144.931 | 9254053.16 | 35.5748 | T     |
| 134 | 632101.676 | 9254023.9  | 35.4153 | CANA  |
| 135 | 632091.791 | 9254017.28 | 35.4146 | CANA  |
| 136 | 632079.575 | 9254011.83 | 35.4845 | CANA  |
| 137 | 632080.141 | 9254012.85 | 34.844  | CANA  |
| 138 | 632093.858 | 9254020.11 | 34.8033 | CANA  |
| 139 | 632101.791 | 9254023.68 | 34.8422 | CANA  |
| 140 | 632101.907 | 9254023.17 | 34.8493 | CANA  |
| 141 | 632089.903 | 9254016.47 | 34.7991 | CANA  |
| 142 | 632080.151 | 9254010.77 | 35.4747 | CANA  |
| 143 | 632081.546 | 9254004.49 | 35.4671 | CASET |
| 144 | 632082.355 | 9254004.15 | 35.5576 | CASET |
| 145 | 632096.94  | 9254010.91 | 35.5696 | CASET |
| 146 | 632084.912 | 9254006.1  | 35.4751 | CASET |
| 147 | 632087.042 | 9254003.47 | 35.4389 | CASET |
| 148 | 632094.032 | 9254032.84 | 35.3578 | T     |
| 149 | 632083.704 | 9254025.57 | 35.3911 | T     |
| 150 | 632074.192 | 9254018.75 | 35.413  | T     |
| 151 | 632073.748 | 9254040.11 | 35.3007 | T     |
| 152 | 632076.297 | 9254043.99 | 35.3041 | T     |
| 153 | 632064.129 | 9254032.41 | 35.2791 | T     |

CONSULTORIA WK TOPOGRAFIA Y PROYECTOS S.R.L.

A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640

[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)

|     |            |            |         |      |
|-----|------------|------------|---------|------|
| 154 | 632051.809 | 9254056.36 | 35.2925 | T    |
| 155 | 632060.562 | 9254063.37 | 35.3311 | T    |
| 156 | 632067.091 | 9254068.13 | 35.3251 | T    |
| 157 | 632038.836 | 9254064.99 | 35.2569 | T    |
| 158 | 632048.296 | 9254074.01 | 35.3007 | T    |
| 159 | 632055.885 | 9254080.33 | 35.286  | T    |
| 160 | 632028.678 | 9254083.99 | 35.2969 | T    |
| 161 | 632033.286 | 9254086.91 | 35.3314 | T    |
| 162 | 632044.047 | 9254096.26 | 35.3086 | T    |
| 163 | 632020.408 | 9254098.77 | 35.4333 | CANA |
| 164 | 632029.198 | 9254093.5  | 35.4808 | CANA |
| 165 | 632040.408 | 9254101.29 | 35.6172 | CANA |
| 166 | 632039.892 | 9254101.85 | 35.2061 | CANA |
| 167 | 632028.563 | 9254093.21 | 35.2221 | CANA |
| 168 | 632010.495 | 9254089.13 | 35.1144 | CANA |
| 169 | 632010.833 | 9254090.4  | 35.1199 | CANA |
| 170 | 632028.57  | 9254094.81 | 35.1923 | CANA |
| 171 | 632038.6   | 9254102.26 | 35.205  | CANA |
| 172 | 632036.377 | 9254101.3  | 35.5368 | CANA |
| 173 | 632028.354 | 9254094.91 | 35.4556 | CANA |
| 174 | 632010.626 | 9254090.46 | 35.5683 | CANA |
| 175 | 632001.153 | 9254101.05 | 35.2177 | T    |
| 176 | 632028.562 | 9254113.72 | 35.3839 | T    |
| 177 | 631994.614 | 9254113.39 | 35.265  | T    |
| 178 | 632008.556 | 9254120.29 | 35.3434 | T    |
| 179 | 632019.24  | 9254125.67 | 35.2455 | T    |
| 180 | 631991.272 | 9254132.44 | 35.1443 | T    |
| 181 | 631978.103 | 9254125.27 | 35.1762 | T    |
| 182 | 632011.934 | 9254145.67 | 35.5115 | CAN  |
| 183 | 632011.925 | 9254146.37 | 35.1543 | CAN  |
| 184 | 632012.041 | 9254147.5  | 35.0811 | CAN  |
| 185 | 632012.548 | 9254147.72 | 35.3294 | CAN  |
| 186 | 631979.584 | 9254140.11 | 35.2616 | T    |
| 187 | 631970.376 | 9254137.34 | 35.1795 | T    |
| 188 | 631970.864 | 9254137.26 | 35.1804 | T    |
| 189 | 631981.281 | 9254141.27 | 35.2673 | T    |
| 190 | 632008.585 | 9254158    | 35.3355 | T    |
| 191 | 631990.866 | 9254166.09 | 35.2281 | T    |
| 192 | 631973.345 | 9254148.89 | 35.2711 | T    |
| 193 | 631965.747 | 9254145.93 | 35.2119 | T    |

|     |            |            |         |   |
|-----|------------|------------|---------|---|
| 194 | 631982.446 | 9254174.71 | 35.269  | T |
| 195 | 631972.171 | 9254153.33 | 35.271  | T |
| 196 | 631960.897 | 9254152.87 | 35.2182 | T |
| 197 | 631967.679 | 9254169.49 | 35.253  | T |
| 198 | 631952.531 | 9254167.64 | 35.3267 | T |
| 199 | 631954.894 | 9254183.37 | 35.3411 | T |
| 200 | 631966.121 | 9254187.81 | 35.2055 | T |
| 201 | 631975.874 | 9254189.77 | 35.1994 | T |
| 202 | 631957.814 | 9254201.81 | 35.0206 | T |
| 203 | 631968.968 | 9254211.09 | 35.2718 | C |
| 204 | 631982.025 | 9254207.47 | 35.1664 | C |
| 205 | 631959.795 | 9254213.38 | 34.8126 | C |
| 206 | 632015.509 | 9254197.95 | 35.278  | C |
| 207 | 632025.304 | 9254186.83 | 35.1846 | C |
| 208 | 632025.106 | 9254186.63 | 35.225  | C |
| 209 | 632017.091 | 9254183.51 | 35.2178 | C |
| 210 | 632024.892 | 9254171.34 | 35.2189 | T |
| 211 | 632016.855 | 9254173.58 | 35.2245 | T |
| 212 | 632021.983 | 9254157.65 | 35.31   | T |
| 213 | 632030.597 | 9254157.79 | 35.2943 | T |
| 214 | 632046.263 | 9254154.49 | 35.2099 | T |
| 215 | 632073.498 | 9254167.45 | 35.3143 | C |
| 216 | 632071.839 | 9254153.55 | 35.3164 | T |
| 217 | 631941.117 | 9254216.65 | 34.9293 | C |
| 218 | 631928.967 | 9254218.88 | 34.8512 | C |
| 219 | 631909.948 | 9254221.99 | 34.8144 | C |
| 220 | 631943.962 | 9254202.01 | 31.6037 | T |
| 221 | 631935.321 | 9254200.51 | 34.8654 | T |
| 222 | 631922.19  | 9254203.91 | 34.8144 | T |
| 223 | 631946.356 | 9254175.96 | 34.9017 | T |
| 224 | 631939.995 | 9254173.41 | 34.9084 | T |
| 225 | 631929.778 | 9254175.02 | 34.9471 | T |
| 226 | 631946.657 | 9254159.05 | 35.2686 | T |
| 227 | 631941.682 | 9254158.33 | 34.9901 | T |
| 228 | 631930.876 | 9254162.34 | 35.1823 | T |
| 229 | 631949.26  | 9254140.65 | 35.1128 | T |
| 230 | 631941.364 | 9254135.06 | 35.1868 | T |
| 231 | 631936.246 | 9254133.44 | 34.9822 | T |
| 232 | 631962.769 | 9254133.86 | 35.175  | T |
| 233 | 631952.887 | 9254127.39 | 35.1128 | T |

|     |            |            |         |      |
|-----|------------|------------|---------|------|
| 234 | 631943.839 | 9254119.72 | 35.1037 | T    |
| 235 | 631959.884 | 9254107.53 | 35.2751 | T    |
| 236 | 631965.45  | 9254103.82 | 35.1512 | T    |
| 237 | 631958.452 | 9254104.31 | 35.143  | T    |
| 238 | 631952.018 | 9254099.59 | 35.3439 | T    |
| 239 | 631968.587 | 9254105.12 | 35.2319 | T    |
| 240 | 631961.145 | 9254098.86 | 34.9379 | T    |
| 241 | 631951.88  | 9254099.59 | 35.3363 | T    |
| 242 | 631960.913 | 9254088.32 | 35.2075 | T    |
| 243 | 631950.424 | 9254085.5  | 35.2186 | T    |
| 244 | 631952.118 | 9254088.44 | 35.2229 | T    |
| 245 | 631962.176 | 9254090.51 | 35.2056 | T    |
| 246 | 631985.533 | 9254073.09 | 35.3184 | T    |
| 247 | 631972.601 | 9254068.79 | 35.3121 | T    |
| 248 | 631993.566 | 9254065.25 | 35.2897 | T    |
| 249 | 631980.918 | 9254056.43 | 35.5266 | T    |
| 250 | 631971.656 | 9254048.37 | 35.0889 | T    |
| 251 | 632004.244 | 9254052.7  | 35.1938 | T    |
| 252 | 631995.422 | 9254046.47 | 35.2953 | T    |
| 253 | 631989.841 | 9254041.25 | 35.2637 | T    |
| 254 | 632013.672 | 9254041.3  | 35.3183 | T    |
| 255 | 632002.099 | 9254036.33 | 35.2444 | T    |
| 256 | 631995.904 | 9254032.12 | 35.275  | T    |
| 257 | 632021.769 | 9254026.15 | 35.3297 | T    |
| 258 | 632013.289 | 9254024.68 | 35.501  | T    |
| 259 | 632003.704 | 9254017.67 | 35.404  | T    |
| 260 | 632033.263 | 9254014.94 | 35.5238 | T    |
| 261 | 632024.836 | 9254008.09 | 35.3659 | T    |
| 262 | 632016.192 | 9254005.75 | 35.4363 | T    |
| 263 | 632054.991 | 9254021.82 | 35.5813 | CAJA |
| 264 | 632054.358 | 9254013.4  | 35.3994 | CAJA |
| 265 | 632056.005 | 9254014.58 | 35.4104 | CAJA |
| 266 | 632054.186 | 9254021.16 | 35.5831 | CAJA |
| 267 | 632053.57  | 9254022.26 | 35.5889 | CAJA |
| 268 | 632057.976 | 9254012.19 | 35.3733 | CAJA |
| 269 | 632054.033 | 9254021.29 | 35.5655 | CAJA |
| 270 | 632056.167 | 9254010.88 | 35.3845 | CAJA |
| 271 | 632054.726 | 9254013.31 | 33.101  | CAJA |
| 272 | 631980.764 | 9254072.77 | 35.2192 | CAJA |
| 273 | 631980.766 | 9254072.74 | 35.2196 | T    |



**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|     |            |            |         |   |
|-----|------------|------------|---------|---|
| 274 | 631971.425 | 9254054.39 | 35.1894 | T |
| 275 | 631963.119 | 9254039.63 | 35.2614 | T |
| 276 | 631944.957 | 9254044.17 | 35.1734 | T |
| 277 | 631950.444 | 9254061.43 | 35.1831 | T |
| 278 | 631952.987 | 9254077.86 | 35.1968 | T |
| 279 | 631925.418 | 9254068.77 | 35.1399 | T |
| 280 | 631923.365 | 9254060.46 | 35.1538 | T |
| 281 | 631921.194 | 9254048.12 | 35.1743 | T |
| 282 | 631898.084 | 9254053.05 | 35.0265 | T |
| 283 | 631898.191 | 9254067.16 | 35.0668 | T |
| 284 | 631890.432 | 9254077.04 | 35.0844 | T |
| 285 | 631858.952 | 9254085.26 | 34.8668 | T |
| 286 | 631865.204 | 9254075.87 | 34.9763 | T |
| 287 | 631861.458 | 9254059.84 | 34.9811 | T |
| 288 | 631827.573 | 9254066.26 | 34.9674 | T |
| 289 | 631826.171 | 9254078.05 | 34.9569 | T |
| 290 | 631816.964 | 9254102.45 | 34.9152 | T |
| 291 | 631791.547 | 9254093.65 | 34.8456 | T |
| 292 | 631790.307 | 9254073.17 | 34.8827 | T |
| 293 | 631791.912 | 9254085.72 | 34.8961 | T |
| 294 | 631773.862 | 9254102.98 | 34.8203 | T |
| 295 | 631752.257 | 9254080.46 | 34.6426 | T |
| 296 | 631753.372 | 9254095.05 | 34.7281 | T |
| 297 | 631753.302 | 9254102.72 | 34.8433 | T |
| 298 | 631710.313 | 9254092.09 | 34.6856 | T |
| 299 | 631717.425 | 9254103.99 | 34.7203 | T |
| 300 | 631729.351 | 9254127.92 | 34.771  | T |
| 301 | 631677.103 | 9254111.15 | 34.533  | T |
| 302 | 631676.941 | 9254111.38 | 34.6059 | T |
| 303 | 631677.281 | 9254111.3  | 34.5764 | T |
| 304 | 631697.018 | 9254152.32 | 34.6278 | T |
| 305 | 631682.577 | 9254138.41 | 34.5369 | T |
| 306 | 631668.299 | 9254127.1  | 34.5275 | T |
| 307 | 631664.685 | 9254154.11 | 34.6883 | T |
| 308 | 631667.991 | 9254162.97 | 34.6342 | T |
| 309 | 631650.537 | 9254142.89 | 34.534  | T |
| 310 | 631631.531 | 9254155.99 | 34.5311 | T |
| 311 | 631638.426 | 9254170.73 | 34.6162 | T |
| 312 | 631644.128 | 9254187.47 | 34.5407 | T |
| 313 | 631604.34  | 9254196.99 | 34.3702 | T |

CONSULTORIA WK TOPOGRAF Y PROYECTOS S.R.L.  
A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640  
[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)



**WK TOPOGRAF**  
CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|     |            |            |         |          |
|-----|------------|------------|---------|----------|
| 314 | 631599.582 | 9254181.7  | 34.3754 | T        |
| 315 | 631594.198 | 9254162.66 | 34.3681 | T        |
| 316 | 631561.876 | 9254169.25 | 34.3199 | T        |
| 317 | 631566.733 | 9254189.12 | 34.3208 | T        |
| 318 | 631569.768 | 9254202.83 | 34.3828 | T        |
| 319 | 631518.047 | 9254168.17 | 33.8622 | CALICAT4 |
| 320 | 631511.167 | 9254175.39 | 34.0265 | CALICAT5 |
| 321 | 631525.364 | 9254192.33 | 34.0951 | T        |
| 322 | 631518.841 | 9254177.03 | 34.084  | T        |
| 323 | 631484.915 | 9254202.37 | 34.0178 | T        |
| 324 | 631486.746 | 9254196.67 | 34.0442 | T        |
| 325 | 631482.662 | 9254182.42 | 33.9556 | T        |
| 326 | 631445.739 | 9254231.98 | 33.8519 | T        |
| 327 | 631442.562 | 9254214.79 | 33.8444 | T        |
| 328 | 631438.693 | 9254193.43 | 33.8729 | T        |
| 329 | 631438.851 | 9254193.52 | 33.74   | T        |
| 330 | 631442.52  | 9254215.01 | 33.7597 | T        |
| 331 | 631445.698 | 9254232.07 | 33.8354 | T        |
| 332 | 631386.748 | 9254245.66 | 33.8151 | T        |
| 333 | 631382.219 | 9254225.79 | 33.6698 | T        |
| 334 | 631377.492 | 9254208.45 | 33.6757 | T        |
| 335 | 631345.711 | 9254220.47 | 33.5796 | T        |
| 336 | 631350.386 | 9254243.38 | 33.4724 | T        |
| 337 | 631353.716 | 9254257.8  | 33.614  | T        |
| 338 | 631329.494 | 9254266.27 | 33.5972 | T        |
| 339 | 631326.584 | 9254246.2  | 33.643  | T        |
| 340 | 631323.356 | 9254224.03 | 33.6671 | T        |
| 341 | 631285.32  | 9254236.47 | 33.3793 | T        |
| 342 | 631291.353 | 9254262.11 | 33.4398 | T        |
| 343 | 631296.242 | 9254283.6  | 33.5067 | T        |
| 344 | 631247.111 | 9254290.51 | 33.5909 | T        |
| 345 | 631242.339 | 9254271.31 | 33.3981 | T        |
| 346 | 631237.818 | 9254246.32 | 33.5307 | T        |
| 347 | 631160.324 | 9254197.84 | 34.2499 | C        |
| 348 | 631165.97  | 9254189.6  | 34.2867 | C        |
| 349 | 631190.813 | 9254274.91 | 33.612  | C        |
| 350 | 631161.997 | 9254201.47 | 33.9915 | C        |
| 351 | 631179.032 | 9254227.53 | 33.3151 | C        |
| 352 | 631207.224 | 9254340.58 | 33.6114 | C        |
| 353 | 631230.266 | 9254322.08 | 33.118  | T        |



**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|     |            |            |         |   |
|-----|------------|------------|---------|---|
| 354 | 631241.144 | 9254300.47 | 33.2254 | T |
| 355 | 631268.094 | 9254298.28 | 33.2009 | T |
| 356 | 631262.646 | 9254319.81 | 33.3239 | T |
| 357 | 631266.613 | 9254336.05 | 33.2296 | T |
| 358 | 631303.34  | 9254294.99 | 33.2722 | T |
| 359 | 631307.584 | 9254326.82 | 32.8744 | T |
| 360 | 631304.751 | 9254331.88 | 32.8523 | T |
| 361 | 631324.772 | 9254311.51 | 33.5187 | T |
| 362 | 631322.07  | 9254294.48 | 33.5469 | T |
| 363 | 631325.591 | 9254293.11 | 33.5678 | T |
| 364 | 631365.098 | 9254301.83 | 33.2957 | T |
| 365 | 631365.689 | 9254318.18 | 33.3229 | T |
| 366 | 631366.383 | 9254325.69 | 33.3105 | T |
| 367 | 631399.409 | 9254324.89 | 33.7845 | T |
| 368 | 631391.22  | 9254292.88 | 33.8247 | T |
| 369 | 631394.069 | 9254285.34 | 33.8582 | T |
| 370 | 631429.57  | 9254290.13 | 33.6945 | T |
| 371 | 631432.898 | 9254290.01 | 33.713  | T |
| 372 | 631437.913 | 9254325.33 | 33.6474 | T |
| 373 | 631472.853 | 9254282.5  | 33.7483 | T |
| 374 | 631479.195 | 9254307.28 | 33.7645 | T |
| 375 | 631476.539 | 9254323.21 | 33.7019 | T |
| 376 | 631499.361 | 9254320.59 | 33.7777 | T |
| 377 | 631493.398 | 9254290.6  | 33.9798 | T |
| 378 | 631489.591 | 9254265.5  | 33.9163 | T |
| 379 | 631539.297 | 9254292.1  | 33.8132 | T |
| 380 | 631537.562 | 9254303.2  | 33.8962 | T |
| 381 | 631533.418 | 9254252.12 | 33.9909 | T |
| 382 | 631581.367 | 9254255.4  | 34.2364 | T |
| 383 | 631587.986 | 9254293.75 | 34.3201 | T |
| 384 | 631592.922 | 9254314    | 34.278  | T |
| 385 | 631626.36  | 9254302.36 | 34.0838 | T |
| 386 | 631632.398 | 9254293.74 | 34.3089 | T |
| 387 | 631618.864 | 9254253.95 | 34.2739 | T |
| 388 | 631666.954 | 9254259.06 | 34.4099 | T |
| 389 | 631677.932 | 9254296.86 | 34.5592 | T |
| 390 | 631683.634 | 9254317.79 | 34.5029 | T |
| 391 | 631723.327 | 9254322.27 | 34.2003 | T |
| 392 | 631703.8   | 9254273.62 | 34.4406 | T |
| 393 | 631716.162 | 9254303.55 | 34.5766 | T |

|     |            |            |         |   |
|-----|------------|------------|---------|---|
| 394 | 631723.226 | 9254322.53 | 34.2456 | T |
| 395 | 631760.839 | 9254326.25 | 34.2709 | T |
| 396 | 631746.022 | 9254293.08 | 34.6887 | T |
| 397 | 631751.451 | 9254282.09 | 34.5149 | T |
| 398 | 631782.314 | 9254279.62 | 34.8337 | C |
| 399 | 631791.61  | 9254311.32 | 34.9243 | C |
| 400 | 631788.832 | 9254331.53 | 34.4207 | C |
| 401 | 631789.401 | 9254349.2  | 34.703  | C |
| 402 | 631786.552 | 9254356    | 35.3398 | C |
| 403 | 631779.871 | 9254366.02 | 35.3365 | C |
| 404 | 631766.155 | 9254380.22 | 35.1927 | C |
| 405 | 631757.728 | 9254386.87 | 34.4663 | C |
| 406 | 631773.67  | 9254211.74 | 34.6253 | C |
| 407 | 631772.78  | 9254204.31 | 34.6032 | T |
| 408 | 631772.655 | 9254196.08 | 34.7077 | T |
| 409 | 631810.734 | 9254206.9  | 34.6173 | C |
| 410 | 631809.226 | 9254199.15 | 34.6626 | T |
| 411 | 631807.962 | 9254191.49 | 34.6977 | T |
| 412 | 631856.097 | 9254201.64 | 34.7349 | C |
| 413 | 631852.169 | 9254184.3  | 34.8117 | T |
| 414 | 631854.477 | 9254192.06 | 34.7597 | T |
| 415 | 631903.745 | 9254174.4  | 34.8412 | C |
| 416 | 631903.575 | 9254174.34 | 34.8261 | T |
| 417 | 631903.731 | 9254174.32 | 34.7718 | T |
| 418 | 632043.901 | 9254019.87 | 35.5331 | T |
| 419 | 632040.852 | 9254008.47 | 35.5912 | T |
| 420 | 632038.927 | 9253993.66 | 35.4371 | T |
| 421 | 632015.786 | 9253995.14 | 35.3797 | T |
| 422 | 632018.759 | 9254021.74 | 35.4139 | T |
| 423 | 632014.543 | 9254028.44 | 35.2657 | T |
| 424 | 631990.877 | 9253987.58 | 35.218  | T |
| 425 | 631991.862 | 9254008.74 | 35.2918 | T |
| 426 | 631992.92  | 9254029.06 | 35.3742 | T |
| 427 | 631960.493 | 9254012.32 | 35.2497 | T |
| 428 | 631965.963 | 9254036.51 | 35.2698 | T |
| 429 | 631963.634 | 9254034.72 | 35.2208 | T |
| 430 | 631934.473 | 9254021.36 | 35.0413 | T |
| 431 | 631929.683 | 9254041.31 | 35.1955 | T |
| 432 | 631905.346 | 9254046.5  | 35.1199 | T |
| 433 | 631916.922 | 9254022.52 | 35.0799 | T |

