



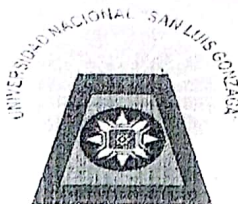
Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**EVALUACION DE ORIGINALIDAD - 2022**

**N° 088 – 84108319 / 2022**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**APLICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA CE.010 PARA EL  
DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA ASOC. VIV. “EL AROMO I Y  
II”, “LOS PEREGRINOS” Y ZONA DEL MIRADOR DERECHO  
EN EL DISTRITO DE PARCONA-ICA**

presentado por:

**LUJAN PALLIN, CYNTHIA FLOR**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **18% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 26 marzo de 2022

**DAVID MOTTA HUAYANCA**  
Técnico Operador Tecnológico:

Universidad Nacional San Luis Gonzaga  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
  
DR. ING. MARTIN HAMILTON WILSON HUAMANCHUCO  
Director de la Unidad de Investigación de la FI.



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**APLICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA CE.010 PARA EL DISEÑO DEL  
PAVIMENTO DE LA ASOC. VIV. “EL AROMO I Y II”, “LOS