|     |            |            |         |   |
|-----|------------|------------|---------|---|
| 434 | 631912.362 | 9253990.14 | 35.1792 | T |
| 435 | 631884.123 | 9253994.98 | 35.0244 | T |
| 436 | 631881.701 | 9254050.28 | 35.0434 | T |
| 437 | 631865.481 | 9254053.86 | 35.0085 | T |
| 438 | 631864.935 | 9254020.26 | 34.9168 | T |
| 439 | 631858.245 | 9253999.47 | 35.0571 | T |
| 440 | 631834.021 | 9254059.74 | 34.965  | T |
| 441 | 631825.898 | 9254039.75 | 34.8887 | T |
| 442 | 631818.76  | 9254016    | 34.6571 | T |
| 443 | 631791.032 | 9254067.79 | 34.7984 | T |
| 444 | 631790.283 | 9254057.88 | 34.6706 | T |
| 445 | 631780.586 | 9254034.39 | 34.6494 | T |
| 446 | 631759.672 | 9254074.5  | 34.6018 | T |
| 447 | 631750.684 | 9254046.3  | 34.5728 | T |
| 448 | 631756.399 | 9254033.62 | 34.6371 | T |
| 449 | 631734.712 | 9254078.46 | 34.5718 | T |
| 450 | 631724.947 | 9254050.5  | 34.5159 | T |
| 451 | 631699.82  | 9254027.69 | 34.8375 | T |
| 452 | 631713.059 | 9254083.93 | 34.4313 | T |
| 453 | 631706.466 | 9254054.97 | 34.4117 | T |
| 454 | 631713.378 | 9254043.48 | 35.1415 | T |
| 455 | 631692.066 | 9254088.43 | 34.5093 | T |
| 456 | 631662.596 | 9254093.32 | 34.3061 | T |
| 457 | 631666.282 | 9254070.23 | 34.4728 | T |
| 458 | 631724.605 | 9254019.05 | 34.3494 | T |
| 459 | 631703.844 | 9254018.06 | 35.0593 | T |
| 460 | 631741.604 | 9254020.05 | 35.0275 | T |
| 461 | 631750.926 | 9254006.06 | 34.5528 | T |
| 462 | 631729.882 | 9253988.13 | 34.4578 | T |
| 463 | 631715.109 | 9253985.93 | 34.9444 | T |
| 464 | 631730.705 | 9253964.55 | 34.4109 | T |
| 465 | 631774.682 | 9253977.04 | 34.7234 | T |
| 466 | 631726.627 | 9253950.58 | 34.7885 | T |
| 467 | 631780.425 | 9253948.79 | 34.5898 | T |
| 468 | 631759.163 | 9253935.36 | 34.4299 | T |
| 469 | 631736.428 | 9253924.29 | 34.7802 | T |
| 470 | 631793.197 | 9253918.92 | 34.5998 | T |
| 471 | 631747.021 | 9253894.99 | 34.7177 | T |
| 472 | 631773.736 | 9253908.34 | 34.4899 | T |
| 473 | 631754.289 | 9253874.75 | 31.7088 | T |

|       |            |            |         |       |
|-------|------------|------------|---------|-------|
| 474   | 631790.136 | 9253895.62 | 34.6162 | T     |
| 475   | 631775.439 | 9253889.58 | 34.6102 | T     |
| 476   | 631771.747 | 9253850.73 | 35.1132 | T     |
| 477   | 631794.267 | 9253865.7  | 34.6034 | T     |
| 478   | 631819.728 | 9253884.16 | 34.8318 | T     |
| 479   | 631788.776 | 9253835.31 | 35.0757 | T     |
| 480   | 631829.798 | 9253857.16 | 34.684  | T     |
| 481   | 631810.749 | 9253845.96 | 34.5687 | T     |
| 482   | 631789.858 | 9253841.5  | 33.8918 | CALIC |
| 10003 | 631760.878 | 9253853.66 | 36.017  | WK04  |
| 10004 | 631707.597 | 9254002.08 | 35.327  | WK05  |
| 10005 | 631780.878 | 9253855.66 | 36.017  |       |
| 490   | 631689.416 | 9254018.8  | 34.7027 | H     |
| 491   | 631696.776 | 9254022.11 | 34.7755 | H     |
| 492   | 631693.98  | 9254023.14 | 33.2572 | P     |
| 493   | 631691.174 | 9254019.76 | 33.123  | P     |
| 494   | 631700.068 | 9254009.38 | 33.1509 | P     |
| 495   | 631697.445 | 9254007.76 | 33.1037 | P     |
| 496   | 631706.782 | 9253978.22 | 33.1885 | P     |
| 497   | 631706.133 | 9253978.25 | 34.7027 | H     |
| 498   | 631699.508 | 9253998.36 | 35.1822 | H     |
| 499   | 631706.082 | 9253999.37 | 35.1663 | H     |
| 500   | 631710.114 | 9253981.94 | 35.1167 | H     |
| 501   | 631715.363 | 9253946    | 34.7636 | H     |
| 502   | 631716.426 | 9253946.85 | 33.221  | P     |
| 503   | 631709.096 | 9253982.53 | 33.0476 | P     |
| 504   | 631721.309 | 9253949.95 | 35.6122 | H     |
| 505   | 631732.348 | 9253902.91 | 34.6947 | H     |
| 506   | 631720.412 | 9253949.9  | 33.1088 | H     |
| 507   | 631720.407 | 9253949.91 | 33.1088 | P     |
| 508   | 631743.561 | 9253870.03 | 33.2888 | P     |
| 509   | 631732.427 | 9253902.5  | 33.1273 | P     |
| 510   | 631746.3   | 9253862.58 | 33.2604 | P     |
| 511   | 631735.593 | 9253906.54 | 33.1977 | P     |
| 512   | 631745.258 | 9253861.69 | 34.8589 | H     |
| 513   | 631736.098 | 9253906.63 | 35.0634 | H     |
| 514   | 631732.213 | 9253848.84 | 34.6591 | H     |
| 515   | 631749.61  | 9253870.44 | 35.279  | H     |
| 516   | 631754.104 | 9253849.18 | 33.465  | P     |
| 517   | 631748.605 | 9253869.67 | 33.1402 | P     |

|     |            |            |         |       |
|-----|------------|------------|---------|-------|
| 518 | 631757.46  | 9253855.83 | 35.6334 | P     |
| 519 | 631756.42  | 9253855.63 | 35.2639 | P     |
| 520 | 631773.839 | 9253831.59 | 33.2307 | P     |
| 521 | 631816.154 | 9253790.46 | 33.5154 | P     |
| 522 | 631774.171 | 9253836.34 | 33.2171 | P     |
| 523 | 631773.49  | 9253830.26 | 35.0063 | H     |
| 524 | 631815.331 | 9253789.69 | 35.1547 | H     |
| 525 | 631775.22  | 9253838.67 | 35.5338 | H     |
| 526 | 631809.817 | 9253805.31 | 36.089  | H     |
| 527 | 631808.649 | 9253801.83 | 33.4349 | P     |
| 528 | 631859.918 | 9253772.82 | 35.9541 | ALCAN |
| 529 | 631860.96  | 9253772.71 | 36.2579 | ALCAN |
| 530 | 631861.568 | 9253772.74 | 36.4166 | ALCAN |
| 531 | 631868.373 | 9253777.9  | 36.4125 | ALCAN |
| 532 | 631867.773 | 9253778.24 | 36.3282 | ALCAN |
| 533 | 631867.597 | 9253778.92 | 35.7732 | ALCAN |
| 534 | 631867.586 | 9253777.73 | 35.5906 | TUB   |
| 535 | 631866.87  | 9253777.24 | 34.2029 | TUB   |
| 536 | 631862.254 | 9253774.06 | 35.6193 | TUB   |
| 537 | 631866.686 | 9253777.14 | 34.048  | ALCA  |
| 538 | 631861.987 | 9253773.57 | 33.5751 | ALCA  |
| 539 | 631867.418 | 9253764.82 | 36.42   | PSTA  |
| 540 | 631859.449 | 9253771.12 | 36.3488 | PSTA  |
| 541 | 631856.826 | 9253778.44 | 33.577  | SIF   |
| 542 | 631853.49  | 9253775.37 | 33.6473 | SIF   |
| 543 | 631852.637 | 9253775.85 | 33.5063 | SIF   |
| 544 | 631855.611 | 9253778.91 | 33.5735 | SIF   |
| 545 | 631871.868 | 9253781.62 | 36.3827 | C     |
| 546 | 631861.569 | 9253783.97 | 36.5983 | C     |
| 547 | 631863.461 | 9253787.93 | 36.8607 | T     |
| 548 | 631847.971 | 9253791.15 | 35.9729 | T     |
| 549 | 631914.162 | 9253814.47 | 36.3496 | C     |
| 550 | 631860.303 | 9253798.63 | 34.5543 | T     |
| 551 | 631829.739 | 9253798.22 | 35.2168 | T     |
| 552 | 631915.113 | 9253813.76 | 36.4136 | P     |
| 553 | 631920.603 | 9253806.41 | 36.4236 | P     |
| 554 | 631830.97  | 9253802.51 | 34.3428 | T     |
| 555 | 631873.416 | 9253798.07 | 34.6179 | T     |
| 556 | 631853.583 | 9253812.55 | 34.5763 | T     |
| 557 | 631882.224 | 9253801.05 | 34.8351 | T     |



**WK TOPOGRAF**  
CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|     |            |            |         |       |
|-----|------------|------------|---------|-------|
| 558 | 631979.138 | 9253851.08 | 36.2879 | P     |
| 559 | 631972.436 | 9253857.81 | 36.3127 | P     |
| 560 | 631871.793 | 9253826.39 | 34.717  | T     |
| 561 | 631971.545 | 9253859.13 | 36.23   | C     |
| 562 | 631885.2   | 9253836.66 | 34.6751 | T     |
| 563 | 632015.293 | 9253893.31 | 36.1546 | C     |
| 564 | 632017.9   | 9253896.77 | 36.1744 | C     |
| 565 | 632022.397 | 9253899.01 | 36.2196 | C     |
| 566 | 631896.95  | 9253846.68 | 34.6938 | T     |
| 567 | 631887.578 | 9253800.53 | 36.3045 | T     |
| 568 | 631898.54  | 9253808.69 | 36.516  | PST   |
| 569 | 631898.737 | 9253812.55 | 35.3791 | T     |
| 570 | 631925.284 | 9253828.94 | 36.5981 | PSTE  |
| 571 | 631923.433 | 9253829.28 | 35.4275 | T     |
| 572 | 631949.739 | 9253849.71 | 35.8047 | T     |
| 573 | 631951.805 | 9253849.4  | 36.5557 | PSTE  |
| 574 | 631933.147 | 9253870.55 | 34.8257 | T     |
| 575 | 631978.67  | 9253871.46 | 35.6127 | P     |
| 576 | 631956.125 | 9253895.15 | 34.8824 | P     |
| 577 | 631979.31  | 9253870.87 | 36.3079 | PSTE  |
| 578 | 632004.23  | 9253889.5  | 36.4432 | PSTE  |
| 579 | 632003.072 | 9253890.83 | 36.1056 | T     |
| 580 | 631999.489 | 9253913.41 | 34.796  | T     |
| 581 | 632020.955 | 9253907.43 | 35.0847 | T     |
| 582 | 632030.826 | 9253910    | 36.9314 | PSTE  |
| 583 | 632081.722 | 9253949.23 | 35.9733 | PSTE  |
| 584 | 632004.797 | 9253939.96 | 35.0318 | T     |
| 585 | 632071.567 | 9253937.39 | 36.2627 | C     |
| 586 | 632072.678 | 9253940.08 | 36.2772 | C     |
| 587 | 632055.79  | 9253929.75 | 36.1006 | PSTE  |
| 588 | 632055.488 | 9253931.59 | 35.3428 | T     |
| 589 | 632063.334 | 9253952.37 | 35.0918 | C     |
| 590 | 632025.58  | 9253958.21 | 34.9704 | C     |
| 591 | 632025.465 | 9253958.17 | 34.9705 | T     |
| 592 | 632059.153 | 9253967.26 | 35.0744 | BZ    |
| 593 | 632066.766 | 9253987.82 | 35.0045 | CASET |
| 594 | 632029.544 | 9253979.88 | 34.978  | T     |
| 595 | 632025.291 | 9253984.87 | 34.9718 | T     |
| 596 | 631996.163 | 9253977.58 | 34.9245 | T     |
| 597 | 631995.873 | 9253965.55 | 34.9931 | T     |

|       |            |            |         |     |
|-------|------------|------------|---------|-----|
| 598   | 631968.394 | 9253965.94 | 34.988  | T   |
| 599   | 631995.558 | 9253965.79 | 34.9242 | T   |
| 600   | 631992.908 | 9253938.97 | 34.9402 | T   |
| 601   | 631940.968 | 9253928.32 | 34.9636 | T   |
| 602   | 631946.637 | 9253919.15 | 34.9534 | T   |
| 603   | 631902.654 | 9253900.33 | 34.8175 | CAN |
| 604   | 631903.061 | 9253900.18 | 34.3738 | CAN |
| 605   | 631903.425 | 9253899.77 | 34.3749 | CAN |
| 606   | 631903.746 | 9253899.62 | 34.8049 | CAN |
| 607   | 631879.449 | 9253902.53 | 34.6616 | T   |
| 608   | 631889.699 | 9253891.05 | 34.705  | T   |
| 609   | 631894.138 | 9253880.65 | 34.7185 | T   |
| 610   | 631849.102 | 9253872.56 | 34.7474 | T   |
| 611   | 631860.688 | 9253861.93 | 34.6408 | T   |
| 612   | 631868.636 | 9253849.76 | 34.7114 | T   |
| 613   | 631822.813 | 9253846.49 | 34.6632 | T   |
| 614   | 631832.297 | 9253839.18 | 34.5233 | T   |
| 615   | 631843.127 | 9253825.45 | 34.5879 | T   |
| 616   | 631797.627 | 9253828.73 | 34.1079 | T   |
| 617   | 631807.193 | 9253819.67 | 34.5622 | T   |
| 618   | 631817.013 | 9253809.83 | 34.7571 | T   |
| 619   | 631772.098 | 9253868.79 | 34.7085 | T   |
| 620   | 631771.525 | 9253845.03 | 35.4419 | T   |
| 621   | 631788.372 | 9253829.41 | 35.4205 | T   |
| 622   | 631784.446 | 9253856.66 | 34.6335 | T   |
| 623   | 631771.551 | 9253877.33 | 34.7325 | T   |
| 624   | 631762.507 | 9253854.99 | 35.4951 | T   |
| 625   | 631767.102 | 9253849.39 | 35.4769 | T   |
| 626   | 631789.562 | 9253828.14 | 35.4718 | T   |
| 10004 | 631707.597 | 9254002.08 | 35.327  |     |
| 627   | 631694.045 | 9254025.13 | 35.1302 | H   |
| 628   | 631693.751 | 9254024.44 | 33.0335 | P   |
| 629   | 631674.015 | 9254032.76 | 33.1522 | P   |
| 630   | 631674.763 | 9254033.7  | 35.0331 | H   |
| 631   | 631676.993 | 9254037.06 | 35.0869 | T   |
| 632   | 631675.933 | 9254027.31 | 32.9272 | P   |
| 633   | 631675.925 | 9254026.23 | 34.7132 | H   |
| 634   | 631637.093 | 9254047.63 | 35.0702 | H   |
| 635   | 631639.532 | 9254052.84 | 34.9567 | H   |
| 636   | 631637.374 | 9254048.49 | 32.9536 | P   |

|       |            |            |         |    |
|-------|------------|------------|---------|----|
| 637   | 631639.526 | 9254051.68 | 32.9457 | P  |
| 638   | 631641.75  | 9254056.31 | 35.1763 | T  |
| 639   | 631602.005 | 9254065.07 | 34.6351 | H  |
| 640   | 631602.427 | 9254065.96 | 32.8793 | P  |
| 641   | 631605.501 | 9254069.02 | 32.7346 | P  |
| 642   | 631585.107 | 9254074.24 | 32.9702 | P  |
| 643   | 631585.862 | 9254078.68 | 32.8758 | P  |
| 10005 | 631531.992 | 9254106.91 | 34.7765 | E  |
| 10006 | 631614.322 | 9254057.2  | 34.7829 | E  |
| 10005 | 631531.992 | 9254106.91 | 34.7856 |    |
| 644   | 631584.801 | 9254081.47 | 35.3622 | H  |
| 645   | 631584.831 | 9254079.21 | 32.7814 | P  |
| 646   | 631581.181 | 9254076.12 | 32.8501 | P  |
| 647   | 631580.569 | 9254075.51 | 34.7367 | H  |
| 648   | 631580.784 | 9254088.97 | 34.9335 | T  |
| 649   | 631580.412 | 9254075.37 | 34.7752 | H  |
| 650   | 631550.344 | 9254095.33 | 35.061  | H  |
| 651   | 631549.583 | 9254088.33 | 34.7076 | H  |
| 652   | 631549.275 | 9254091.35 | 32.6759 | H  |
| 653   | 631549.842 | 9254089.12 | 32.8936 | H  |
| 654   | 631552.121 | 9254113.43 | 35.1202 | T  |
| 655   | 631524.937 | 9254096.63 | 34.4145 | H  |
| 656   | 631526.617 | 9254103.18 | 34.9296 | H  |
| 657   | 631525.15  | 9254097.97 | 32.8192 | P  |
| 658   | 631526.126 | 9254102.33 | 32.8352 | P  |
| 659   | 631526.843 | 9254108.8  | 34.8504 | T  |
| 660   | 631487.058 | 9254115.2  | 34.3645 | H  |
| 661   | 631489.486 | 9254114.26 | 34.9499 | H  |
| 662   | 631490.273 | 9254119.3  | 34.6985 | T  |
| 663   | 631443.184 | 9254116.81 | 34.3673 | BZ |
| 664   | 631444.048 | 9254120.1  | 34.2594 | H  |
| 665   | 631445.81  | 9254127.55 | 34.7445 | H  |
| 666   | 631445.493 | 9254126.2  | 32.9082 | P  |
| 667   | 631445.386 | 9254126.67 | 32.9285 | P  |
| 668   | 631411.227 | 9254131.44 | 32.708  | H  |
| 669   | 631412.148 | 9254135.15 | 32.6304 | H  |
| 670   | 631412.279 | 9254135.82 | 34.8059 | P  |
| 671   | 631411.36  | 9254129.83 | 34.3761 | P  |
| 672   | 631413.985 | 9254141.14 | 34.6822 | T  |
| 673   | 631379.778 | 9254137.86 | 34.5385 | P  |



# WK TOPOGRAFIA

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

|       |            |            |         |         |
|-------|------------|------------|---------|---------|
| 674   | 631381.88  | 9254144.48 | 34.704  | P       |
| 675   | 631380.444 | 9254138.81 | 32.79   | P       |
| 676   | 631381.011 | 9254142.67 | 32.7901 | P       |
| 677   | 631355.173 | 9254146.33 | 32.8086 | P       |
| 678   | 631356.698 | 9254150.34 | 32.6404 | P       |
| 679   | 631356.88  | 9254150.95 | 34.759  | H       |
| 680   | 631355.051 | 9254145.54 | 34.5229 | H       |
| 681   | 631327.992 | 9254154.03 | 32.7289 | P       |
| 682   | 631328.576 | 9254159.44 | 32.7282 | P       |
| 683   | 631328.93  | 9254159.72 | 34.8053 | H       |
| 684   | 631327.57  | 9254152.78 | 34.4663 | H       |
| 685   | 631330.329 | 9254162.51 | 34.4315 | T       |
| 686   | 631308.465 | 9254158.33 | 34.3583 | H       |
| 687   | 631309.233 | 9254164.74 | 34.9187 | H       |
| 688   | 631308.678 | 9254162.67 | 32.8216 | P       |
| 689   | 631308.456 | 9254158.67 | 32.6898 | P       |
| 690   | 631287.044 | 9254166.8  | 32.6916 | P       |
| 691   | 631287.149 | 9254165.07 | 34.3084 | H       |
| 692   | 631282.376 | 9254168.73 | 35.1471 | H       |
| 693   | 631282.074 | 9254168.1  | 32.6177 | P       |
| 694   | 631288.163 | 9254160.64 | 32.7653 | DEFENSA |
| 695   | 631288.168 | 9254160.3  | 33.639  | DEFENSA |
| 696   | 631296.306 | 9254159.65 | 33.6011 | DEFENSA |
| 697   | 631296.216 | 9254159.95 | 32.8453 | DEFENSA |
| 698   | 631282.903 | 9254170.49 | 34.6526 | T       |
| 699   | 631284.048 | 9254172.39 | 33.9592 | T       |
| 700   | 631258.052 | 9254159.22 | 34.7764 | H       |
| 701   | 631260.442 | 9254169.02 | 32.7261 | P       |
| 702   | 631238.291 | 9254171.13 | 32.6534 | P       |
| 703   | 631238.535 | 9254171.65 | 34.6976 | H       |
| 704   | 631237.845 | 9254173.8  | 34.4179 | T       |
| 10007 | 631207.709 | 9254174.14 | 35.2751 | E       |
| 10008 | 631217.048 | 9254216.65 | 33.8147 | E       |
| 10007 | 631207.709 | 9254174.14 | 35.2791 |         |
| 705   | 631206.155 | 9254179.89 | 33.7855 | T       |
| 706   | 631221.628 | 9254167.22 | 32.6564 | ESTRUC  |
| 707   | 631221.979 | 9254173.24 | 34.5362 | ESTRUC  |
| 708   | 631221.213 | 9254164.76 | 34.398  | ESTRUC  |
| 709   | 631216.289 | 9254165.23 | 34.5251 | ESTRUC  |
| 710   | 631221.691 | 9254170.52 | 32.6205 | ESTRUC  |

|     |            |            |         |        |
|-----|------------|------------|---------|--------|
| 711 | 631211.613 | 9254168.62 | 34.552  | ESTRUC |
| 712 | 631209.353 | 9254170.05 | 32.6115 | ESTRUC |
| 713 | 631212.123 | 9254169.17 | 32.5645 | ESTRUC |
| 714 | 631209     | 9254169.93 | 34.5962 | ESTRUC |
| 715 | 631207.635 | 9254171.19 | 32.6264 | ESTRUC |
| 716 | 631207.302 | 9254168.37 | 32.6053 | ESTRUC |
| 717 | 631207.747 | 9254171.32 | 34.6001 | ESTRUC |
| 718 | 631207.165 | 9254168.23 | 34.5273 | ESTRUC |
| 719 | 631204.371 | 9254173.78 | 34.5674 | ESTRUC |
| 720 | 631203.603 | 9254172.77 | 34.5187 | ESTRUC |
| 721 | 631204.362 | 9254171.51 | 34.7149 | ESTRUC |
| 722 | 631202.006 | 9254164.86 | 34.6423 | ESTRUC |
| 723 | 631203.468 | 9254172.87 | 34.7103 | ESTRUC |
| 724 | 631203.453 | 9254172.95 | 34.5473 | ESTRUC |
| 725 | 631204.503 | 9254172.84 | 34.5721 | ESTRUC |
| 726 | 631200.091 | 9254163.82 | 34.5849 | ESTRUC |
| 727 | 631204.766 | 9254171.84 | 34.5788 | ESTRUC |
| 728 | 631199.772 | 9254162.85 | 34.6097 | ESTRUC |
| 729 | 631204.045 | 9254172.4  | 34.5838 | ESTRUC |
| 730 | 631193.147 | 9254172.92 | 34.5409 | ESTRUC |
| 731 | 631204.695 | 9254171.4  | 34.2315 | ESTRUC |
| 732 | 631198.497 | 9254162.62 | 34.519  | ESTRUC |
| 733 | 631197.061 | 9254165.08 | 34.5863 | ESTRUC |
| 734 | 631203.968 | 9254172.3  | 34.116  | ESTRUC |
| 735 | 631203.195 | 9254173.6  | 34.1162 | ESTRUC |
| 736 | 631205.147 | 9254170.31 | 34.5627 | ESTRUC |
| 737 | 631197.095 | 9254158.44 | 34.8475 | ESTRUC |
| 738 | 631190.133 | 9254166.65 | 34.7537 | ESTRUC |
| 739 | 631201.966 | 9254174.2  | 34.1254 | ESTRUC |
| 740 | 631199.897 | 9254174.82 | 34.0798 | ESTRUC |
| 741 | 631200.379 | 9254175.24 | 33.2219 | ESTRUC |
| 742 | 631201.331 | 9254167.42 | 34.5036 | ESTRUC |
| 743 | 631198.229 | 9254177.24 | 34.5193 | ESTRUC |
| 744 | 631201.553 | 9254176.71 | 34.076  | ESTRUC |
| 745 | 631202.697 | 9254174.84 | 34.1132 | ESTRUC |
| 746 | 631200.243 | 9254169    | 34.5557 | ESTRUC |
| 747 | 631200.31  | 9254169.27 | 34.5409 | ESTRUC |
| 748 | 631201.318 | 9254169.03 | 34.6274 | ESTRUC |
| 749 | 631201.077 | 9254168.84 | 34.5835 | ESTRUC |
| 750 | 631201.059 | 9254169.31 | 34.5704 | ESTRUC |

**Anexo 8. Informe de Mecánica de Suelos con fines de Pavimentación.**

Ing. Víctor Antonio Eyzaguirre Ordínola  
Ingeniero Civil, CIP: 132196  
Ingeniero Consultor

**ARLU**  
Ingeniería y Construcción

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA FINES DE  
PAVIMENTACION  
PROYECTO: URBANIZACIÓN CASABLANCA - CHICLAYO

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordínola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## ÍNDICE

1. GENERALIDADES
2. OBJETIVOS
  - 2.1. OBJETIVO GENERAL
  - 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS
3. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATICOS DEL PROYECTO
  - 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES
  - 3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA
  - 3.3 CLIMA
  - 3.4 MORFOLOGÍA DEPARTAMENTAL
4. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS
  - 4.1 GEODINAMICA EXTERNA
  - 4.2 ESTRATIGRAFIA
5. TRABAJO DE CAMPO
6. TRABAJO DE GABINETE
  - 6.1 DETERMINACION DEL CBR DE DISEÑO
  - 6.2 ANALISIS DE RESULTADOS
  - 6.3 MATERIALES PARA BASES Y SUBBASE
  - 6.4 MATERIALES PARA MEZCLA ASFALTICA
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## 1. GENERALIDADES

El presente informe de la **Urbanización Casablanca – Chiclayo**, ha sido encargado por Ing. Omar Chung Chao, contempla los estudios de mecánica de suelos necesarios para el **Análisis comparativo técnico-económico entre el diseño de pavimento asfáltico y pavimento de geometría optimizada para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque.**

Actualmente la urbanización cuenta con todos los servicios urbanos necesarios (abastecimiento de agua, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, etc.) para el normal desarrollo de las actividades del conjunto habitacional.

La evacuación de las aguas pluviales generadas dentro del conjunto residencial, se realizarán mediante colectores superficiales pertenecientes a un sistema de drenaje interno, exclusivo para uso pluvial. Las consideraciones Hidrológicas e Hidráulicas del diseño de drenaje desarrolladas por el especialista en la materia, será consideradas posteriormente en el planteamiento del diseño geométrico del presente proyecto.

El presente estudio tiene por finalidad determinar las características estructurales del suelo en el que se trazarán las vías correspondientes a la urbanización, con la finalidad de desarrollar el proyecto de pistas y veredas.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- ✓ Identificación de la planta del proyecto
- ✓ Definición de puntos para la excavación de calicatas
- ✓ Excavación de calicatas y elaboración del perfil estratigráfico
- ✓ Toma de muestras para ensayos de humedad, densidad y valor soporte relativo CBR.
- ✓ Selección del CBR de diseño para la estructura de pavimentos

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

El proyecto deberá enmarcarse en las normas técnicas de procesos de habilitación urbana, en concordancia con las normas de pavimentos urbanos y aquellas establecidas por las Especificaciones Técnicas para la Construcción de Carreteras y el Manual de Diseño Geométrico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las características estructurales del suelo de fundación de subrasante con fines de pavimentación.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluación de campo mediante la excavación de un total de 11 calicatas para un aprox. de 16,252.9 m<sup>2</sup> de vías, la obtención de muestras que serán enviadas al laboratorio.
- Determinación del valor soporte relativo, CBR, para el diseño estructural de pavimentos.

## 3. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS DEL PROYECTO

### 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CIUDAD

El Proyecto tiene la siguiente ubicación política:

- ✓ Lugar : Urbanización Casa Blanca Centenario Chiclayo
- ✓ Distrito : Jose L. Ortiz
- ✓ Provincia : Chiclayo
- ✓ Departamento : Lambayeque

La ubicación del ámbito de estudio se encuentra en el Noroeste peruano, es la capital del departamento de Lambayeque, está situada a 13km de la costa del pacífico y a casi 770 kilómetros de la capital del país.

  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

### 3.2 UBICACIÓN GEOGRAFÍA

La provincia de Chiclayo es una provincia peruana situada en la parte Sur del departamento de Lambayeque. Limita por el norte con las provincias de Lambayeque y Ferreñafe, por el este con el departamento de Cajamarca, por el Sur con el departamento de La Libertad y por el oeste con el Océano Pacífico.

Sus coordenadas geográficas son 6°45'50 S y 79°50'15 O y las coordenadas UTM 9252199 y 628471

### 3.3 CLIMA

Por estar la ciudad de Chiclayo situada en una zona tropical, cerca del Ecuador, el clima debería ser caluroso, húmedo y lluvioso, sin embargo su estado es subtropical, de temperatura agradable, seca y con pocas lluvias, esto se debe a los fuertes vientos denominados "ciclones" que bajan la temperatura ambiental a un clima moderado durante casi todo el año, salvo en los meses veraniegos en los cuales la temperatura se eleva, lo cual es aprovechado para veranear en sus balnearios como puerto Eten y Pimentel.

Periódicamente cada 7, 10, 15 años se presentan temperaturas elevadas que pueden pasar los 35° debido al fenómeno del niño con lluvias regulares y aumento extremo del agua de los ríos. Durante el fenómeno del niño del año 1998, en el mes de febrero, se registraron 100 mm de lluvia por día, ocasionadas por las tormentas más poderosas jamás registradas en esta ciudad. Normalmente su clima varía entre 15 y 23 grados centígrados.

### 3.4 MORFOLOGÍA DEPARTAMENTAL

El suelo de la provincia es mayoritariamente llano, con suave pendiente que se va elevando de Oeste a Este. Aquí se distinguen ligeras ondulaciones y elevaciones formadas por continuas acciones aluviales, de los vientos o el hombre.

Los terrenos de cultivo han sido objeto de una intensa labor de nivelación para facilitar el riego.

La llanura se interrumpe tanto en las partes próximas a la costa como en las medias por los cerros aislados como Cruz del perdón, Cerropon, Cruz de la Esperanza, Boro y en las más alejadas, ubicadas en los distritos de Chongoyape, Oyotun, hacia la parte final de los contrafuertes andinos.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196



## Anexo 9. Detalles del trabajo de campo realizado.

Ing. Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
Ingeniero Civil. CIP: 132196  
Ingeniero Consultor



### 4. TRABAJO DE CAMPO

La realización del trabajo de campo tiene por finalidad la obtención de muestras del suelo para su posterior análisis en laboratorio, con la finalidad de determinar la calidad del suelo con fines de pavimentación en términos de Valor Soporte Relativo, CBR.

En el presente proyecto, se distribuyeron a lo largo de las vías de la urbanización, con un determinado número de calicata. Cada excavación se realizó hasta 1.50 metros de profundidad.

En la figura N° 02 se muestra la ubicación en planta de cada una de las calicatas excavadas para la habilitación urbana. En la tabla que se muestra a continuación, se indica la ubicación en coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 1 de cada calicata.

| CALICATA | ESTE       | NORTE        |
|----------|------------|--------------|
| C-1      | 631,782.43 | 9,254,097.86 |
| C-2      | 631,846.41 | 9,254,135.05 |
| C-3      | 631,931.27 | 9,254,214.10 |
| C-4      | 631,959.55 | 9,254,121.12 |
| C-5      | 632,070.79 | 9,254,065.93 |
| C-6      | 632,162.25 | 9,254,099.01 |
| C-7      | 631,964.07 | 9,254,081.17 |
| C-8      | 632,005.38 | 9,253,977.60 |
| C-9      | 631,866.55 | 9,253,951.50 |
| C-10     | 631,771.86 | 9,253,948.04 |
| C-11     | 631,883.55 | 9,253,987.12 |

Tabla N.1.- Coordenada de las calicatas |

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

En el Anexo I se muestran los perfiles estratigráficos encontrados en cada calicata. En estos perfiles se aprecia que la característica del suelo es bastante similar en toda la extensión del terreno. El Anexo III muestra el registro fotográfico del trabajo de campo.

Figura 01.- Ubicación de las calicatas en el plano



Las excavaciones fueron hasta 1.50 metros de profundidad, y en ningún caso se encontró nivel freático. En las siguientes tablas, se resumen las características del suelo encontrado de las 11 calicatas analizadas.

| CALICATA        | ESTE       | NORTE        | PROFUNDIDAD<br>(m) | CLASIFICACIÓN<br>(SUCS) | NP | CBR<br>(%)  | %<br>HUMEDAD | LL    | LP    | IP    |
|-----------------|------------|--------------|--------------------|-------------------------|----|-------------|--------------|-------|-------|-------|
| C-1             | 631,782.43 | 9,254,097.86 | 1.50               | CL A-6 (I3)             | NP |             | 17.11        | 37.00 | 22.00 | 15.00 |
| C-2             | 631,846.41 | 9,254,135.05 | 1.50               | CL A-6 (I3)             | NP | 3.01        | 15.90        | 39.00 | 21.00 | 17.00 |
| C-3             | 631,931.27 | 9,254,214.10 | 1.50               | CL A-6 (I1)             | NP |             | 17.09        | 39.00 | 21.00 | 18.00 |
| C-4             | 631,959.55 | 9,254,121.12 | 1.50               | CL A-7-6 (I1)           | NP |             | 23.51        | 41.00 | 22.00 | 19.00 |
| C-5             | 632,070.79 | 9,254,065.93 | 1.50               | CL A-6 (I3)             | NP |             | 20.75        | 37.00 | 22.00 | 15.00 |
| C-6             | 633,162.25 | 9,254,099.01 | 1.50               | CL A-6 (I3)             | NP | 3.31        | 18.60        | 39.00 | 22.00 | 17.00 |
| C-7             | 631,964.07 | 9,254,081.17 | 1.50               | CL A-6 (I1)             | NP |             | 20.89        | 39.00 | 21.00 | 18.00 |
| C-8             | 632,005.38 | 9,253,977.60 | 1.50               | CL A-7-6 (I1)           | NP | 4.01        | 23.81        | 41.00 | 20.00 | 21.00 |
| C-9             | 631,866.55 | 9,253,951.50 | 1.50               | CL A-6 (I3)             | NP |             | 21.09        | 39.00 | 23.00 | 16.00 |
| C-10            | 631,771.86 | 9,253,948.04 | 1.50               | CL A-6 (I1)             | NP |             | 18.94        | 39.00 | 21.00 | 18.00 |
| C-11            | 631,883.55 | 9,253,987.12 | 1.50               | CL A-6 (I3)             | NP |             | 18.31        | 39.00 | 22.00 | 17.00 |
| <b>PROMEDIO</b> |            |              |                    |                         |    | <b>3.44</b> |              |       |       |       |

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Tabla N.2.- Análisis del suelo encontrado

Se nota claramente la presencia de un tipo de suelo, esto debido a que anteriormente este ha sido de uso agrícola, el tipo general de suelo es arcilloso en la superficie y arenoso arcilloso por debajo de los 0.20 m, la parte superior es una arcilla expansiva, claramente notada por las rajaduras en el suelo. Toda esta capa superficial deberá eliminarse, hasta llegar al estrato arenoso.

#### 5. TRABAJO DE GABINETE

Teniendo en cuenta que el suelo presenta características muy similares en todo el sector analizado, se decidió obtener las características de valor soporte relativo CBR de con un total de 2 calicatas. En estos puntos, se han realizado otros ensayos específicos para conocer las propiedades del suelo y determinar si es apto o no, para su uso como subrasante de pavimentos.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordínola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

#### 6.1. Determinación del CBR dediseño

A continuación, en la Tabla N 3 se presentan los resultados del valor soporte relativo, CBR, obtenido del material enviado al laboratorio, de cada una de las 3 calicatas seleccionadas.

| CALICATA        | ESTE       | NORTE        | PROFUNDIDAD<br>(m) | CLASIFICACIÓN<br>(SECS) | NF | CBR<br>(%) |
|-----------------|------------|--------------|--------------------|-------------------------|----|------------|
| C-1             | 631.782.43 | 9.254.097.86 | 1.50               | CL A-6 (13)             | NP |            |
| C-2             | 631.846.41 | 9.254.115.05 | 1.50               | CL A-6 (13)             | NP | 3.01       |
| C-3             | 631.931.27 | 9.254.214.19 | 1.50               | CL A-6 (11)             | NP |            |
| C-4             | 631.959.55 | 9.254.121.12 | 1.50               | CL A-7-6 (11)           | NP |            |
| C-5             | 632.070.79 | 9.254.085.93 | 1.50               | CL A-6 (13)             | NP |            |
| C-6             | 632.162.15 | 9.254.099.01 | 1.50               | CL A-6 (13)             | NP | 3.31       |
| C-7             | 631.964.07 | 9.254.081.17 | 1.50               | CL A-6 (11)             | NP |            |
| C-8             | 632.605.38 | 9.253.977.68 | 1.50               | CL A-7-6 (11)           | NP | 4.01       |
| C-9             | 631.866.15 | 9.253.951.58 | 1.50               | CL A-6 (13)             | NP |            |
| C-10            | 631.771.86 | 9.253.948.04 | 1.50               | CL A-6 (11)             | NP |            |
| C-11            | 631.883.15 | 9.253.987.12 | 1.50               | CL A-6 (13)             | NP |            |
| <b>PROMEDIO</b> |            |              |                    |                         |    | 3.44       |

Tabla N°3.- Valores de CBR resultados

Cabe precisar que se ha utilizado el método especificado en la Norma MTC E132, del Manual de Ensayos para Materiales de Carreteras, EM 2000, que describe el procedimiento para determinar el valor soporte CBR sobre suelo preparado en laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad. Se ha usado la relación soporte para 0.1" de penetración.

Estos valores de CBR serán agrupados para calcular un CBR único de diseño, con el que se diseñará el pavimento de la Av. Tamarindo de la zona residencial Casablanca, el valor de CBR de diseño será el menor valor, que es 3.44, como lo establece el manual de suelos, la subrasante es pobre, por lo que requerirá realizar un mejoramiento superficial.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## 6.2. Material de Base y Subbase

Según las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC, se debe buscar un material para base granular que cumpla con un CBR de entre 80 y 100 % y compactada al 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado según ensayos empíricos. Asimismo, se requiere una subbase granular con un CBR de 40 % como mínimo y compactada al 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado según ensayos empíricos.

Para la base se recomienda la Gradación B.

**Tabla 403-01**  
**Requerimientos granulométricos para base granular**

| Tamiz            | Porcentaje que pasa en peso |             |             |             |
|------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                  | Gradación A                 | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm. (2")      | 100                         | 100         |             |             |
| 25 mm. (1")      |                             | 75-95       | 100         | 100         |
| 9,5 mm. (3/8")   | 30-65                       | 40-75       | 50-85       | 60-100      |
| 4,75 mm. (N.º 4) | 25-55                       | 30-60       | 35-65       | 50-85       |
| 2,0 mm. (N.º 10) | 15-40                       | 20-45       | 25-50       | 40-70       |
| 425 µm. (N.º 40) | 8-20                        | 15-30       | 15-30       | 25-45       |
| 75 µm. (N.º 200) | 2-8                         | 5-15        | 5-15        | 8-15        |

Fuente: ASTM D 1241

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Para agregado grueso:

**Tabla 403-03**  
**Requerimientos agregado grueso**

| Ensayo                               | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos Altitud |              |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|------------------------|--------------|
|                                      |           |            |              | < 3.000 msnm           | > 3.000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada   | MTC E 210 | D 5821     |              | 80% mín.               | 80% mín.     |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821     |              | 40% mín.               | 50% mín.     |
| Abrasión Los Ángeles                 | MTC E 207 | C 131      | T 96         | 40% máx.               | 40% máx.     |
| Partículas chatas y alargadas (1)    |           | D 4791     |              | 15% máx.               | 15% máx.     |
| Sales solubles totales               | MTC E 219 | D 1888     |              | 0,5% máx.              | 0,5% máx.    |
| Durabilidad al sulfato de magnesio   | MTC E 209 | C 88       | T 104        |                        | 18% máx.     |

Para agregado fino:

**Tabla 403-04**  
**Requerimientos Agregado Fino**

| Ensayo                             | Norma     | Requerimientos Altitud |             |
|------------------------------------|-----------|------------------------|-------------|
|                                    |           | <3.000 msnm            | >3.000 msnm |
| Índice plástico                    | MTC E 111 | 4% máx.                | 2% mín.     |
| Equivalente de arena               | MTC E 114 | 35% mín.               | 45% mín.    |
| Sales solubles                     | MTC E 219 | 0,5% máx.              | 0,5% máx.   |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209 | ---                    | 15%         |

Con un índice de plasticidad máximo de 4%.

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Los ensayos para realizarse en la base son los siguientes:

| Material o Producto | Propiedades y Características      | Método de ensayo       | Norma ASTM       | Norma AASHTO   | Frecuencia (1)       | Lugar de Muestreo |
|---------------------|------------------------------------|------------------------|------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| Base Granular       | Granulometría                      | MTC E 204              | C 136            | T 27           | 750 m <sup>2</sup>   | Cantera (2)       |
|                     | Límite líquido                     | MTC E 110              | D 4318           | T 89           | 750 m <sup>2</sup>   | Cantera (2)       |
|                     | Índice de plasticidad              | MTC E 111              | D 4318           | T 90           | 750 m <sup>2</sup>   | Cantera (2)       |
|                     | Abrasión Los Angeles               | MTC E 207              | C131             | T 96           | 2.000 m <sup>2</sup> | Cantera (2)       |
|                     | Equivalente de Arena               | MTC E 114              | D 2419           | T 176          | 2.000 m <sup>2</sup> | Cantera (2)       |
|                     | Sales Solubles                     | MTC E 219              |                  |                | 2.000 m <sup>2</sup> | Cantera (2)       |
|                     | CBR                                | MTC E 132              | D 1583           | T 193          | 2.000 m <sup>2</sup> | Cantera (2)       |
|                     | Partículas fracturadas             | MTC E 210              | D 5821           |                | 2.000 m <sup>2</sup> | Cantera (2)       |
|                     | Partículas Chatas y Alargadas      |                        | D 4791           |                | 2.000 m <sup>2</sup> | Cantera (2)       |
|                     | Durabilidad al Sulfato de Magnesio | MTC E 209              | C 88             | T 104          | 2.000 m <sup>2</sup> | Cantera (2)       |
|                     | Densidad y Humedad                 | MTC E 115              | D 1557           | T 180          | 750 m <sup>2</sup>   | Pista             |
|                     | Compactación                       | MTC E 117<br>MTC E 124 | D 4718<br>D 2922 | T 191<br>T 238 | 250 m <sup>2</sup>   | Pista             |

Para la compactación de la base las determinaciones de la densidad se efectuarán cuando menos una vez por cada 250 m<sup>2</sup> y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (De).

$D_i \geq D_e$

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 1,5\%$  respecto del Óptimo Contenido de Humedad obtenido con el ensayo Proctor Modificado.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

De acuerdo con el registro de canteras existente en la Región, se han identificado una serie de canteras de donde se puede obtener mezclas de suelos de buena calidad para su uso como material de base y subbase. Para efectos de diseño, se tendrá en cuenta las siguientes referencias:

Asfalto: 2 pulgadas  
Base: 15 centímetros  
Subbase: 15 centímetros  
Mejoramiento de Subrasante:  $\frac{1}{2}$  pulgadas

  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

### 6.3. Material para mezclas de concreto asfáltico en caliente

De acuerdo con los estudios de canteras y de la experiencia en construcción de carreteras en la Región Lambayeque, el material recomendado para la fabricación de mezcla asfáltica debe provenir de las Canteras cercanas y autorizadas.

Según las Especificaciones Técnicas Generales para la construcción de Carreteras del MTC, se debe buscar un material que cumpla con los requisitos de granulometría de acuerdo con un huso establecido. Además, se debe tener en cuenta ciertas características referidas a la adherencia del agregado grueso y del agregado fino, así como requisitos de plasticidad de la fracción fina.

Para la mezcla asfáltica se recomienda verificar en obra, una fórmula que se ajuste a la gradación de mezclas asfáltica MAC - 2 de las Especificaciones Técnicas Generales. Esta mezcla de agregados puede producirse a partir de los materiales provenientes de las canteras autorizadas y de ser necesario, relleno mineral que puede ser cemento Portland.

Tabla 423-03

| Tamiz            | Porcentaje Pasado |        |       |
|------------------|-------------------|--------|-------|
|                  | MAC-1             | MAC-2  | MAC-3 |
| 75,0 mm (3")     | 100               |        |       |
| 30,0 mm (1 1/4") | 80-100            | 100    |       |
| 12,5 mm (1/2")   | 67-85             | 80-100 |       |
| 9,5 mm (3/8")    | 60-77             | 70-88  | 100   |
| 4,75 mm (N.º 4)  | 43-54             | 51-66  | 65-87 |
| 2,00 mm (N.º 10) | 29-45             | 38-52  | 43-61 |
| 425 µm (N.º 40)  | 14-25             | 17-28  | 16-29 |
| 180 µm (N.º 80)  | 9-17              | 9-17   | 9-19  |
| 75 µm (N.º 200)  | 4-8               | 4-8    | 5-10  |

Según el Manual EG-2013 los requerimientos para agregado grueso:

  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordínola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N.º 132196

**Tabla 423-01**

**Requerimientos para los agregados gruesos**

| Ensayos                              | Norma     | Requerimiento |           |
|--------------------------------------|-----------|---------------|-----------|
|                                      |           | Altitud (mm)  |           |
|                                      |           | ≤3.000        | >3.000    |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | 18% máx.      | 15% máx.  |
| Abrasión Los Ángeles                 | MTC E 207 | 40% máx.      | 35% máx.  |
| Adherencia                           | MTC E 517 | +95           | +95       |
| Índice de Durabilidad                | MTC E 214 | 35% mín.      | 35% mín.  |
| Partículas chatas y alargadas        | ASTM 4791 | 10% máx.      | 10% máx.  |
| Caras fracturadas                    | MTC E 210 | 85/50         | 90/70     |
| Sales Solubles Totales               | MTC E 219 | 0,5% máx.     | 0,5% máx. |
| Absorción *                          | MTC E 206 | 1,0% máx.     | 1,0% máx. |

Y para agregados finos:

**Tabla 423-02**

**Requerimientos para los agregados finos**

| Ensayos                               | Norma        | Requerimiento      |           |
|---------------------------------------|--------------|--------------------|-----------|
|                                       |              | Altitud (m.s.n.m.) |           |
|                                       |              | ≤ 3.000            | > 3.000   |
| Equivalente de Arena                  | MTC E 114    | 60                 | 70        |
| Angularidad del agregado fino         | MTC E 222    | 30                 | 40        |
| Azul de metileno                      | AASTHO TP 57 | 8 máx.             | 8 máx.    |
| Índice de Plasticidad (malla N.º 40)  | MTC E 111    | NP                 | NP        |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)  | MTC E 209    | -                  | 18% máx.  |
| Índice de Durabilidad                 | MTC E 214    | 35 mín.            | 35 mín.   |
| Índice de Plasticidad (malla N.º 200) | MTC E 111    | 4 máx.             | NP        |
| Sales Solubles Totales                | MTC E 219    | 0,5% máx.          | 0,5% máx. |
| Absorción* *                          | MTC E 205    | 0,5% máx.          | 0,5% máx. |

  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordino  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N.º 132196

El diseño de las mezclas asfálticas en caliente utilizando la metodología Marshall, se debe realizar utilizando asfalto PEN 60 – 70 proveniente de la Refinería de Talara. El porcentaje de asfalto requerido debe ser diseñado en laboratorio y verificado con la fórmula de obra.

De acuerdo a las características de los agregados de la Región (presencia de sales), es recomendable considerar la incorporación de aditivo mejorador de adherencia en la fabricación de mezclas de concreto asfáltico en caliente.

El manual EG-2013 recomienda que la compactación deberá comenzar, una vez esparcida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta temperatura-viscosidad.

Se recomienda que la compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora. Respecto al muestreo; el manual indica dos muestras por día para verificar Ensayo de Marshall, Granulometría y Contenido de asfalto; dichas muestras se registrarán con ubicación exacta y posteriormente se realizará el ensayo de diamantina en el mismo lugar donde se extrajeron las muestras.

La EG 2013 indica que la densidad media del tramo (densidad dada por ensayo de diamantinas) deberá ser cuando menos el 98 % de la media obtenida al compactar en laboratorio las probetas obtenidas en las jornadas de trabajo.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El material en la parte superior es una arcilla expansiva, que en promedio tiene 0.20m a 0.25m de espesor, se deberá retirar 20cm de esta capa de material.
- ✓ El CBR del suelo de subrasante es relativamente bajo, se mejorará con una capa de 10cm separadora con un CBR mínimo de 6% para que no altere la estructura del pavimento.
- ✓ En ninguna de las exploraciones se ha encontrado nivel freático, sin embargo, se tiene en cuenta que los terrenos aledaños son agrícolas, generando una alta probabilidad de aumentar la cota de nivel freático por los riegos respectivos. Para mitigar esto, se ha considerado una capa anticontaminante, esta capa servirá como refuerzo de la estructura de pavimento, así como capa drenante.
- ✓ El material del suelo en todas las calicatas tiene propiedades similares, no se ha encontrado variación del tipo de suelo, siendo del tipo CL (SUCS).
- ✓ Al eliminar la capa de 20cm de arcilla expansiva, se considera esta partida también como desbroce, debido a que aún existe maleza en todo el terreno.
- ✓ Los materiales para bases, subbases y carpeta asfáltica deben provenir de canteras adecuadas, que cumplan con los requerimientos mínimos aquí establecidos.
- ✓ Debe llevarse un control de calidad riguroso en cada uno de los proyectos a elaborarse y se recomienda un mantenimiento adecuado.
- ✓ Presenta un bajo contenido total de sales, por lo que se recomienda la utilización del Cemento tipo I.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## **ANEXO I**

### **PANEL FOTOGRAFICO.**

**Calicata N° 01:**



**Calicata N° 02:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 03:**



**Calicata N° 04:**



  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 10. Fotos de las calicatas 05 y 06, realizadas en zona de lotes.**

Ing. Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
Ingeniero Civil CIP: 132196  
Ingeniero Consultor

**ARLU**  
Ingeniería y Construcción

**Calicata N° 05:**



**Calicata N° 06:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 07:**



**Calicata N° 08:**



  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 09:**



**Calicata N° 10:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 11:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 11. Registros de Exploración Calicata 01. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |   |                   |
|--------------|---|-------------------|
| PROYECTO:    | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |                   |
| UBICACIÓN:   | Barrio Chiclayo - Dpto. Lambayeque        | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | <b>: Ing. Omar Chung</b>                  |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

|                 |      |             |                    |
|-----------------|------|-------------|--------------------|
| Calicata        | C-1  | S.F. (m)    | NO                 |
| Prof. Total (m) | 1.50 | Coordenadas | 63782.0 - 82949736 |

| Prof. (m) | Profundidad del Estrato (m) | Granos | Nº | Descripción Visual del Estrato  | Clasificación SFC | Indicadores Geotec | Observación   |
|-----------|-----------------------------|--------|----|---|-------------------|--------------------|---|
| 0.20      | 0.20                        | SM     | 50 | <b>0.20 - 0.20</b> - ARELLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARLON NEGRO, COPA DE PUNTA DIFUSA.            | -                 | -                  | -   |
| 1.30      | 1.30                        | M + I  | 50 | <b>0.20 - 1.30</b> - ARELLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARLON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, LONDRIFICACIÓN DIFUSA. | CL<br>A-8(7)      |                    | NO SE EVIDENCIA PRESENCIA DE NITRÓGENO NI DE SÚLFURO EN LA REGIÓN DE EXPLORACIÓN. |

  
 Victor Antonio Aguirre Ordoñez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 12. Registros de Exploración Calicata 02. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |   |                   |
|--------------|---|-------------------|
| PROYECTO:    | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |                   |
| UBICACIÓN:   | : Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque       | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | : <b>Ing. Omar Chung.</b>                 |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

|                 |      |             |                       |
|-----------------|------|-------------|-----------------------|
| Calicata        | C-2  | N.F. (m)    | NO                    |
| Prof. Total (m) | 1.50 | Coordenadas | 673846.41 - 925813.05 |

| Prof. (m) | Espesor del Estrato (m) | Muestra | N.F. | Descripción Visual del Estrato  | Clasificación SUCS | Simbología Gráfica  | Observación   |
|-----------|-------------------------|---------|------|---|--------------------|---|---|
| 0.00      | 0.20                    | S/M     | NO   | <b>R20 - R26</b> - ARCILLA CON TENSIÓN DE AGUA PLÁSTICA AL, COLOR MARRÓN SECO, CONSISTENCIA FIRME.            | -                  | ---   | ---   |
| 1.30      | 1.30                    | M-2     | NO   | <b>R20 - L20</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLÁSTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME. | CL<br>A-A(1)       |  | NO SE EVIDENCIA PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio Esquivel Ordinala  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 13. Registros de Exploración Calicata 03. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

|                 |      |            |                   |
|-----------------|------|------------|-------------------|
| Calicata        | C-3  | N.F. (m)   | NO                |
| Prof. Total (m) | 1.10 | Coordenado | 67903.27-92542141 |

| Prof. (m) | ESQUEMA DE EXPLORACIÓN (m) | Muestra | N.F. | Descripción Visual del Suelo  | Clasificación SUCS | Diagrama Gráfico | Observación   |
|-----------|----------------------------|---------|------|---|--------------------|------------------|---|
| 0.20      | 0.20                       | S-M     | NO   | 800-820- ARELLA CUYA MANERA DE AYTA PLASTICIDAD. COLOR MARRÓN SECO. CONSISTENCIA DEBIL.             | -                  | ---              | ---   |
| 1.10      | 1.30                       | M-2     | NO   | 820-120- ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD. COLOR MARRÓN CLARO. ESTADO MUY HUMEDO. CONSISTENCIA DEBIL. | CL<br>A-6(7)       |                  | NO SE ENVIÓ PRESENCIA DE NUL FRATCO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio Aguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 14. Registros de Exploración Calicata 04. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

|                 |      |             |                      |
|-----------------|------|-------------|----------------------|
| Calicata        | C-4  | N.F. (m)    | NO                   |
| Prof. Total (m) | 1.30 | Coordenadas | 83395935 - 925023.12 |

| Prof. (m) | Espesor de la muestra (m) | Muestra | N.F. | Descripción Visual del Estado  | Clasificación SUCS   | Símbolo Gráfico  | Observación   |
|-----------|---------------------------|---------|------|--|----------------------|--|---|
| 0.20      | 0.20                      | S/M     | NO   | 0.20 - 0.20.- ARCILLA CON TAMPAJADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MAURON SECO, CONSISTENCIA FRÍASE.                 | -                    | —  | —   |
| 1.30      | 1.30                      | M-2     | NO   | 0.20 - 1.30.- ARCILLA ARENOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MAURON CLARO, ESTADO MULTIMEDO, CONSISTENCIA FRÍASE. | cs.<br>A - 7 - 6(11) |  | NO SE EVIDENCIA PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio Echevarría Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 15. Registros de Exploración Calicata 05. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |   |                   |
|--------------|---|-------------------|
| PROYECTO:    | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |                   |
| UBICACIÓN:   | Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque          | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | <b>: Ing. Omar Chung.</b>                 |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

|                 |       |             |                      |
|-----------------|-------|-------------|----------------------|
| Calicata        | C - 5 | N.E. (m)    | NO                   |
| Prof. Total (m) | 1.50  | Coordenadas | 97207079 - 975406593 |

| Prof. (m) | Espejo de<br>Explot. (m) | Muestra | N.º | Descripción Visual del Terreno  | Clasificación SUCS | Simbología Geotécnica | Observación  |
|-----------|--------------------------|---------|-----|---|--------------------|-----------------------|--|
| 0.20      | 0.20                     | SM      | 001 | <b>000 - 0.20</b> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARJÓN TRUJO, CONSISTENCIA FIBROSA.            | -                  | ---                   | ---  |
| 1.50      | 1.50                     | M-2     | 002 | <b>0.20 - 1.50</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARJÓN CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIBROSA. | cs.<br>A - 6(17)   | / / / / /             | NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIS SI FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 -----  
 Victor Antonio Aguirre Ordóñez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 16. Registros de Exploración Calicata 06. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|             |   |                   |
|-------------|---|-------------------|
| PROYECTO:   | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |                   |
| UBICACIÓN:  | : Prov. Chiclayo , Dpto. Lambayeque       | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLETTANTE: | : <b>Ing. Omar Chung.</b>                 |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

|                 |       |             |                       |
|-----------------|-------|-------------|-----------------------|
| Calicata        | C - 6 | N.F. (m)    | NO                    |
| Prof. Total (m) | 1.10  | Coordenadas | 05716.225 - 925800.01 |

| Prof. (m) | Edificio de Estacas (m) | Muestra | N.º | DESCRIPCIÓN VISUAL DEL TERRENO  | Clasificación SUCS | Diagrama GOMCA | Observación  |
|-----------|-------------------------|---------|-----|---|--------------------|----------------|--|
| 0.30      | 0.30                    | M-1     | NO  | <b>030 - 020</b> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARCÓN BECHA, CONSISTENCIA FIRMES.          | —                  | —              | —  |
| 1.10      | 1.10                    | M-2     | NO  | <b>020 - 150</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARCÓN CLARO, ESTADO MUY BUELO, CONSISTENCIA FIRMES. | CL.<br>A - (A17)   |                | NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA |

  
 Victor Antonio Esquivir Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 17. Registros de Exploración Calicata 07. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |                                    |                   |
|--------------|------------------------------------|-------------------|
| PROYECTO:    | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |                   |
| UBICACIÓN:   | : Proc. Chiclayo, Dpto. Lambayeque | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | : <b>Ing. Omar Chung.</b>          |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

|                 |       |             |                        |
|-----------------|-------|-------------|------------------------|
| Calicata        | C - 7 | N.E. (m)    | NO                     |
| Prof. Total (m) | 1.50  | Coordenadas | 63396.607 - 9254881.12 |

| Prof. (m) | Profundidad (m) | Muestra | Nº | Descripción Visual del Terreno  | Clasificación SUCS | Simbología Gráfica | Observación   |
|-----------|-----------------|---------|----|---|--------------------|--------------------|---|
| 0.30      | 0.20            | S/M     | NO | 0.20 - 0.20 - ARCILLA CON TAMBORADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA TERRE.           | -                  | -                  | -   |
| 1.50      | 1.30            | M-2     | NO | 0.20 - 1.50 - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY TERRECO, CONSISTENCIA TERRE. | CL<br>A - 6(7)     |                    | NO SE EVIDENCIA PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio E. Aguirre Ordinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 18. Registros de Exploración Calicata 08. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |   |                   |
|--------------|---|-------------------|
| PROYECTO:    | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |                   |
| UBICACIÓN:   | Proc. Chiclayo, Dpto. Lambayeque          | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | <b>: Ing. Omar Chung.</b>                 |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

|                 |       |             |                      |
|-----------------|-------|-------------|----------------------|
| Calicata        | C - 8 | N.F. (m)    | Nº                   |
| Prof. Total (m) | 1.50  | Coordenadas | AT2005.28 - 823377.6 |

| Prof. (m) | ESPESES (m) | Mostr. | N.F. | Descripción Visual del Estrato  | Clasificación SUCS | Simbología GEOTECA | Observación   |
|-----------|-------------|--------|------|---|--------------------|--------------------|---|
| 0.20      | 0.20        | S/M    | NO   | <b>0.00 - 0.20</b> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALFA PLASTICIDAD, COLOR MARCÓN SECO, CONSISTENCIA FRAGA.                    | -                  | -                  | -   |
| 1.30      | 1.30        | M-2    | NO   | <b>0.20 - 1.30</b> - ARCILLA ARENOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARCÓN CLARO, ESTADO MEDIO, CUANDO SE MOJAN Y BOMBA. | CL<br>A - 7 - (U1) |                    | NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NY EL FREATECO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio Esguerra Ordinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 19. Registros de Exploración Calicata 09. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |                                    |                   |
|--------------|------------------------------------|-------------------|
| PROYECTO:    | : "Habilitación Urbana Casablanca" |                   |
| UBICACIÓN:   | : Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | : <b>Ing. Omar Chung.</b>          |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

|                 |      |             |                      |
|-----------------|------|-------------|----------------------|
| Calicata        | C-9  | N.F. (m)    | NO                   |
| Prof. Total (m) | 1.50 | Coordenadas | 571866.55- 9257811.5 |

| Prof. (m) | Epesor del estrato (m) | Mostr. N.º | Descripción Visual del terreno   | Clasificación S.E.C.S. | Dibujos Gráficos   | Observaciones   |
|-----------|------------------------|------------|--|------------------------|--|---|
| 0.30      | 0.20                   | M-1        | <b>R20 - R20</b> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MAR ROSA SECO, CONSISTENCIA FRIABLE. | -                      | ---  | ---   |
| 1.50      | 1.20                   | M-2        | <b>R20 - L20</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARROÑO SECO, CONSISTENCIA FRIABLE.           | CL<br>(A - 6(13))      |  | NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio Esquivel Ordinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

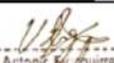
**Anexo 20. Registros de Exploración Calicata 10. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |                                    |                   |
|--------------|------------------------------------|-------------------|
| PROYECTO:    | : "Habilitación Urbana Casablanca" |                   |
| UBICACIÓN:   | Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque  | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | : Ing. Omar Chung.                 |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

|                 |        |             |                       |
|-----------------|--------|-------------|-----------------------|
| Calicata        | C - 10 | N.F. (m)    | N.O                   |
| Prof. Total (m) | 1.50   | Coordenadas | 63177136 - 9257968.01 |

| Prof. (m) | Espesor de Estrato (m) | Muestra | N.F. | Descripción Visual del Estrato  | Clasificación SUCS | Textología Gráfica | Observación  |
|-----------|------------------------|---------|------|---|--------------------|--------------------|--|
| 0.20      | 0.20                   | S/M     | NO   | 0.20 - 0.20, ARCILLA CON TAMPADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MAZOP SECO, CONSISTENCIA TIENE.               | -                  | -                  | -  |
| 1.30      | 1.30                   | M - 2   | NO   | 0.20 - 1.50, ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MAZOP CLARO, DISTANZO MUY BASTANTE CONSISTENCIA TIENE. | CL<br>A - 6 (1)    |                    | NO SE ENCONTRÓ PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio Aguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

**Anexo 21. Registros de Exploración Calicata 11. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

|              |   |                   |
|--------------|---|-------------------|
| PROYECTO:    | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |                   |
| UBICACIÓN:   | : Provc. Chiclayo, Dpto. Lambayeque       | FECHA: 30/11/2022 |
| SOLICITANTE: | : <b>Ing. Omar Chung.</b>                 |                   |

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

|                 |        |             |                        |
|-----------------|--------|-------------|------------------------|
| Calicata        | C - 11 | N.F. (m)    | NO                     |
| Prof. Total (m) | 1.50   | Coordenadas | 831881.55 - 9257887.32 |

| Prof. (m) | Esqueje del Trazado (m) | Muestra | N.F. | Descripción Visual del Terreno  | Clasificación SUCS | Símbolo Gráfico | Observación   |
|-----------|-------------------------|---------|------|---|--------------------|-----------------|---|
| 0.20      | 0.20                    | NM      | NO   | <b>R20 - R20</b> - ARCILLA LOMTA MINATA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MAR ROSA SECA, CONSISTENCIA TRUPE.           | —                  | —               | —   |
| 1.30      | 1.30                    | M-1     | NO   | <b>R20 - L20</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MAR ROSA CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA TRUPE. | CL<br>A - (17)     |                 | NO SE ENCONTRÓ PRESENCIA DE NIVEL FRÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA. |

  
 Victor Antonio Esguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

**Anexo 22. Ensayo de CBR para la Calicata 02.**

|             |                                    |                                    |
|-------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Proyecto:   | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |                                    |
| Solicitante | Ing. Omar Chung                    | : Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque |

|                 |               |                               |                             |
|-----------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Calicata        | : C - 2       | Fecha de Muestreo: 10/11/2022 | Fecha De Ensayo: 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                               |                             |

**ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R)**  
(NTP 339.145 - MTC E 132 - 2000)

| N° De Capas                       | 3 capas |       |       |
|-----------------------------------|---------|-------|-------|
|                                   | 1       | 2     | 3     |
| N° De Hojas                       | 34      | 25    | 16    |
| N° De Espes                       |         |       |       |
| Peso del molde+agua húmeda g.     | 1794    | 826   | 828   |
| Peso del molde g.                 | 4260    | 425   | 425   |
| Peso del agua húmeda g.           | 4914    | 401   | 403   |
| Volumen del molde cm <sup>3</sup> | 2323    | 2323  | 2323  |
| Densidad húmeda g/cm <sup>3</sup> | 1.943   | 1.081 | 1.732 |
| Humedad %                         | 10.23   | 11.58 | 11.30 |
| Densidad seca g/cm <sup>3</sup>   | 1.763   | 1.075 | 1.587 |

**EXPANSION**

| Fecha | Hora | Tiempo | Expansión |     |        | Expansión |     |        | Expansión |     |        |
|-------|------|--------|-----------|-----|--------|-----------|-----|--------|-----------|-----|--------|
|       |      |        | Dist      | mm  | %      | Dist      | mm  | %      | Dist      | mm  | %      |
|       | 0    |        | 0.000     |     |        | 0.000     |     |        | 0.000     |     |        |
|       | 06   |        | 455       | 455 | 358.27 | 481       | 480 | 385.83 | 510       | 510 | 401.57 |

**PENETRACION**

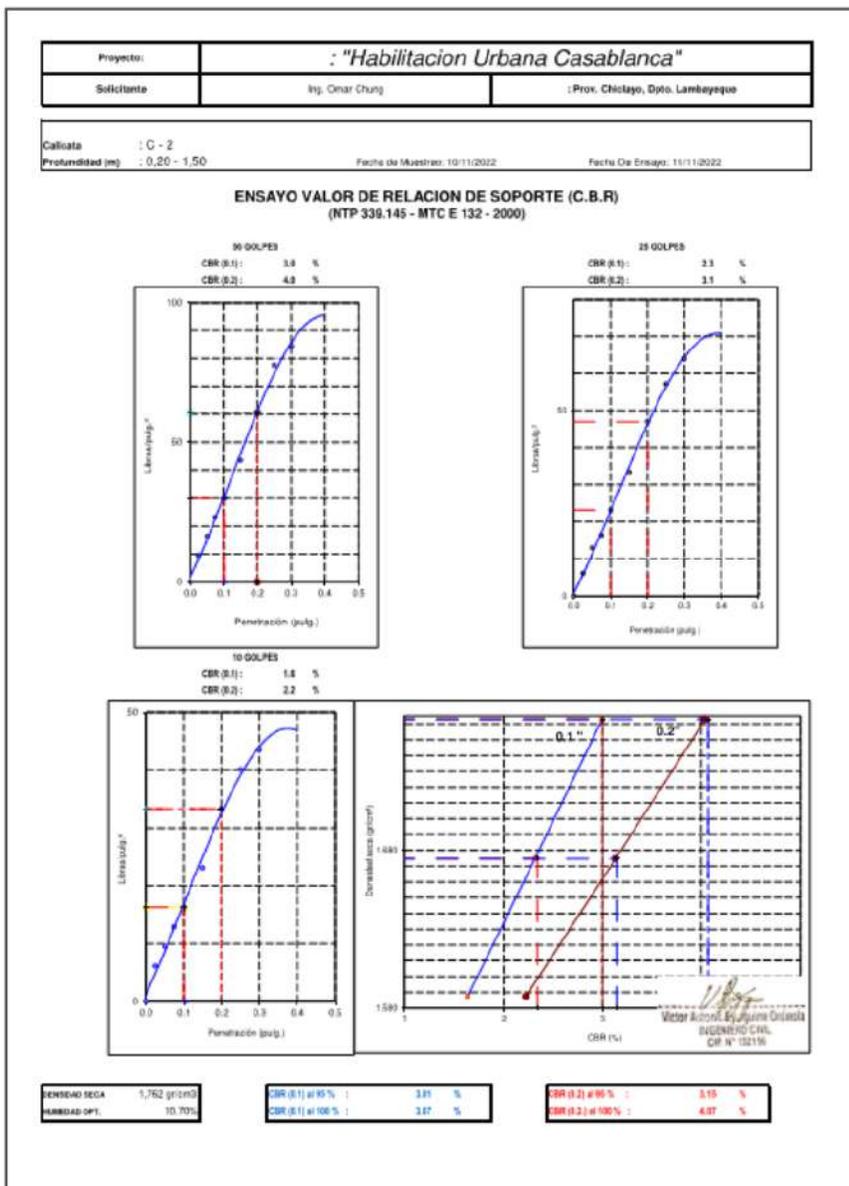
**Prueba Analítica**

| Penetra-<br>ción (g.g.) | Tiempo<br>(Seg.) | Carga Est.<br>(k.g/g) | Carga |                    |                    | Carga |                    |                    | Carga |                    |                    | Carga |                    |                    |  |  |  |
|-------------------------|------------------|-----------------------|-------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--|--|--|
|                         |                  |                       | Dist  | Equip <sup>1</sup> | Equip <sup>2</sup> |  |  |  |
| 0.00                    |                  |                       |       |                    | 0.00               |       |                    | 0.00               |       |                    |                    |       |                    |                    |  |  |  |
| 0.03                    | 30"              |                       | 2.00  |                    | 9.6                |       |                    | 1.00               |       | 6.2                |                    | 1.00  |                    | 6.2                |  |  |  |
| 0.06                    | 1"               |                       | 4.00  |                    | 16.4               |       |                    | 3.00               |       | 13.0               |                    | 2.00  |                    | 11.6               |  |  |  |
| 0.075                   | 1"30"            |                       | 6.00  |                    | 23.2               |       |                    | 4.00               |       | 16.4               |                    | 3.00  |                    | 13.0               |  |  |  |
| 0.10                    | 2"               | 1.00                  | 8.00  |                    | 30.0               |       |                    | 6.00               |       | 23.2               |                    | 4.00  |                    | 16.4               |  |  |  |
| 0.15                    | 3"               |                       | 12.00 |                    | 43.6               |       |                    | 9.00               |       | 33.4               |                    | 6.00  |                    | 23.2               |  |  |  |
| 0.20                    | 4"               | 1.50                  | 17.00 |                    | 60.8               |       |                    | 13.00              |       | 47.0               |                    | 9.00  |                    | 33.4               |  |  |  |
| 0.25                    | 5"               |                       | 22.00 |                    | 77.6               |       |                    | 16.00              |       | 57.2               |                    | 11.00 |                    | 40.2               |  |  |  |
| 0.30                    | 6"               | 1.80                  | 24.00 |                    | 84.4               |       |                    | 18.00              |       | 64.0               |                    | 12.00 |                    | 43.6               |  |  |  |
| 0.36                    | 7"               |                       |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |  |  |  |
| 0.40                    | 8"               | 2.30                  |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |  |  |  |
| 0.45                    | 9"               |                       |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |  |  |  |
| 0.50                    | 10"              | 2.60                  |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |       |                    |                    |  |  |  |

Anillo N° : 50-HH Capacidad : 10.00 Lit. Soliviscoje : 15 Lit. Constante : y=0.340 + 2.00 (g)

  
**Victor Antonio Espinoza Cruz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 112156

Anexo 23. Ensayo de CBR para la Calicata 02. Obteniéndose 3.01%



**Anexo 24. Ensayo de CBR para la Calicata 06.**

|             |   |                                    |  |  |
|-------------|---|------------------------------------|--|--|
| Proyecto:   | <b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b> |                                    |  |  |
| Solicitante | Ing. Omar Chung                           | : Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque |  |  |

|                 |               |                               |                             |
|-----------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Calicata        | : C - 6       | Fecha de Muestreo: 10/11/2022 | Fecha De Ensayo: 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                               |                             |

**ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R)**  
(NTP 339.145 - MTC E 132 - 2000)

|                                   | I     |    |   | II    |    |   | III   |    |   |
|-----------------------------------|-------|----|---|-------|----|---|-------|----|---|
|                                   | Dia   | mm | % | Dia   | mm | % | Dia   | mm | % |
| N° De Capas                       |       |    |   |       |    |   |       |    |   |
| N° De Molde                       | 86    |    |   | 20    |    |   | 19    |    |   |
| N° De Golpes                      | 66    |    |   | 20    |    |   | 19    |    |   |
| Peso del molde húmedo gr.         | 8023  |    |   | 8998  |    |   | 8404  |    |   |
| Peso del molde gr.                | 4275  |    |   | 4230  |    |   | 4233  |    |   |
| Peso del suelo húmedo gr.         | 4668  |    |   | 4438  |    |   | 4221  |    |   |
| Volumen del molde cm <sup>3</sup> | 2332  |    |   | 2331  |    |   | 2335  |    |   |
| Densidad húmeda g/cm <sup>3</sup> | 2.002 |    |   | 1.912 |    |   | 1.815 |    |   |
| Humedad %                         | 11.15 |    |   | 11.75 |    |   | 12.30 |    |   |
| Densidad seca g/cm <sup>3</sup>   | 1.801 |    |   | 1.711 |    |   | 1.621 |    |   |

**EXPANSION**

| Fecha | Hora | Tiempo | Expansión |     |        | Expansión |     |        | Expansión |     |        |
|-------|------|--------|-----------|-----|--------|-----------|-----|--------|-----------|-----|--------|
|       |      |        | Dia       | mm  | %      | Dia       | mm  | %      | Dia       | mm  | %      |
|       | 0    |        | 0.000     |     |        | 0.000     |     |        | 0.000     |     |        |
|       | 96   |        | 530       | 530 | 417.32 | 510       | 510 | 401.57 | 580       | 580 | 456.68 |

**PENETRACION**  
Frensa Analógica

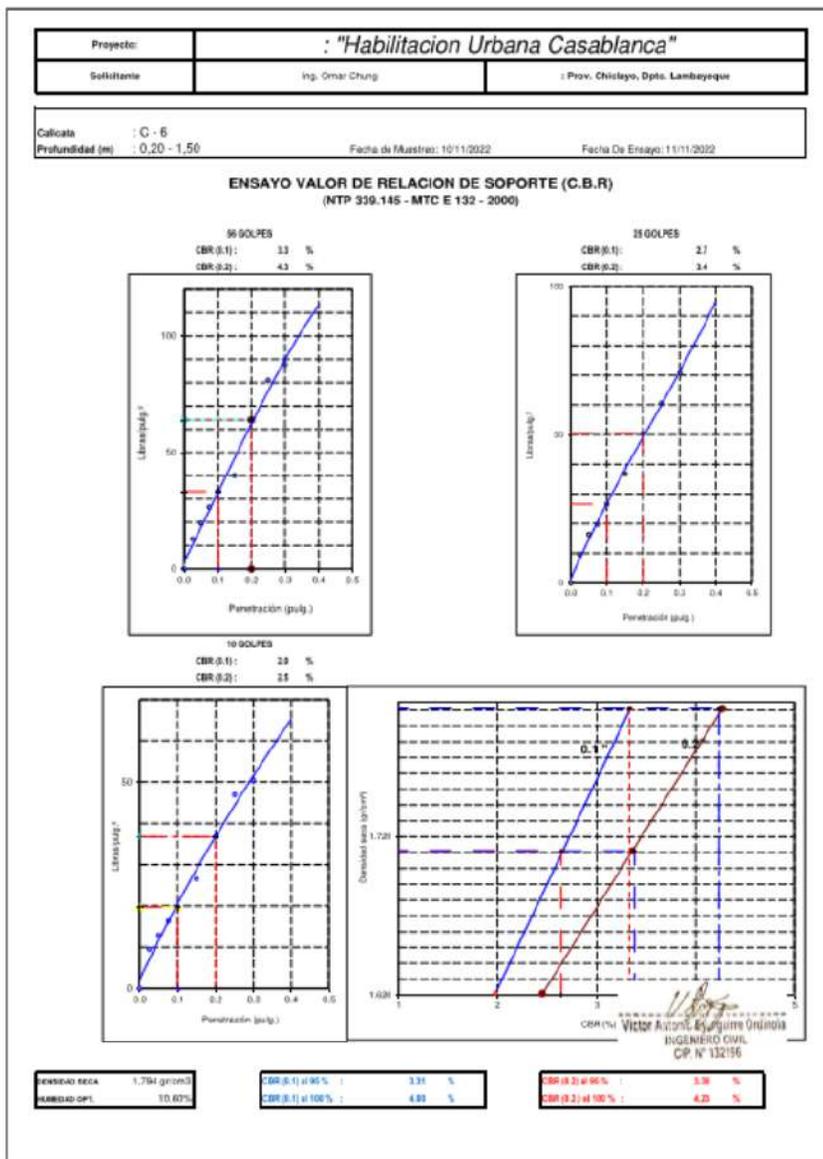
| Penetración (pulg.) | Tiempo (seg.) | Carga Estic. (lb. (pulg.) <sup>2</sup> ) | Carga |      |   | Carga |      |   | Carga |      |   | Carga |    |   |
|---------------------|---------------|--|-------|------|---|-------|------|---|-------|------|---|-------|----|---|
|                     |               |  | Dia   | mm   | % | Dia   | mm   | % | Dia   | mm   | % | Dia   | mm | % |
| 0.050               |               |  |       |      |   |       |      |   |       |      |   |       |    |   |
| 0.025               | 30"           |  | 3.00  | 13.0 |   | 2.00  | 9.6  |   | 2.00  | 9.6  |   | 0.000 |    |   |
| 0.050               | 1"            |  | 5.00  | 19.8 |   | 4.00  | 16.4 |   | 3.00  | 13.0 |   |       |    |   |
| 0.075               | 1'30"         |  | 7.00  | 26.6 |   | 5.00  | 19.8 |   | 4.00  | 16.4 |   |       |    |   |
| 0.100               | 2'            | 1.000                                    | 9.00  | 33.4 |   | 7.00  | 26.6 |   | 5.00  | 19.8 |   |       |    |   |
| 0.150               | 3'            |  | 11.00 | 40.2 |   | 10.00 | 36.8 |   | 7.00  | 26.6 |   |       |    |   |
| 0.200               | 4'            | 1.300                                    | 18.00 | 64.0 |   | 14.00 | 50.4 |   | 10.00 | 36.8 |   |       |    |   |
| 0.250               | 5'            |  | 23.00 | 81.0 |   | 17.00 | 60.6 |   | 12.00 | 47.0 |   |       |    |   |
| 0.300               | 6'            | 1.600                                    | 25.00 | 87.8 |   | 20.00 | 70.8 |   | 14.00 | 50.4 |   |       |    |   |
| 0.350               | 7'            |  |       |      |   |       |      |   |       |      |   |       |    |   |
| 0.400               | 8'            | 2.300                                    |       |      |   |       |      |   |       |      |   |       |    |   |
| 0.450               | 9'            |  |       |      |   |       |      |   |       |      |   |       |    |   |
| 0.500               | 10'           | 2.800                                    |       |      |   |       |      |   |       |      |   |       |    |   |

Arillo N° : 90 KN      Capacidad : 10.000 Lbs.      Sobrecarga : 15 Lbs.      Constante : y(23.343 + 2.02 (y))

  
**Victor Antonio Equique Ordino**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 132196

**Anexo 25. Ensayo de CBR para la Calicata 06. Obteniéndose 3.31%.**



Anexo 26. Ensayo de CBR para la Calicata 08.

|             |                                    |                                    |
|-------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Proyecto:   | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |                                    |
| Solicitante | Ing. Omar Chung                    | : Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque |

|                 |               |                               |                             |
|-----------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Calicata        | : C - 8       | Fecha de Muestreo: 10/11/2022 | Fecha De Ensayo: 11/11/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                               |                             |

**ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R)**  
(NTP 339.145 - MTC E 132 - 2000)

| N° De Capes                        | Escapes |       |       |
|------------------------------------|---------|-------|-------|
|                                    | 4       | 5     | 6     |
| N° De Molde                        | 56      | 28    | 18    |
| N° De Golpes                       |         |       |       |
| Peso del molde+huera+humedo gr.    | 8661    | 6622  | 6402  |
| Peso del molde gr.                 | 4275    | 4230  | 4233  |
| Peso del suelo húmedo gr.          | 4606    | 4372  | 4169  |
| Volumen del molde cm <sup>3</sup>  | 2321    | 2320  | 2325  |
| Densidad húmeda gr/cm <sup>3</sup> | 1.984   | 1.894 | 1.793 |
| Humedad %                          | 11.63   | 11.59 | 12.09 |
| Densidad seca gr/cm <sup>3</sup>   | 1.778   | 1.689 | 1.600 |

**EXPANSION**

| Fecha | Hora | Tiempo | Expansión |       | Expansión |       | Expansión |        |       |       |        |
|-------|------|--------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|-------|-------|--------|
|       |      |        | Dial      | mm.   | %         | Dial  | mm.       | %      | Dial  | mm.   | %      |
|       | 0    |        | 0.100     |       |           | 0.100 |           |        | 0.100 |       |        |
|       | 96   |        | 510       | 508.9 | 401.50    | 533   | 532.9     | 419.61 | 501   | 500.8 | 440.87 |

**PENETRACION**  
Prensa Analógica

| Penetración (pulg.) | Tiempo (seg.) | Carga Est. (lb.) | Carga |                      |                      | Corregida |                      |                      | Carga |                      |                      | Corregida |                      |                      |      |
|---------------------|---------------|------------------|-------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|------|
|                     |               |                  | Dial  | lb/pulg <sup>2</sup> | lb/pulg <sup>2</sup> | Dial      | lb/pulg <sup>2</sup> | lb/pulg <sup>2</sup> | Dial  | lb/pulg <sup>2</sup> | lb/pulg <sup>2</sup> | Dial      | lb/pulg <sup>2</sup> | lb/pulg <sup>2</sup> |      |
| 0.000               |               |                  |       |                      |                      |           |                      |                      |       |                      |                      |           |                      |                      |      |
| 0.025               | 30"           |                  | 3.00  |                      | 13.0                 |           |                      | 2.00                 |       | 9.4                  |                      |           | 1.00                 |                      | 6.2  |
| 0.050               | 1"            |                  | 6.00  |                      | 23.2                 |           |                      | 5.00                 |       | 19.8                 |                      |           | 3.00                 |                      | 13.0 |
| 0.075               | 130"          |                  | 13.00 |                      | 47.0                 |           |                      | 8.00                 |       | 30.0                 |                      |           | 5.00                 |                      | 19.8 |
| 0.100               | 2"            | 1.500            | 16.00 |                      | 57.2                 |           |                      | 11.00                |       | 40.2                 |                      |           | 8.00                 |                      | 30.0 |
| 0.150               | 3"            |                  | 23.00 |                      | 81.0                 |           |                      | 18.00                |       | 64.0                 |                      |           | 12.00                |                      | 43.8 |
| 0.200               | 4"            | 1.500            | 30.00 |                      | 104.8                |           |                      | 25.00                |       | 87.8                 |                      |           | 17.00                |                      | 66.8 |
| 0.250               | 5"            |                  | 36.00 |                      | 125.2                |           |                      | 29.00                |       | 101.4                |                      |           | 20.00                |                      | 70.8 |
| 0.300               | 6"            | 1.500            | 38.00 |                      | 132.0                |           |                      | 33.00                |       | 115.0                |                      |           | 23.00                |                      | 81.0 |
| 0.350               | 7"            |                  |       |                      |                      |           |                      |                      |       |                      |                      |           |                      |                      |      |
| 0.400               | 8"            | 2.500            |       |                      |                      |           |                      |                      |       |                      |                      |           |                      |                      |      |
| 0.450               | 9"            |                  |       |                      |                      |           |                      |                      |       |                      |                      |           |                      |                      |      |
| 0.500               | 10"           | 2.800            |       |                      |                      |           |                      |                      |       |                      |                      |           |                      |                      |      |

Anillo N° : 50 NH Capacidad : 10.000 Lbs. Sobrecarga : 15 Lbs. Constante : y=23.343 + 2.02 (y)

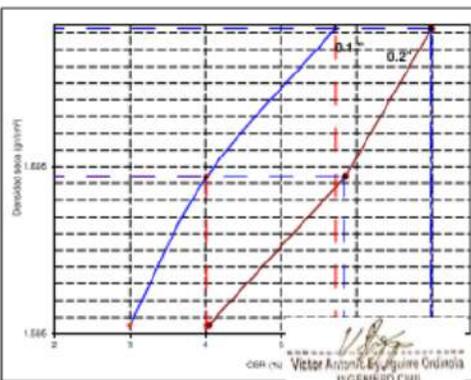
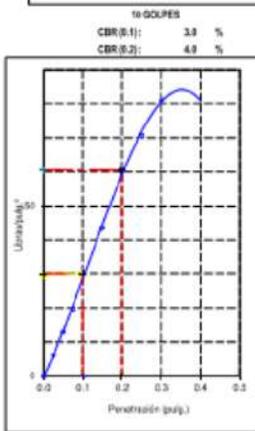
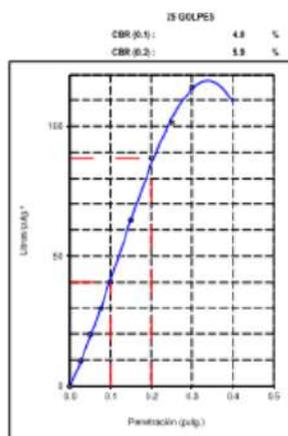
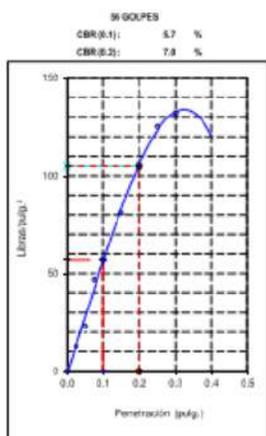
*V.A.*  
Victor Antonio Esquivel Ordinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132195

**Anexo 27. Ensayo de CBR para la Calicata 08. Obteniéndose 4.01%.**

|              |                                    |                                    |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Proyecto:    | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |                                    |
| Solicitante: | Ing. Omar Chung                    | : Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque |

|                  |             |                    |            |                  |            |
|------------------|-------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata :       | C - B       | Fecha de Muestreo: | 10/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m): | 0.20 - 1.50 |                    |            |                  |            |

**ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R)  
(NTP 339.145 - MTC E 132 - 2000)**



|               |             |
|---------------|-------------|
| DENSIDAD SECA | 1.778 g/cm3 |
| HUMEDAD OPT   | 11.20%      |

|                      |        |
|----------------------|--------|
| CBR (0.1) al 95 % :  | 4.01 % |
| CBR (0.1) al 100 % : | 5.72 % |

|                      |        |
|----------------------|--------|
| CBR (0.2) al 95 % :  | 5.83 % |
| CBR (0.2) al 100 % : | 8.90 % |

Victor Antonio Esquivel Cruz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 132116

**Anexo 28. Tabla de resultados de contenidos de humedad obtenidos de las muestras.**

|           |   |
|-----------|---|
| Proyecto: | <b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b> |
| Solicita: | Ing. Omar Chung,                          |

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
( ASTM D- 2216 | NTP 339.127 )

|                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Fecha de Muestreo: 10/11/2022 | Fecha De Ensayo: 11/12/2022 |
|-------------------------------|-----------------------------|

| IDENTIFICACION                 | CALICATA | Profundidad (m) | PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr) | PESO SUELO SECO + TARA (gr) | PESO TARA (gr) | PESO AGUA (gr) | PESO SUELO SECO (gr) | % DE HUMEDAD |
|--------------------------------|----------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------------|--------------|
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-1      | 0,20 - 1,50     | 147,82                        | 130,05                      | 26,62          | 17,77          | 103,43               | 17,2         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-2      | 0,20 - 1,50     | 182,83                        | 161,42                      | 26,76          | 21,41          | 134,66               | 15,9         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-3      | 0,20 - 1,50     | 143,32                        | 126,19                      | 25,98          | 17,13          | 100,21               | 17,1         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-4      | 0,20 - 1,50     | 135,25                        | 117,07                      | 27,01          | 21,19          | 90,04                | 23,5         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-5      | 0,20 - 1,50     | 150,09                        | 128,62                      | 25,17          | 21,47          | 103,45               | 20,8         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-6      | 0,20 - 1,50     | 185,16                        | 159,99                      | 25,31          | 25,17          | 134,68               | 18,7         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-7      | 0,20 - 1,50     | 145,70                        | 124,76                      | 24,53          | 20,94          | 100,23               | 20,9         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-8      | 0,20 - 1,50     | 140,64                        | 118,50                      | 25,58          | 22,14          | 92,92                | 23,8         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-9      | 0,20 - 1,50     | 152,47                        | 130,05                      | 23,72          | 22,42          | 106,53               | 21,1         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-10     | 0,20 - 1,50     | 187,48                        | 161,42                      | 23,86          | 26,06          | 127,56               | 18,9         |
| Habilitacion Urbana Casablanca | C-11     | 0,20 - 1,50     | 185,16                        | 159,99                      | 23,08          | 25,17          | 136,91               | 18,4         |

**Observacion:** Ensayo efectuado al material en estado natural.

  
 Victor Antonio Espinoza Ordoñez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 432195

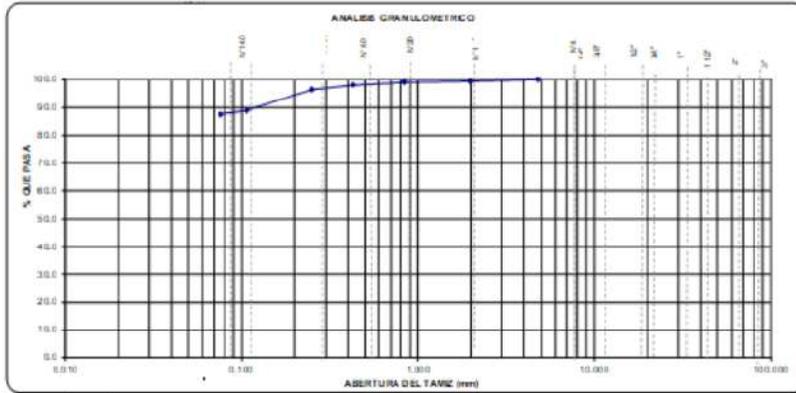
**Anexo 29. Tabla de granulometría de la Calicata 01.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung.                   |

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NTP 339.128)

|                 |               |                               |                             |
|-----------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| CAUCATA         | : C - 1       | Fecha de Muestreo: 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                               |                             |

| TAMICES ASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA      |             |
|--------------|----------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|--------------------------------|-------------|
|              |                |                    |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) |                                |             |
|              |                |                    |                                 |                      |              | PESO TOTAL (gr)                | -           |
|              |                |                    |                                 |                      |              | PORCENTAJE FINO (gr)           | 100.00      |
|              |                |                    |                                 |                      |              | TAMIZADO MARCHO                | -           |
|              |                |                    |                                 |                      |              | % DE GRAVA                     | 0.0         |
|              |                |                    |                                 |                      |              | % DE ARENA                     | 100.0       |
|              |                |                    |                                 |                      |              | % PASANTE N° 200               | 97.7        |
|              |                |                    |                                 |                      |              | L.L.                           | 3.0         |
|              |                |                    |                                 |                      |              | U.L.                           | 25.0        |
|              |                |                    |                                 |                      |              | I.P.                           | 15.0        |
|              |                |                    |                                 |                      |              | CLASIFIC. SUCS                 | CL          |
|              |                |                    |                                 |                      |              | CLASIFIC. AOSTRO               | A - 6 (1.3) |
|              |                |                    |                                 |                      |              | U <sub>10</sub>                | - CU -      |
|              |                |                    |                                 |                      |              | U <sub>30</sub>                | - CC -      |
|              |                |                    |                                 |                      |              | U <sub>60</sub>                | -           |
|              |                |                    |                                 |                      |              | REMARKS                        |             |
|              |                |                    |                                 |                      |              | ANCLAJE DE MEDIANA PLASTICIDAD |             |
| BAFIELA      |                | 121.8              | 97.7                            | 100.0                | 97.7         |                                |             |



Observación: Este tipo de resultados se obtienen en suelos naturales.

*V. Aguirre*  
**Victor Antonio Aguirre Ordoña**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

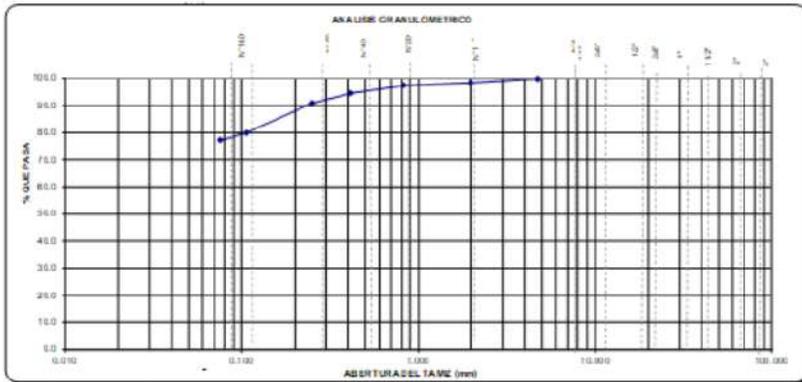
**Anexo 30. Tabla de granulometría de la Calicata 02.**

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| Proyecto    | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicitante | Ing. Omar Chung.                   |

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NTP 339.128)

|                 |               |                   |            |                 |           |
|-----------------|---------------|-------------------|------------|-----------------|-----------|
| Calicata        | : C-2         | Fecha de Muestreo | : 30/12/22 | Fecha de Ensayo | : 11/2/22 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                   |            |                 |           |

| TAMICES ASIM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (g.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |                    |           |
|--------------|----------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|---------------------------|--------------------|-----------|
|              |                |                    |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) | PESO INICIAL (gr)         | +                  |           |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | PESO FINAL (gr)    | 180.00    |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | % DE HUMEDAD       | -         |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | TAMANO MAXIMO      | -         |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | % DE GRASA         | 0.0       |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | % DE ARENA         | 22.8      |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | % PASA NO. 200     | 77.2      |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | S.P.               | 32.0      |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | L.P.               | 22.0      |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | S.P.               | 17.0      |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | CLASIFIC. SUCS     | CL        |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | CLASIFIC. ANHTO    | A - B (D) |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | Q1                 | -         |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | Q3                 | -         |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | Q5                 | -         |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | Q6                 | -         |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | OBSERVACIONES      |           |
|              |                |                    |                                 |                      |              |                           | AVISO DE SEGURIDAD |           |
| SANGRIA      |                | 179.0              | 77.2                            | 100.0                | 100.0        |                           |                    |           |



Observación: Censado efectuado al material en estado húmedo.

*[Firma]*  
Victor Antonio Equarte Ordóñez  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 132136

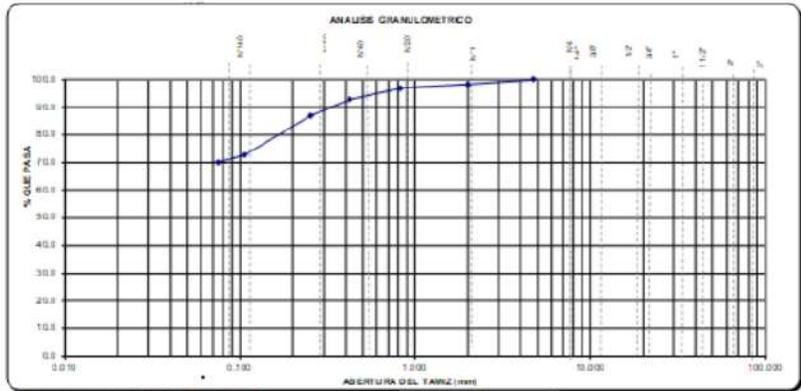
Anexo 31. Tabla de granulometría de la Calicata 03.

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung.                   |

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(Nº F 219.128)

|                 |               |                   |           |                  |            |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------|------------------|------------|
| CALICATA        | : C-3         | Fecha de Muestra: | 30/1/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/02/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                   |           |                  |            |

| MARCAS/ASIM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA     |         |
|-------------|---------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|-------------------------------|---------|
|             |               |                    |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) | TIPO DE MATERIAL              | VALOR   |
|             |               |                    |                                 |                      |              | TIPO DE MATERIAL              | 150.00  |
|             |               |                    |                                 |                      |              | % DE HUMEDAD                  | -       |
|             |               |                    |                                 |                      |              | TAMANO MAXIMO                 | -       |
|             |               |                    |                                 |                      |              | % DE GRAVA                    | 0.0     |
|             |               |                    |                                 |                      |              | % DE ARENA                    | 20.0    |
|             |               |                    |                                 |                      |              | % PASAN EN" 200               | 70.1    |
|             |               |                    |                                 |                      |              | S.L.                          | 38.0    |
|             |               |                    |                                 |                      |              | L.P.                          | 21.0    |
|             |               |                    |                                 |                      |              | U.P.                          | 18.0    |
|             |               |                    |                                 |                      |              | CLASIFIC. SUETS               | CL      |
|             |               |                    |                                 |                      |              | CLASIFIC. AASHTO              | A-8(11) |
|             |               |                    |                                 |                      |              | SP                            | -       |
|             |               |                    |                                 |                      |              | CS                            | -       |
|             |               |                    |                                 |                      |              | CC                            | -       |
|             |               |                    |                                 |                      |              | OP                            | -       |
|             |               |                    |                                 |                      |              | CONDICIONES                   |         |
|             |               |                    |                                 |                      |              | AVOLLA DE MEDIANA PLASTICIDAD |         |
| SUMatoria   |               | 109.2              | 70.1                            | 100.0                |              |                               |         |



Observación: Cálculo de los límites superior e inferior de plasticidad.

Victor Antonio Esquivel Ordóñez  
INGENIERO CIVIL  
DIP. N° 132196

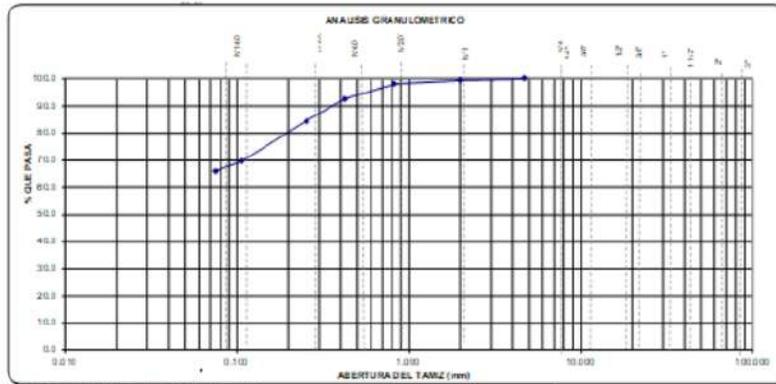
**Anexo 32. Tabla de granulometría de la Calicata 04.**

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| Proyecto    | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicitante | : Ing. Omar Chung.                 |

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(Nº P. 219.128)

|                 |               |                    |           |                  |           |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------|------------------|-----------|
| CALICATA        | : C-4         | Fecha de Muestreo: | 30/1/2022 | Fecha de Ensayo: | 11/2/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                    |           |                  |           |

| TAMMOSASTIV | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PAVENAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA             |
|-------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|---------------------------------------|
|             |                |                     |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) |                                       |
| 2"          | 50.800         |                     |                                 |                      |              | RESIDUO PASA 100.00                   |
| 2"          | 50.800         |                     |                                 |                      |              | POSCION DE FRICTION 100.00            |
| 11/2"       | 38.100         |                     |                                 |                      |              | % DE HUMEDAD 0                        |
| 1"          | 25.400         |                     |                                 |                      |              | TAMAR COMANDO 0                       |
| 3/4"        | 19.000         |                     |                                 |                      |              | % DE GRASA 0.0                        |
| 1/2"        | 12.700         |                     |                                 |                      |              | % DE ARENA 33.8                       |
| 3/8"        | 9.525          |                     |                                 |                      |              | % PASANTE N 200 86.2                  |
| 1/4"        | 6.350          |                     |                                 |                      |              | S.P. 45.0                             |
| 4"          | 2.780          | 0.0                 | 0.0                             | 0.0                  | 100.0        | L.P. 22.0                             |
|             |                |                     |                                 |                      |              | EP. 36.0                              |
| 10"         | 2.000          | 0.0                 | 0.0                             | 0.0                  | 99.4         | CLASIFIC. SUCS 5L                     |
| 20"         | 0.834          | 1.8                 | 1.2                             | 1.8                  | 98.2         | CLASIFIC. AASHTO A-7-6 (11)           |
| 40"         | 0.420          | 8.4                 | 5.8                             | 7.4                  | 92.6         | UT 0                                  |
| 60"         | 0.250          | 12.3                | 8.2                             | 15.8                 | 84.4         | GR 0                                  |
| 140"        | 0.106          | 22.3                | 14.7                            | 30.3                 | 69.7         | MB 0                                  |
| 200"        | 0.075          | 5.1                 | 3.4                             | 33.8                 | 66.2         | OBSEVACIONES                          |
| BALANZA     |                | 99.3                | 86.2                            | 100.0                | 86.2         | ARELLA ARENOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD |



Observación: Como procedimiento al material en estado natural.

*[Firma]*  
Victor Antonio Espinoza Ordóñez  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

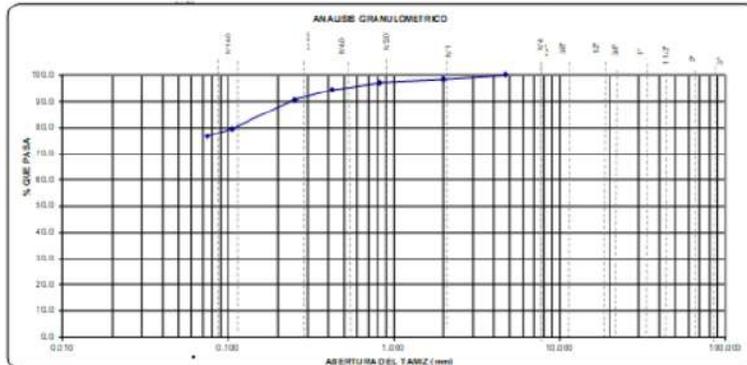
**Anexo 33. Tabla de granulometría de la Calicata 05.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung.                   |

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(M.P. 20.0.12.0)

|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| CAUCATA         | : C - 5       | Fecha de Muestreo: | 30/12/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                    |            |                  |            |

| TAMICES ASTM                 | ABERTURA (mm) | % DE RETENIDO | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------------------------|----------------------|--------------|---------------------------|
|                              |               |               |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) |                           |
|                              |               |               |                                 |                      |              | RESIDUAL (g)              |
|                              |               |               |                                 |                      |              | PORCION DE FCS (g)        |
|                              |               |               |                                 |                      |              | % DE HUMEDAD              |
|                              |               |               |                                 |                      |              | TAMANO MAXIMO             |
|                              |               |               |                                 |                      |              | % DE GRASA                |
|                              |               |               |                                 |                      |              | % DE ARENA                |
|                              |               |               |                                 |                      |              | % PASANTE N° 20           |
|                              |               |               |                                 |                      |              | S.L.                      |
|                              |               |               |                                 |                      |              | L.P.                      |
|                              |               |               |                                 |                      |              | S.P.                      |
|                              |               |               |                                 |                      |              | CLASIFIC. SUCS            |
|                              |               |               |                                 |                      |              | CLASIFIC. AASHTO          |
|                              |               |               |                                 |                      |              | UTB                       |
|                              |               |               |                                 |                      |              | UC                        |
|                              |               |               |                                 |                      |              | OKI                       |
| OBSERVACIONES                |               |               |                                 |                      |              |                           |
| APOLLADO MEDIANA PLASTICIDAD |               |               |                                 |                      |              |                           |
| SANDA JA                     |               | 15.2          | 98.8                            | 100.0                |              |                           |



Observación: Caso ya efectuado al material en su estado natural.

*V. Aguirre*  
Victor Antonio Aguirre Ordóñez  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 132196



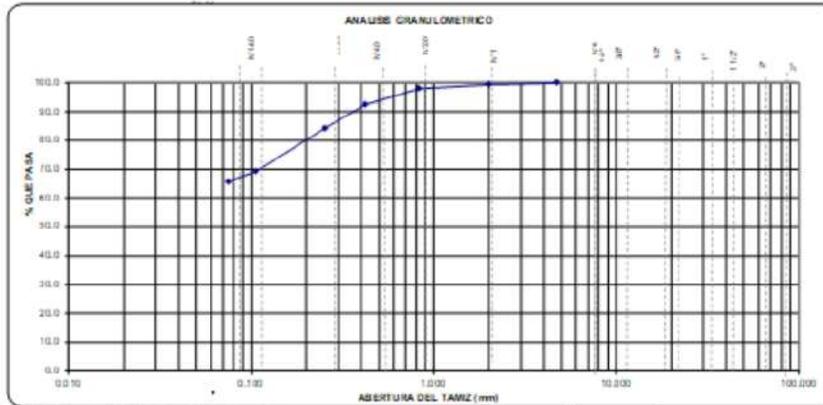
Anexo 35. Tabla de granulometría de la Calicata 07.

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung.                   |

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(MTP 311.12.8)

|                 |               |                              |                             |
|-----------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|
| CAUCUTA         | : C - 7       | Fecha de Muestreo: 30/1/2022 | Fecha De Ensayo: 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                              |                             |

| TAMICES ASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|---------------------------|
|              |                |                     |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) |                           |
| 2"           | 76.200         |                     |                                 |                      |              | PESO (RECIBO) (gr)        |
| 2"           | 76.200         |                     |                                 |                      |              | 150.00                    |
| 11.2"        | 36.100         |                     |                                 |                      |              | % DE HUMEDAD              |
| 1"           | 25.400         |                     |                                 |                      |              | TAMANO MAXIMO             |
| 3/4"         | 19.000         |                     |                                 |                      |              | % DE GRASA                |
| 1.8"         | 15.750         |                     |                                 |                      |              | % DE ARENA                |
| 3/8"         | 9.525          |                     |                                 |                      |              | % PASAN T. N° 200         |
| 1/4"         | 6.350          |                     |                                 |                      |              | L.L.                      |
| 4            | 4.750          | 0.0                 | 0.0                             | 0.0                  | 100.0        | U.P.                      |
| 10           | 2.000          | 1.0                 | 0.6                             | 0.6                  | 99.4         | CLASIFIC. SUICIS          |
| 20           | 0.854          | 1.9                 | 1.3                             | 1.3                  | 98.7         | CLASIFIC. ASHTO           |
| 40           | 0.420          | 5.5                 | 5.7                             | 7.8                  | 92.4         | CU                        |
| 60           | 0.250          | 12.4                | 6.3                             | 13.9                 | 86.1         | CC                        |
| 100          | 0.150          | 22.2                | 14.8                            | 30.7                 | 69.3         | OC                        |
| 200          | 0.075          | 5.2                 | 3.5                             | 34.2                 | 65.8         | CC                        |
| SANGRIA      |                | 99.7                | 65.8                            | 100.0                |              |                           |



Observación: Ensayo efectuado en el laboratorio de suelos nacional.

*V. Aguirre*  
Victor Aguirre  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 132196

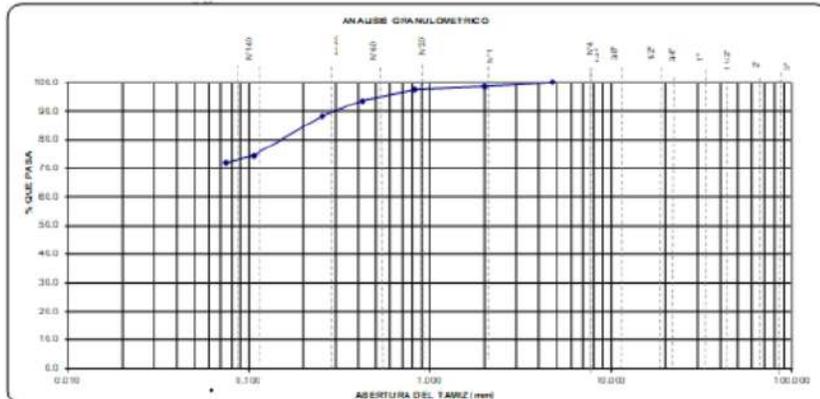
Anexo 36. Tabla de granulometría de la Calicata 08.

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung.                   |

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETICO  
(NTP 339.028)

|                 |               |                              |                             |
|-----------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|
| CALICATA        | : C-8         | Fecha de Muestreo: 30/1/2022 | Fecha de Ensayo: 11/02/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                              |                             |

| TAMC/SAETM | ABERTURA (mm.) | POSO RETENIDO (gr) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA       |
|------------|----------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|---------------------------------|
|            |                |                    |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) |                                 |
| 2"         | 76.200         |                    |                                 |                      |              | RESIDUAL: 0.0                   |
| 2"         | 90.000         |                    |                                 |                      |              | POSICION DE F.F. (gr): 1.90 (0) |
| 11/2"      | 38.100         |                    |                                 |                      |              | % DE HUMEDAD: -                 |
| 7"         | 25.400         |                    |                                 |                      |              | TAMANO MAXIMO: -                |
| 3/4"       | 19.000         |                    |                                 |                      |              | % DE GRASA: 0.0                 |
| 1/2"       | 12.500         |                    |                                 |                      |              | % DE ARENA: 27.9                |
| 3/8"       | 9.525          |                    |                                 |                      |              | % PASAN EN N° 20: 72.1          |
| 1/4"       | 6.350          |                    |                                 |                      |              | L.L. 41.0                       |
| 4          | 4.750          | 0.0                | 0.0                             | 0.0                  | 100.0        | L.P. 20.0                       |
| 10         | 2.000          | 2.1                | 1.4                             | 1.4                  | 98.6         | I.P. 21.0                       |
| 20         | 0.850          | 1.6                | 1.0                             | 2.4                  | 97.8         | CLASIF. SUCS: CL                |
| 40         | 0.425          | 1.7                | 3.8                             | 8.2                  | 91.8         | CLASIF. AASH TO: A-6 (13)       |
| 60         | 0.250          | 1.4                | 5.8                             | 11.8                 | 88.2         | OT: - CU -                      |
| 80         | 0.180          | 2.0                | 13.7                            | 25.5                 | 74.5         | OT: - UC -                      |
| 100        | 0.150          | 3.6                | 24.4                            | 27.8                 | 72.1         | OT: -                           |
| SARCOJA    |                |                    |                                 |                      |              |                                 |
|            |                | 136.2              | 92.1                            | 100.0                |              |                                 |



Observación: Ensayo efectuado al material en su estado natural.

*Victor Antonio*  
Victor Antonio Espinoza Ordoñez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 132195



**Anexo 38. Tabla de granulometría de la Calicata 10.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung.                   |

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO**  
(NFP 332.128)

|                 |               |                    |          |                  |          |
|-----------------|---------------|--------------------|----------|------------------|----------|
| CALICATA        | : C - 10      | Fecha de Muestreo: | 30/12/22 | Fecha de Ensayo: | 11/12/22 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                    |          |                  |          |

| TAMICES ASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (g) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE CUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA      |          |
|--------------|----------------|-------------------|---------------------------------|---------------------|--------------|--------------------------------|----------|
|              |                |                   |                                 | RETENIDO (%)        | QUE PASA (%) |                                |          |
| 7"           | 76.200         |                   |                                 |                     |              | PESO TOTAL (g)                 | -        |
| 2"           | 50.800         |                   |                                 |                     |              | PORCION DE FINOS (g)           | 130.00   |
| 11/2"        | 38.100         |                   |                                 |                     |              | % DE HUMEDAD                   | -        |
| 1"           | 25.400         |                   |                                 |                     |              | TAMARCO MAXIMO                 | -        |
| 3/4"         | 19.050         |                   |                                 |                     |              | % DE GRAVA                     | 0.0      |
| 1/2"         | 12.700         |                   |                                 |                     |              | % DE ARENA                     | 27.8     |
| 3/8"         | 9.525          |                   |                                 |                     |              | % PASAN EN " 200               | 72.4     |
| 1/4"         | 6.350          |                   |                                 |                     |              | L.L.                           | 35.0     |
| 4            | 4.750          | 0.0               | 0.0                             | 0.0                 | 100.0        | U.P.                           | 21.0     |
| 10           | 2.000          | 2.0               | 1.3                             | 1.3                 | 98.7         | U.P.                           | 19.0     |
| 20           | 0.850          | 1.5               | 1.0                             | 2.3                 | 97.7         | CLASIFIC. SUIC                 | CL       |
| 40           | 0.425          | 3.7               | 3.8                             | 6.1                 | 93.9         | CLASIFIC. AASHO                | A-6 (11) |
| 80           | 0.250          | 8.3               | 5.5                             | 11.7                | 88.3         | U10                            | -        |
| 150          | 0.106          | 20.6              | 19.6                            | 25.3                | 74.7         | U20                            | -        |
| 200          | 0.075          | 3.5               | 2.3                             | 27.8                | 72.4         | U30                            | -        |
| GANDEJA      |                | 130.5             | 72.4                            | 100.0               |              | OBSERVACIONES:                 |          |
|              |                |                   |                                 |                     |              | ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD |          |



*V. Aguirre*  
**Victor Antonio E. Aguirre Ordóñez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

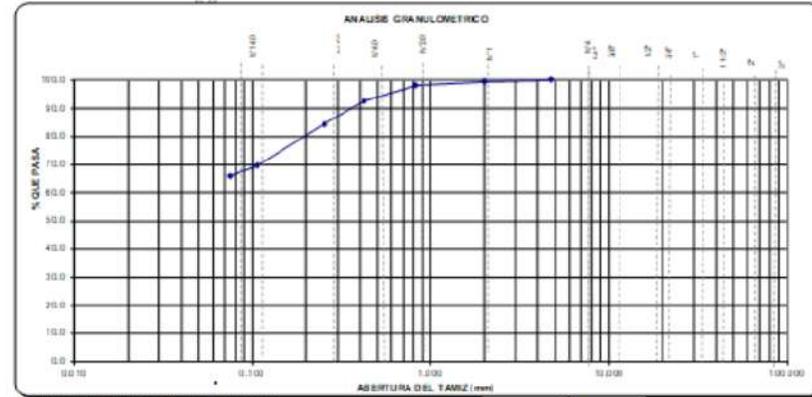
Anexo 39. Tabla de granulometría de la Calicata 11.

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| Proyecto    | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicitante | Ing. Omar Chung.                   |

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(NTP 339.028)

|                 |               |                   |              |                 |              |
|-----------------|---------------|-------------------|--------------|-----------------|--------------|
| Calicata        | : C-11        | Fecha de Muestreo | : 30/12/2022 | Fecha de Ensayo | : 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                   |              |                 |              |

| TAMCENASTM | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (gr.) | PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%) | PORCENTAJE ACUMULADO |              | DESCRIPCION DE LA MUESTRA  |
|------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|--|
|            |                |                     |                                 | RETENIDO (%)         | QUE PASA (%) |  |
|            |                |                     |                                 |                      |              | PESO INICIAL (gr) -<br>PORCION DEL FUND (gr) 136.88<br>% (SEMIBOLDO) -<br>TAMANO MAXIMO -<br>% DE GRASA 0.0<br>% DE ARENA 33.8<br>% PASAN EN " 200 66.2<br>L.L. 41.0<br>L.P. 22.0<br>U.P. 19.0<br>CLASIF. SUCS CL<br>CLASIF. AASHO A-4-7S<br>D10 - CC -<br>D30 - CC -<br>D60 - CC -<br>OBSERVACIONES:<br>AREOLA ARENOSA DE MEDIANA (PLASTICIDAD) |
| 10         | 2.000          | 0.0                 | 0.0                             | 0.0                  | 100.0        |  |
| 20         | 0.854          | 1.8                 | 1.2                             | 0.8                  | 99.2         |  |
| 40         | 0.420          | 5.4                 | 5.8                             | 1.8                  | 98.2         |  |
| 60         | 0.250          | 12.3                | 8.2                             | 7.4                  | 92.8         |  |
| 80         | 0.175          | 22.3                | 14.7                            | 13.6                 | 86.4         |  |
| 100        | 0.150          | 22.3                | 14.7                            | 30.3                 | 69.7         |  |
| 200        | 0.075          | 5.1                 | 3.4                             | 33.8                 | 66.2         |  |
| SANGRÍA    |                | 99.3                | 66.2                            | 100.0                |              |  |



Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

*[Firma]*  
 Victor Antonio Espinoza Ordoñez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 132196

**Anexo 40. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 01.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

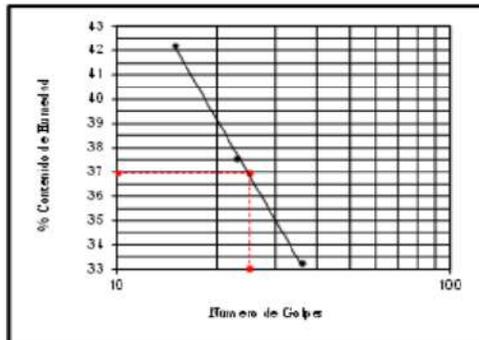
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 1       | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                        | 1     | 2     | 3     |
|----|--------------------------------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara grs.           | 12.10 | 11.84 | 11.85 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 27.63 | 26.84 | 26.64 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 23.78 | 22.80 | 22.25 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 3.85  | 4.04  | 4.39  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 11.59 | 10.78 | 10.40 |
| 6  | Humedad (5) / (4) x 100 %      | 33.2  | 37.5  | 42.2  |
| 7  | " De Golpes                    | 36    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

| N°                            | MUESTRA                        | 1    | 2    | 3 | 4 |
|-------------------------------|--------------------------------|------|------|---|---|
| 1                             | Peso de la Tara grs.           | 4.27 | 4.23 |   |   |
| 2                             | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 6.61 | 6.33 |   |   |
| 3                             | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 6.19 | 5.95 |   |   |
| 4                             | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 0.42 | 0.38 |   |   |
| 5                             | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 1.92 | 1.72 |   |   |
| 6                             | Humedad (5) / (4) x 100 %      | 21.9 | 22.1 |   |   |
| Promedio de Límite Plástico : |                                | 22   |      |   |   |



| RESULTADOS: |   |    |
|-------------|---|----|
| L.L.        | : | 37 |
| L.P.        | : | 22 |
| I.P.        | : | 15 |

*[Signature]*  
**Victor Antonio E. Aguirre Ordinola**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 41. <sup>2</sup> **Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 02.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

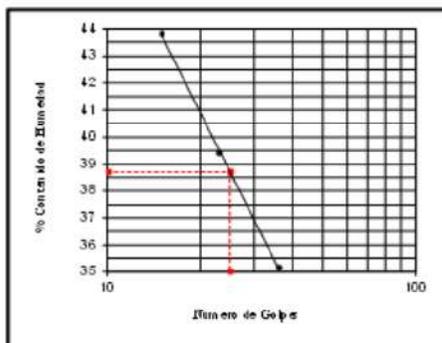
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 2       | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 335.129)**

| N° | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3     |
|----|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara           | grs. | 12,40 | 12,36 | 12,43 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 26,20 | 27,64 | 25,95 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 22,61 | 23,32 | 21,63 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 3,59  | 4,32  | 4,12  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 10,21 | 10,96 | 9,40  |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 35,2  | 33,4  | 43,3  |
| 7  | De Golpes                 |      | 36    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 333.129)**

| N°                            | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3 | 4 |
|-------------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---|---|
| 1                             | Peso de la Tara           | grs. | 12,09 | 11,74 |   |   |
| 2                             | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 13,80 | 13,20 |   |   |
| 3                             | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 13,50 | 12,93 |   |   |
| 4                             | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 0,30  | 0,27  |   |   |
| 5                             | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 1,41  | 1,19  |   |   |
| 6                             | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 21,3  | 22,7  |   |   |
| Promedio de Límite Plástico : |                           |      | 22    |       |   |   |



| RESULTADOS |   |    |
|------------|---|----|
| L.L.       | : | 39 |
| L.P.       | : | 22 |
| I.P.       | : | 17 |

*Victor Antonio Esguirre Ordinoia*  
**Victor Antonio Esguirre Ordinoia**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 42. <sup>2</sup> Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 03.

|          |                                    |  |  |
|----------|------------------------------------|--|--|
| Proyecto | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |  |  |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |  |  |

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 3       | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3     |
|----|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara           | grs. | 11.79 | 11.02 | 12.08 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 27.27 | 26.45 | 26.86 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 23.20 | 22.05 | 22.37 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (2)   | grs. | 4.07  | 4.40  | 4.49  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 11.41 | 11.03 | 10.29 |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 35.7  | 39.9  | 43.6  |
| 7  | De Golpes                 |      | 36    | 23    | 16    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)**

| N°                          | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3 | 4 |
|-----------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---|---|
| 1                           | Peso de la Tara           | grs. | 12.14 | 12.00 |   |   |
| 2                           | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 14.86 | 14.14 |   |   |
| 3                           | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 14.39 | 13.78 |   |   |
| 4                           | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 0.47  | 0.36  |   |   |
| 5                           | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 2.25  | 1.78  |   |   |
| 6                           | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 20.9  | 20.2  |   |   |
| Promedio de Límite Plástico |                           |      | 21    |       |   |   |

The chart plots the Liquid Limit (LL) on the y-axis (ranging from 35 to 44) against the Number of Blows on the x-axis (ranging from 10 to 100). A flow curve is drawn through the data points. A horizontal dashed line at 21% humidity represents the Plastic Limit (LP). The intersection of the flow curve and the LP line is marked with a red dot, indicating the Liquid Limit (LL) value of 39%.

| RESULTADOS: |      |
|-------------|------|
| L.L.        | : 39 |
| L.P.        | : 21 |
| I.P.        | : 18 |

*Victor Antonio E. Aguirre Ordinola*  
 Victor Antonio E. Aguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 43. 2 Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 04.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

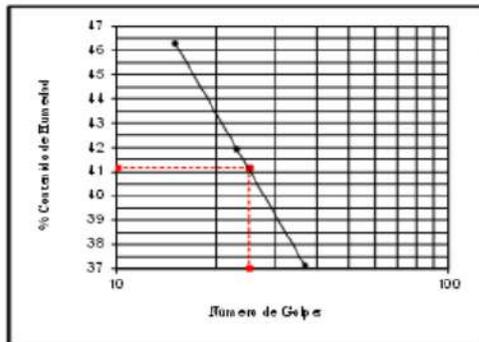
Calicata : C - 4  
 Profundidad (m) : 0,20 - 1,50      Fecha de Muestreo: 30/11/2022      Fecha De Ensayo: 11/12/2022

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3     |
|----|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara           | grs. | 12,20 | 11,02 | 12,11 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 27,84 | 27,10 | 30,02 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 23,46 | 22,35 | 24,35 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 4,18  | 4,75  | 5,67  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 11,28 | 11,33 | 12,24 |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 37,1  | 41,9  | 46,3  |
| 7  | " De Golpes               |      | 37    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

| N°                            | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3  | 4 |
|-------------------------------|---------------------------|------|-------|-------|----|---|
| 1                             | Peso de la Tara           | grs. | 12,17 | 11,84 |    |   |
| 2                             | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 15,22 | 14,89 |    |   |
| 3                             | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 14,88 | 14,34 |    |   |
| 4                             | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 0,54  | 0,55  |    |   |
| 5                             | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 2,51  | 2,50  |    |   |
| 6                             | Humedad (3) / (6) x 100   | %    | 21,5  | 22,0  |    |   |
| Promedio de Límite Plástico : |                           |      |       |       | 22 |   |



| RESULTADOS: |   |    |
|-------------|---|----|
| L.L.        | : | 41 |
| L.P.        | : | 22 |
| I.P.        | : | 19 |

*Victor Antonio Esquivel Ordinola*  
 Victor Antonio Esquivel Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

Observacion:  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 44. <sup>2</sup> Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 05.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

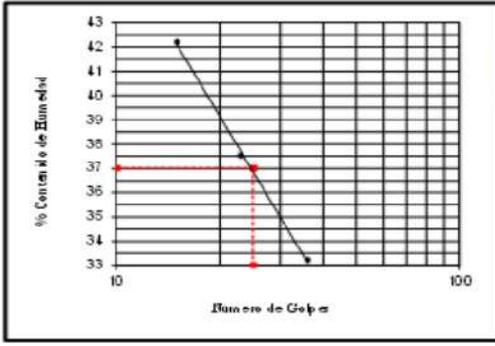
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 5       | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                        | 1     | 2     | 3     |
|----|--------------------------------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara grs.           | 12.39 | 11.76 | 11.66 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 27.63 | 26.56 | 26.67 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 23.98 | 22.52 | 22.26 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 3.65  | 4.04  | 4.39  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 11.59 | 10.76 | 10.40 |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100 %      | 33.2  | 37.5  | 42.2  |
| 7  | De Golpes                      | 36    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.123)**

| N°                            | MUESTRA                        | 1    | 2    | 3 | 4 |
|-------------------------------|--------------------------------|------|------|---|---|
| 1                             | Peso de la Tara grs.           | 4.47 | 4.15 |   |   |
| 2                             | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 6.81 | 6.25 |   |   |
| 3                             | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 6.39 | 5.87 |   |   |
| 4                             | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 0.42 | 0.38 |   |   |
| 5                             | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 1.92 | 1.72 |   |   |
| 6                             | Humedad (5) / (6) x 100 %      | 21.9 | 22.1 |   |   |
| Promedio de Límite Plástico : |                                | 22   |      |   |   |



**RESULTADOS:**

|      |   |    |
|------|---|----|
| L.L. | : | 37 |
| L.P. | : | 22 |
| I.P. | : | 15 |

*V. Aguirre*  
**Victor Antonio Aguirre Ordinola**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 45. <sup>2</sup> **Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 06.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

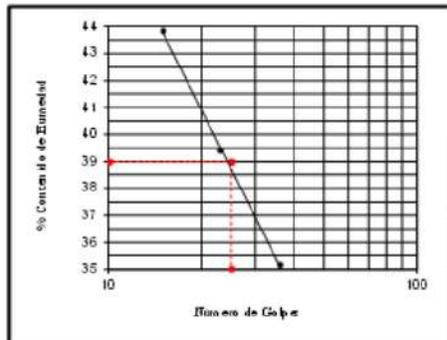
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 6       | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha de Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 539.129)**

| N° | MUESTRA                        | 1     | 2     | 3     |
|----|--------------------------------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara grs.           | 12.55 | 12.36 | 12.38 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 26.35 | 27.84 | 25.90 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 22.70 | 23.32 | 21.78 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 3.59  | 4.32  | 4.12  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 10.21 | 10.96 | 9.40  |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100 %      | 35.2  | 39.4  | 43.8  |
| 7  | % De Golpes                    | 36    | 23    | 15    |

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (NTP 539.129)**

| N°                            | MUESTRA                        | 1     | 2     | 3 | 4 |
|-------------------------------|--------------------------------|-------|-------|---|---|
| 1                             | Peso de la Tara grs.           | 12.24 | 11.74 |   |   |
| 2                             | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 13.95 | 13.20 |   |   |
| 3                             | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 13.65 | 12.93 |   |   |
| 4                             | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 0.30  | 0.27  |   |   |
| 5                             | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 1.41  | 1.19  |   |   |
| 6                             | Humedad (5) / (6) x 100 %      | 21.3  | 22.7  |   |   |
| Promedio de Límite Plástico : |                                |       | 22    |   |   |



| RESULTADOS: |  |    |
|-------------|--|----|
| L.L. :      |  | 39 |
| L.P. :      |  | 22 |
| I.P. :      |  | 17 |

*[Firma]*  
**Victor Antonio Esquivel Ordóñez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

**Observación:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 46. 2 Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 07.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

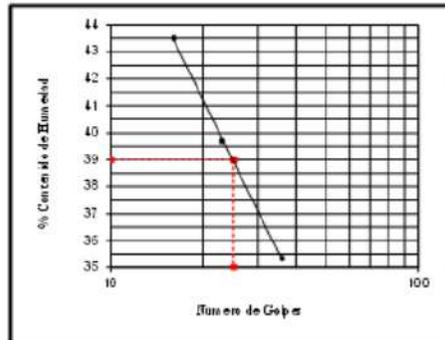
Calicata : C - 7  
 Profundidad (m) : 0,20 - 1,50      Fecha de Muestreo: 30/11/2022      Fecha De Ensayo: 11/12/2022

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3     |
|----|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara           | grs. | 12.11 | 11.34 | 12.40 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 27.12 | 26.30 | 26.71 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 23.20 | 22.05 | 22.37 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 3.92  | 4.25  | 4.34  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 11.09 | 10.71 | 9.97  |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 35.3  | 39.7  | 43.5  |
| 7  | De Golpes                 |      | 36    | 23    | 16    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

| N°                          | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3 | 4 |
|-----------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---|---|
| 1                           | Peso de la Tara           | grs. | 12.46 | 12.32 |   |   |
| 2                           | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 15.18 | 14.46 |   |   |
| 3                           | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 14.71 | 14.10 |   |   |
| 4                           | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 0.47  | 0.36  |   |   |
| 5                           | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 2.25  | 1.78  |   |   |
| 6                           | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 20.9  | 20.2  |   |   |
| Promedio de Límite Plástico |                           |      |       | 21    |   |   |



| RESULTADOS: |      |
|-------------|------|
| L.L.        | : 39 |
| P.L.        | : 21 |
| I.P.        | : 18 |

*Victor Antonio Esquivel Ordinoza*  
 Victor Antonio Esquivel Ordinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 47. 2 Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 08.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitacion Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

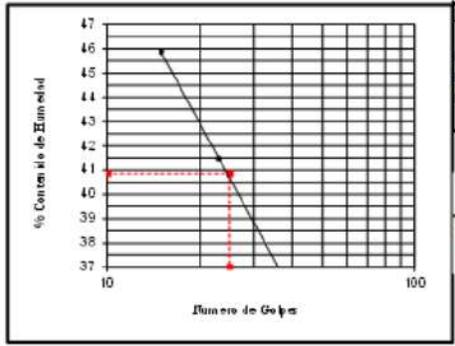
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 8       | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3     |
|----|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara           | grs. | 12.08 | 10.90 | 11.99 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 27.64 | 27.10 | 30.02 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 23.46 | 22.35 | 24.35 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 4.18  | 4.75  | 5.67  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 11.38 | 11.45 | 12.38 |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 36.7  | 41.5  | 45.9  |
| 7  | De Golpes                 |      | 37    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

| N°                            | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3 | 4  |
|-------------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---|----|
| 1                             | Peso de la Tara           | grs. | 12.06 | 11.72 |   |    |
| 2                             | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 15.43 | 14.99 |   |    |
| 3                             | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 14.89 | 14.44 |   |    |
| 4                             | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 0.54  | 0.55  |   |    |
| 5                             | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 2.84  | 2.72  |   |    |
| 6                             | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 19.0  | 20.2  |   |    |
| Promedio de Límite Plástico : |                           |      |       |       |   | 20 |



**RESULTADOS:**

|      |   |    |
|------|---|----|
| L.L. | : | 41 |
| L.P. | : | 20 |
| I.P. | : | 21 |

*Victor Antonio Esquivel Ordinoza*  
**Victor Antonio Esquivel Ordinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**2**  
**Anexo 48. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 09.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

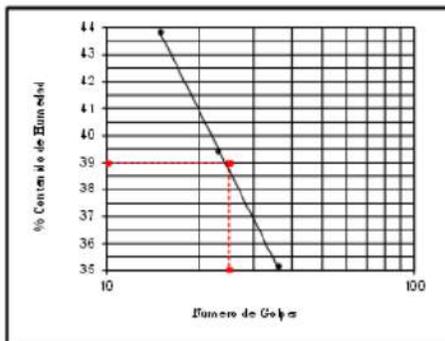
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 9       | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3     |
|----|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara           | grs. | 12.55 | 12.36 | 12.36 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 26.35 | 27.64 | 25.90 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 22.76 | 23.32 | 21.76 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 3.59  | 4.32  | 4.12  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 10.21 | 10.96 | 9.40  |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 35.2  | 39.4  | 43.8  |
| 7  | " De Golpes               |      | 36    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

| N°                           | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3 | 4 |
|------------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---|---|
| 1                            | Peso de la Tara           | grs. | 12.02 | 11.88 |   |   |
| 2                            | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 13.62 | 13.24 |   |   |
| 3                            | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 13.49 | 12.98 |   |   |
| 4                            | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 0.33  | 0.26  |   |   |
| 5                            | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 1.47  | 1.10  |   |   |
| 6                            | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 22.4  | 23.6  |   |   |
| Promedio de Límite Plástico: |                           |      | 23    |       |   |   |



| RESULTADOS: |      |
|-------------|------|
| L.L.        | : 39 |
| L.P.        | : 23 |
| I.P.        | : 16 |

*Victor Antonio Esguerra Ordinola*  
**Victor Antonio Esguerra Ordinola**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observación:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 49. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 10.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

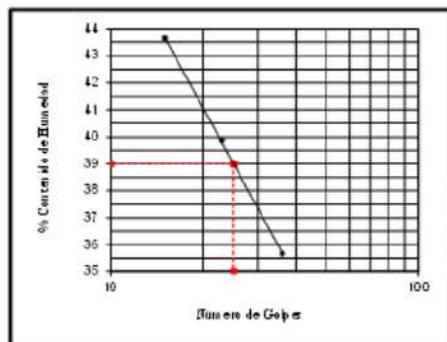
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 10      | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                        | 1     | 2     | 3     |
|----|--------------------------------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara grs.           | 11.79 | 11.02 | 12.08 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 27.27 | 26.45 | 26.96 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 23.20 | 22.05 | 22.37 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 4.07  | 4.40  | 4.49  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 11.41 | 11.03 | 10.29 |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100 %      | 35.7  | 39.9  | 43.6  |
| 7  | De Golpes                      | 36    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                        | 1     | 2     | 3  | 4 |
|----|--------------------------------|-------|-------|----|---|
| 1  | Peso de la Tara grs.           | 12.45 | 12.32 |    |   |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara grs.  | 13.75 | 13.03 |    |   |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara grs.    | 13.45 | 12.95 |    |   |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4) grs.   | 0.30  | 0.08  |    |   |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) grs. | 1.00  | 0.63  |    |   |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100 %      | 30.0  | 12.7  |    |   |
|    | Promedio de Límite Plástico    |       |       | 21 |   |



| RESULTADOS: |      |
|-------------|------|
| L.L.        | : 39 |
| L.P.        | : 21 |
| I.P.        | : 18 |

*Victor Antonio Esquivel Ordinoza*  
**Victor Antonio Esquivel Ordinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observación:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 50. 2 Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 11.**

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Proyecto | : "Habilitación Urbana Casablanca" |
| Solicita | Ing. Omar Chung                    |

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

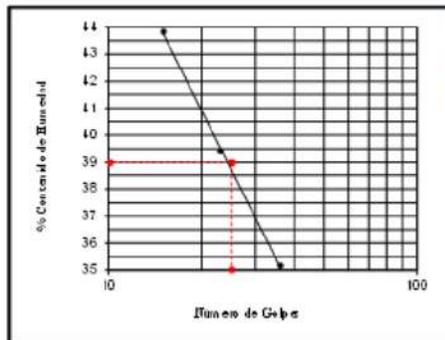
|                 |               |                    |            |                  |            |
|-----------------|---------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| Calicata        | : C - 11      | Fecha de Muestreo: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0.20 - 1.50 |                    |            |                  |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

| N° | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3     |
|----|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Tara           | grs. | 12.55 | 12.38 | 12.38 |
| 2  | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 28.35 | 27.84 | 25.90 |
| 3  | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 22.76 | 23.32 | 21.78 |
| 4  | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 3.59  | 4.32  | 4.12  |
| 5  | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 10.21 | 10.98 | 9.40  |
| 6  | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 35.2  | 39.4  | 43.8  |
| 7  | De Golpes                 |      | 38    | 23    | 15    |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.125)**

| N°                          | MUESTRA                   |      | 1     | 2     | 3 | 4 |
|-----------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---|---|
| 1                           | Peso de la Tara           | grs. | 12.24 | 11.74 |   |   |
| 2                           | Peso Suelo Húmedo + Tara  | grs. | 13.95 | 13.20 |   |   |
| 3                           | Peso Suelo Seco + Tara    | grs. | 13.65 | 12.93 |   |   |
| 4                           | Peso del Agua (3) - (4)   | grs. | 0.30  | 0.27  |   |   |
| 5                           | Peso Suelo Seco (4) - (2) | grs. | 1.41  | 1.19  |   |   |
| 6                           | Humedad (5) / (6) x 100   | %    | 21.3  | 22.7  |   |   |
| Promedio de Límite Plástico |                           |      | 22    |       |   |   |



| RESULTADOS |      |
|------------|------|
| L.L.       | : 39 |
| L.P.       | : 22 |
| I.P.       | : 17 |

*Victor Antonio Esquivel*  
**Victor Antonio Esquivel**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

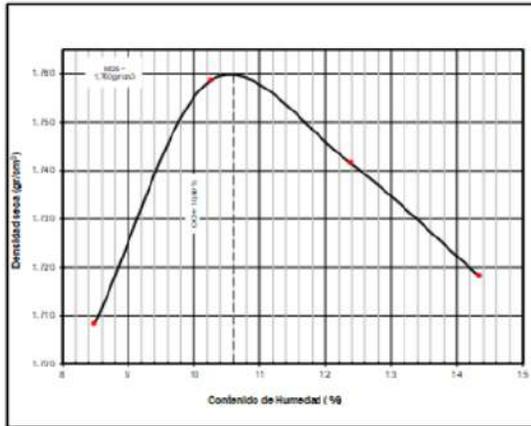
**Observación:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 51. Determinación del Proctor modificado de la calicata 02.**

|   |   |
|---|---|
| Proyecto  | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |
| Solicitante   | Ing. Omar Chung                           |
| Ubicación   | Prov. Chiriquí, Dpto. Limón               |
| <b>COMPACTACION DE SUELOS EN LA BORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2.700 KN - mms)</b><br>(NTP 135.141 - ASTM D 1557) |   |

|                 |               |                   |           |                  |            |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------|------------------|------------|
| CALICATA        | : C - 2       | Fecha de Muestra: | 30/1/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                   |           |                  |            |

| N° de capas                     | 5                            | Altura de cada pison |       |       |       | 468     | cm    | Peso de pison (kg) |       |       |                       | 4,629 | Módulo |       |       |             | "A"   |       |       |       |
|---------------------------------|------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|---------|-------|--------------------|-------|-------|-----------------------|-------|--------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Energía de Compact. Modificada: |                              | 27,7                 |       |       |       | kgm/cm² |       |                    |       |       | Número de golpes/capa |       |        |       | 5     | Piso Manual |       |       |       | 100   |
| 1                               | Peso máxido + Suelo Húmedo   | gr                   | 3734  | 3806  | 3825  | 3825    | 3825  | 3825               | 3825  | 3825  | 3825                  | 3825  | 3825   | 3825  | 3825  | 3825        | 3825  | 3825  | 3825  | 3825  |
| 2                               | Peso del Módulo              | gr                   | 1996  | 1996  | 1996  | 1996    | 1996  | 1996               | 1996  | 1996  | 1996                  | 1996  | 1996   | 1996  | 1996  | 1996        | 1996  | 1996  | 1996  | 1996  |
| 3                               | Peso suelo Húmedo Compactado | gr                   | 1738  | 1810  | 1829  | 1829    | 1829  | 1829               | 1829  | 1829  | 1829                  | 1829  | 1829   | 1829  | 1829  | 1829        | 1829  | 1829  | 1829  | 1829  |
| 4                               | Volumen del Módulo           | cm³                  | 954   | 954   | 954   | 954     | 954   | 954                | 954   | 954   | 954                   | 954   | 954    | 954   | 954   | 954         | 954   | 954   | 954   | 954   |
| 5                               | Densidad Suelo Húmedo        | gr/cm³               | 1,825 | 1,930 | 1,927 | 1,927   | 1,927 | 1,927              | 1,927 | 1,927 | 1,927                 | 1,927 | 1,927  | 1,927 | 1,927 | 1,927       | 1,927 | 1,927 | 1,927 | 1,927 |
| 6                               | Respartido n°                |                      | 1     | 2     | 3     | 4       | 5     | 6                  | 7     | 8     |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 7                               | Peso del Suelo Húmedo + Tara | gr                   | 195,1 | 194,4 | 195,9 | 175,1   | 189,6 | 207,6              | 19,13 | 19,17 |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 8                               | Peso del Suelo Seco + Tara   | gr                   | 182,6 | 182,0 | 179,9 | 162,2   | 171,8 | 186,4              | 17,17 | 17,20 |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 9                               | Peso del Agua                | gr                   | 12,5  | 12,4  | 12,0  | 12,9    | 17,8  | 19,2               | 19,7  | 19,7  |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 10                              | Peso de Tara                 | gr                   | 352   | 367   | 363   | 372     | 258   | 358                | 34,0  | 34,8  |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 11                              | Peso del Suelo Seco          | gr                   | 147,9 | 145,3 | 117,6 | 125,0   | 146,0 | 152,6              | 137,6 | 137,2 |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 12                              | Contenido de Humedad         | %                    | 8,5   | 8,5   | 10,2  | 10,3    | 12,2  | 12,5               | 14,3  | 14,3  |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 13                              | Promedio de Humedad          | %                    |       | 8,5   |       | 10,3    |       | 12,4               |       | 14,3  |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 14                              | Densidad del Suelo Seco      | gr/cm³               |       | 1,739 |       | 1,739   |       | 1,742              |       | 1,718 |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |
| 15                              | Capacidad de Agua            | cm³                  |       | 34,0  |       | 30,0    |       | 30,0               |       | 42,0  |                       |       |        |       |       |             |       |       |       |       |



Practicamiento utilizado : "C"  
 Método de Preparación utilizado : Húmedo  
 Máxima densidad seca : 1,760 gr/cm³  
 Óptimo contenido de humedad : 10,8%

*Victor Antonio...*  
**Victor Antonio...**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 132196

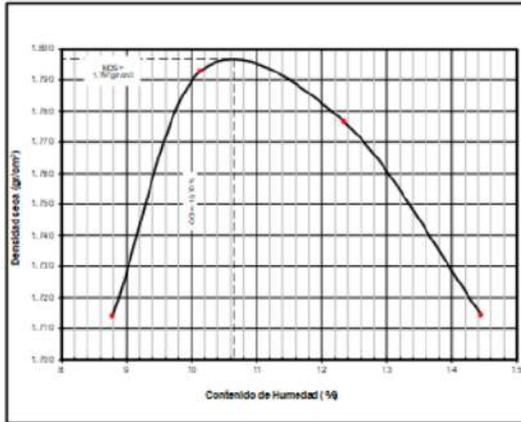
Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 52. Determinación del Proctor modificado de la calicata 06.**

|   |   |
|---|---|
| Proyecto  | <b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b> |
| Solicitante   | Ing. Omar Chunga                          |
| Ubicación   | Prov. Chiriquí, Dpto. Limón               |
| <b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - mm<sup>3</sup>) (NTP 335.141 - ASTM D 1557)</b> |   |

|                 |               |                   |            |                  |            |
|-----------------|---------------|-------------------|------------|------------------|------------|
| CALICATA        | : C - 6       | Fecha de Muestra: | 30/11/2022 | Fecha De Ensayo: | 11/12/2022 |
| Profundidad (m) | : 0,20 - 1,50 |                   |            |                  |            |

| N° de capas                     | h                            | Altura de cada proctor | 455   | dm                                   | Peso de proctor (kg) | 4.52  | Módulo      | "A"   |       |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------|-------|--------------------------------------|----------------------|-------|-------------|-------|-------|
| Energía de Compact. Modificada: |                              | <b>27.7</b>            |       | kg/cm <sup>2</sup> / cm <sup>3</sup> | <b>3</b>             |       | Piso Manual | "C"   |       |
| 1                               | Peso molde + Suelo Húmedo    | gr                     | 375   |                                      | 390                  | 380   |             | 328   |       |
| 2                               | Peso de Molde                | gr                     | 196   |                                      | 196                  | 196   |             | 996   |       |
| 3                               | Peso suelo Húmedo Compactado | gr                     | 179   |                                      | 194                  | 194   |             | 972   |       |
| 4                               | Volumen del Molde            | dm <sup>3</sup>        | 954   |                                      | 954                  | 954   |             | 954   |       |
| 5                               | Densidad Suelo Húmedo        | gr/cm <sup>3</sup>     | 1.869 |                                      | 1.975                | 1.996 |             | 1.992 |       |
| 6                               | Respete N°                   |                        | 1     | 2                                    | 3                    | 4     | 5           | 6     |       |
| 7                               | Peso del Suelo Húmedo + Taza | gr                     | 197.4 | 196.4                                | 195.4                | 177.3 | 186.4       | 202.4 | 190.9 |
| 8                               | Peso del Suelo Seco + Taza   | gr                     | 184.6 | 185.0                                | 182.9                | 164.2 | 170.8       | 183.4 | 172.7 |
| 9                               | Peso del Agua                | gr                     | 12.7  | 13.4                                 | 12.5                 | 13.0  | 17.5        | 18.9  | 18.9  |
| 10                              | Peso de Taza                 | gr                     | 362   | 345                                  | 304                  | 364   | 244         | 344   | 34.6  |
| 11                              | Peso de Suelo Seco           | gr                     | 149.4 | 148.5                                | 122.5                | 128.9 | 146.5       | 149.1 | 138.0 |
| 12                              | Contenido de Humedad         | %                      | 8.6   | 9.0                                  | 10.2                 | 10.1  | 12.0        | 12.7  | 14.3  |
| 13                              | Promedio de Humedad          | %                      |       | 8.8                                  |                      | 10.1  |             | 12.3  |       |
| 14                              | Densidad del Suelo Seco      | gr/cm <sup>3</sup>     | 1.714 |                                      | 1.739                |       | 1.777       |       | 1.745 |
| 15                              | Capacidad de Agua            | dm <sup>3</sup>        | 240   |                                      | 300                  |       | 300         |       | 400   |

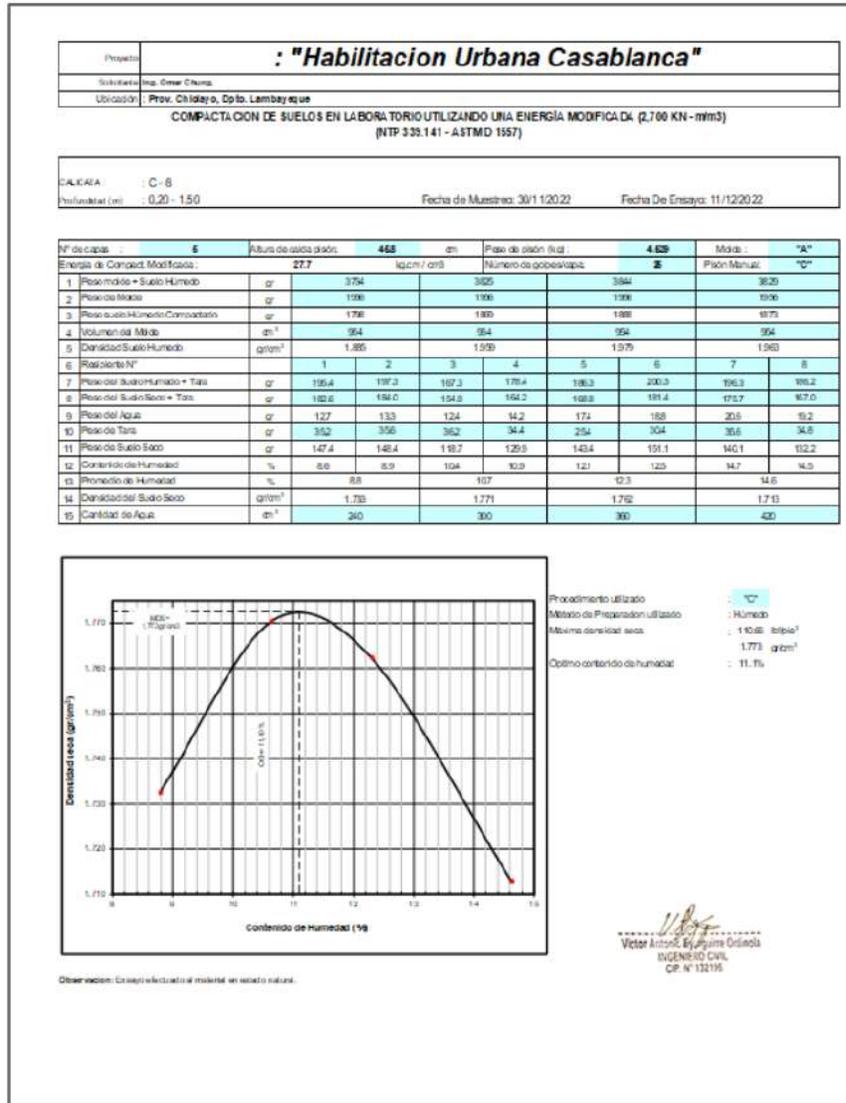


Procedimiento utilizado : "C"  
 Método de Preparación utilizado : Húmedo  
 Módulo densidad seca : 112.17 t/ft<sup>3</sup>  
 Módulo densidad húmeda : 1.797 gr/cm<sup>3</sup>  
 Contenido de humedad óptimo : 10.7%

**Victor Antonio Espinosa Ordoñez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

Observe valores. En caso de haber sido el resultado de un ensayo natural.

**Anexo 53. Determinación del Proctor modificado de la calicata 08.**



**Anexo 54. Análisis de Precios Unitarios de las principales partidas para la colocación de pavimento Asfáltico.**

**MOVIMIENTO DE TIERRAS**

| <b>Partida 2.01 CORTE DE TERRENO HASTA NIVEL DE SUB RASANTE</b> |               |                 |               |                  |                                 |                    |                     |
|---|---------------|-----------------|---------------|------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| Rendimiento   | <b>m3/DIA</b> | <b>700.0000</b> | EQ.           | <b>700.0000</b>  | Costo unitario directo por : m3 |                    | <b>3.67</b>         |
| <b>Descripción Recurso</b>                                      |               |                 | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                 | <b>Precio \$f.</b> | <b>Parcial \$f.</b> |
| <b>Mano de Obra</b>   |               |                 |               |                  |                                 |                    |                     |
| CAPATAZ   |               |                 | hh            | 0.1000           | 0.0011                          | 26.80              | 0.03                |
| PEON  |               |                 | hh            | 1.0000           | 0.0114                          | 17.42              | 0.20                |
|   |               |                 |               |                  |                                 |                    | <b>0.23</b>         |
| <b>Equipos</b>  |               |                 |               |                  |                                 |                    |                     |
| HERRAMIENTAS MANUALES   |               |                 | ¼MO           |                  | 3.0000                          | 0.23               | 0.01                |
| EXCAVADORA S/RUGAS 200HP  |               |                 | hm            | 1.0000           | 0.0114                          | 300.00             | 3.43                |
|   |               |                 |               |                  |                                 |                    | <b>3.44</b>         |

| <b>Partida 5.04.01 CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE. Incluye Pruebas.</b> |               |                   |               |                   |                                 |                    |                     |
|---|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| Rendimiento   | <b>m2/DIA</b> | <b>2.300.0000</b> | EQ.           | <b>2.300.0000</b> | Costo unitario directo por : m2 |                    | <b>4.62</b>         |
| <b>Descripción Recurso</b>  |               |                   | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>  | <b>Cantidad</b>                 | <b>Precio \$f.</b> | <b>Parcial \$f.</b> |
| <b>Mano de Obra</b>   |               |                   |               |                   |                                 |                    |                     |
| CAPATAZ   |               |                   | hh            | 0.1000            | 0.0003                          | 26.80              | 0.01                |
| OPERARIO  |               |                   | hh            | 1.0000            | 0.0035                          | 24.37              | 0.08                |
| PEON  |               |                   | hh            | 3.0000            | 0.0104                          | 17.42              | 0.18                |
|   |               |                   |               |                   |                                 |                    | <b>0.27</b>         |
| <b>Materiales</b>   |               |                   |               |                   |                                 |                    |                     |
| AGUA  |               |                   | m3            |                   | 0.0500                          | 10.00              | 0.50                |
|   |               |                   |               |                   |                                 |                    | <b>0.50</b>         |
| <b>Equipos</b>  |               |                   |               |                   |                                 |                    |                     |
| HERRAMIENTAS MANUALES   |               |                   | ¼MO           |                   | 3.0000                          | 0.27               | 0.01                |
| RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO                              |               |                   | hm            | 1.0000            | 0.0035                          | 350.00             | 1.22                |
| RETROEXCAVADORA SILLANTAS 80-110HP 0.50                             |               |                   | hm            | 1.0000            | 0.0035                          | 420.00             | 1.46                |
| PRUEBAS DE COMPACTACIÓN   |               |                   | hm            |                   | 0.0179                          | 65.00              | 1.16                |
|   |               |                   |               |                   |                                 |                    | <b>3.85</b>         |

| <b>Partida 2.03 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b> |               |                 |               |                  |                                 |                    |                     |
|---|---------------|-----------------|---------------|------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| Rendimiento   | <b>m3/DIA</b> | <b>750.0000</b> | EQ.           | <b>750.0000</b>  | Costo unitario directo por : m3 |                    | <b>12.71</b>        |
| <b>Descripción Recurso</b>                            |               |                 | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                 | <b>Precio \$f.</b> | <b>Parcial \$f.</b> |
| <b>Mano de Obra</b>                                   |               |                 |               |                  |                                 |                    |                     |
| CAPATAZ   |               |                 | hh            | 0.0150           | 0.0002                          | 26.80              | 0.01                |
| PEON  |               |                 | hh            | 2.0000           | 0.0213                          | 17.42              | 0.37                |
|   |               |                 |               |                  |                                 |                    | <b>0.38</b>         |
| <b>Equipos</b>  |               |                 |               |                  |                                 |                    |                     |
| HERRAMIENTAS MANUALES                                 |               |                 | ¼MO           |                  | 3.0000                          | 0.38               | 0.01                |
| CAMION VOLQUETE                                       |               |                 | hm            | 6.0000           | 0.0640                          | 192.50             | 12.32               |
|   |               |                 |               |                  |                                 |                    | <b>12.33</b>        |

|                            |                |  |                  |                 |                                 |                     |
|----------------------------|----------------|--|------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|
| Partida                    | <b>5.01.03</b> | <b>COLOCACIÓN Y CONFORMACIÓN DE SUB. BASE DE 17CM.</b> |                  |                 |                                 |                     |
| Rendimiento                | <b>m2/DIA</b>  | <b>1,500.00</b>  | EQ.              | <b>1,500.00</b> | Costo unitario directo por : m2 | <b>11.84</b>        |
| <b>Descripción Recurso</b> |                | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio \$l.</b>              | <b>Parcial \$l.</b> |
| <b>Mano de Obra</b>        |                |  |                  |                 |                                 |                     |
| CAPATAZ                    |                | hh   | 0.1000           | 0.0005          | 26.80                           | 0.01                |
| OPERARIO                   |                | hh   | 1.0000           | 0.0053          | 24.37                           | 0.13                |
| PEON                       |                | hh   | 4.0000           | 0.0213          | 17.42                           | 0.37                |
|                            |                |  | 6.108            |                 |                                 | <b>0.51</b>         |
| <b>Materiales</b>          |                |  |                  |                 |                                 |                     |
| AGUA                       |                | m3   |                  | 0.0188          | 10.00                           | 0.19                |
| MATERIAL DE PRESTAMO       |                | m3   |                  | 0.1875          | 37.50                           | 7.03                |
|                            |                |  |                  |                 |                                 | <b>7.22</b>         |
| <b>Equipos</b>             |                |  |                  |                 |                                 |                     |
| HERRAMIENTAS MANUALES      |                | %MO  |                  | 3.0000          | 0.51                            | 0.02                |
| MOTONIVELADORA             |                | hm   | 1.0000           | 0.0053          | 350.00                          | 1.87                |
| RODILLO VIBRATORIO 10 TON  |                | hm   | 1.0000           | 0.0053          | 280.00                          | 1.48                |
| PRUEBAS DE COMPACTACIÓN    |                | hm   |                  | 0.0114          | 65.00                           | 0.74                |
|                            |                |  |                  |                 |                                 | <b>4.11</b>         |

|                            |                |   |                  |                 |                                 |                     |
|----------------------------|----------------|---|------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|
| Partida                    | <b>5.01.04</b> | <b>COLOCACIÓN Y CONFORMACIÓN DE BASE DE 20CM.</b> |                  |                 |                                 |                     |
| Rendimiento                | <b>m2/DIA</b>  | <b>1,200.00</b>                                   | EQ.              | <b>1,200.00</b> | Costo unitario directo por : m2 | <b>13.62</b>        |
| <b>Descripción Recurso</b> |                | <b>Unidad</b>                                     | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio \$l.</b>              | <b>Parcial \$l.</b> |
| <b>Mano de Obra</b>        |                |   |                  |                 |                                 |                     |
| CAPATAZ                    |                | hh  | 0.1000           | 0.0007          | 26.80                           | 0.02                |
| OPERARIO                   |                | hh  | 1.0000           | 0.0067          | 24.37                           | 0.16                |
| PEON                       |                | hh  | 3.0000           | 0.0200          | 17.42                           | 0.35                |
|                            |                |   |                  |                 |                                 | <b>0.53</b>         |
| <b>Materiales</b>          |                |   |                  |                 |                                 |                     |
| AGUA                       |                | m3  |                  | 0.0250          | 10.00                           | 0.25                |
| MATERIAL DE PRESTAMO       |                | m3  |                  | 0.2500          | 38.00                           | 9.50                |
|                            |                |   |                  |                 |                                 | <b>9.75</b>         |
| <b>Equipos</b>             |                |   |                  |                 |                                 |                     |
| HERRAMIENTAS MANUALES      |                | %MO   |                  | 3.0000          | 0.53                            | 0.02                |
| MOTONIVELADORA             |                | hm  | 1.0000           | 0.0067          | 250.00                          | 1.67                |
| RODILLO VIBRATORIO 10 TON  |                | hm  | 1.0000           | 0.0067          | 200.00                          | 1.34                |
| PRUEBAS DE COMPACTACIÓN    |                | hm  |                  | 0.0047          | 65.00                           | 0.31                |
|                            |                |   |                  |                 |                                 | <b>3.34</b>         |

**OBRAS DE PAVIMENTACION**

|                            |                |                              |                  |                 |                                 |                     |
|----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|
| Partida                    | <b>5.05.03</b> | <b>IMPRIMACIÓN ASFALTICA</b> |                  |                 |                                 |                     |
| Rendimiento                | <b>m2/DIA</b>  | <b>3,500.00</b>              | EQ.              | <b>3,500.00</b> | Costo unitario directo por : m2 | <b>4.22</b>         |
| <b>Descripción Recurso</b> |                | <b>Unidad</b>                | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio \$l.</b>              | <b>Parcial \$l.</b> |
| <b>Mano de Obra</b>        |                |                              |                  |                 |                                 |                     |
| CAPATAZ                    |                | hh                           | 1.0000           | 0.0032          | 26.80                           | 0.09                |
| OPERARIO                   |                | hh                           | 4.0000           | 0.0128          | 24.37                           | 0.31                |
| PEON                       |                | hh                           | 8.0000           | 0.0256          | 17.42                           | 0.45                |
|                            |                |                              |                  |                 |                                 | <b>0.85</b>         |
| <b>Materiales</b>          |                |                              |                  |                 |                                 |                     |
| EMS-30                     |                | gal                          |                  | 0.2500          | 10.87                           | 2.72                |
| ARENA GRUESA               |                | m3                           |                  | 0.0010          | 35.00                           | 0.04                |
|                            |                |                              |                  |                 |                                 | <b>2.76</b>         |
| <b>Equipos</b>             |                |                              |                  |                 |                                 |                     |
| HERRAMIENTAS MANUALES      |                | %MO                          |                  | 3.0000          | 0.85                            | 0.03                |
| COCINA IMPRIMADORA         |                | hm                           | 1.0000           | 0.0032          | 180.00                          | 0.58                |
|                            |                |                              |                  |                 |                                 | <b>0.61</b>         |



**Anexo 55. Análisis de Precios Unitarios de las principales partidas para la construcción de Losas Optimizadas TCP.**

**MOVIMIENTO DE TIERRAS**

| Partida <b>2.01 CORTE DE TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE e=27 cm.</b> |               |                 |        |                 |                                 |             |              |
|--|---------------|-----------------|--------|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------|
| Rendimiento  | <b>m3/DIA</b> | <b>850.0000</b> | EQ.    | <b>850.0000</b> | Costo unitario directo por : m3 |             | <b>3.67</b>  |
| Descripción Recurso  |               |                 | Unidad | Cuadrilla       | Cantidad                        | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| <b>Mano de Obra</b>  |               |                 |        |                 |                                 |             |              |
| CAPATAZ  |               |                 | hh     | 0.4000          | 0.0038                          | 26.80       | 0.10         |
| PEON   |               |                 | hh     | 3.0000          | 0.0262                          | 17.42       | 0.49         |
|  |               |                 |        |                 |                                 |             | <b>0.59</b>  |
| <b>Equipos</b>   |               |                 |        |                 |                                 |             |              |
| HERRAMIENTAS MANUALES  |               |                 | ¼MO    |                 | 3.0000                          | 0.59        | 0.02         |
| EXCAVADORA S/DIRUGAS 200HP   |               |                 | hm     | 1.0000          | 0.0094                          | 325.00      | 3.06         |
|  |               |                 |        |                 |                                 |             | <b>3.08</b>  |

| Partida <b>5.04.01 CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE. Incluye Pruebas.</b> |               |                   |        |                   |                                 |             |              |
|---|---------------|-------------------|--------|-------------------|---------------------------------|-------------|--------------|
| Rendimiento   | <b>m2/DIA</b> | <b>2,300.0000</b> | EQ.    | <b>2,300.0000</b> | Costo unitario directo por : m2 |             | <b>4.62</b>  |
| Descripción Recurso   |               |                   | Unidad | Cuadrilla         | Cantidad                        | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| <b>Mano de Obra</b>   |               |                   |        |                   |                                 |             |              |
| CAPATAZ   |               |                   | hh     | 0.1000            | 0.0003                          | 26.80       | 0.01         |
| OPERARIO  |               |                   | hh     | 1.0000            | 0.0035                          | 24.37       | 0.08         |
| PEON  |               |                   | hh     | 3.0000            | 0.0104                          | 17.42       | 0.18         |
|   |               |                   |        |                   |                                 |             | <b>0.27</b>  |
| <b>Materiales</b>   |               |                   |        |                   |                                 |             |              |
| AGUA  |               |                   | m3     |                   | 0.0500                          | 10.00       | 0.50         |
|   |               |                   |        |                   |                                 |             | <b>0.50</b>  |
| <b>Equipos</b>  |               |                   |        |                   |                                 |             |              |
| HERRAMIENTAS MANUALES   |               |                   | ¼MO    |                   | 3.0000                          | 0.27        | 0.01         |
| RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO                              |               |                   | hm     | 1.0000            | 0.0035                          | 350.00      | 1.22         |
| RETROEXCAVADORA SILLANTAS 80-110HP 0.50                             |               |                   | hm     | 1.0000            | 0.0035                          | 420.00      | 1.46         |
| PRUEBAS DE COMPACTACIÓN   |               |                   | hm     |                   | 0.0179                          | 65.00       | 1.16         |
|   |               |                   |        |                   |                                 |             | <b>3.85</b>  |

| Partida <b>2.03 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b> |               |                 |        |                 |                                 |             |              |
|---|---------------|-----------------|--------|-----------------|---------------------------------|-------------|--------------|
| Rendimiento   | <b>m3/DIA</b> | <b>750.0000</b> | EQ.    | <b>750.0000</b> | Costo unitario directo por : m3 |             | <b>12.71</b> |
| Descripción Recurso                                   |               |                 | Unidad | Cuadrilla       | Cantidad                        | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| <b>Mano de Obra</b>                                   |               |                 |        |                 |                                 |             |              |
| CAPATAZ   |               |                 | hh     | 0.0150          | 0.0002                          | 26.80       | 0.01         |
| PEON  |               |                 | hh     | 2.0000          | 0.0213                          | 17.42       | 0.37         |
|   |               |                 |        |                 |                                 |             | <b>0.38</b>  |
| <b>Equipos</b>  |               |                 |        |                 |                                 |             |              |
| HERRAMIENTAS MANUALES                                 |               |                 | ¼MO    |                 | 3.0000                          | 0.38        | 0.01         |
| CAMION VOLQUETE                                       |               |                 | hm     | 6.0000          | 0.0640                          | 192.50      | 12.32        |
|   |               |                 |        |                 |                                 |             | <b>12.33</b> |



**Anexo 56. Panel de fotos del estado de la vía.**



Figura 16. Zona de Ingreso principal, lugar en el que se realizó el conteo vehicular por 7 días.



Figura 17. Área de control de ingreso vehicular.



Figura 18. Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+155



Figura 19. Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+172



Figura 20. Piel de cocodrilo en la capa de asfalto en la progresiva 0+275.



Figura 21. Hundimientos y bacheo en la progresiva 0+335.



Figura 22. Inicio de fisuración por fatiga de la estructura en la progresiva 0+368.



Figura 23. Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+420.



Figura 24. Fisuramiento longitudinal en la progresiva 0+445



Figura 25. Degradación de la capa de asfalto por la acción de aceite derramado, progresiva 0+465



Figura 26. Fisuramiento longitudinal en zona de giro, progresiva 0+480



Figura 27. Hundimiento de la carpeta en la progresiva 0+495.



Figura 28. Parchado por hundimiento de la zona, progresiva 0+560.



Figura 29. Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+630.



Figura 30. Ahuellamiento en la progresiva 0+720.



Figura 31. Ahuellamiento en la progresiva 0+800.

# Análisis Comparativo Técnico-Económico entre el Diseño de Pavimento Asfáltico y Pavimento de Geometría Optimizada para la Urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque

## INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | <a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                   | 3% |
| 2 | <a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | 3% |
| 3 | <a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | 1% |
| 4 | <a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1% |
| 5 | <a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | 1% |
| 6 | <a href="http://repositorio.udch.edu.pe">repositorio.udch.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1% |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

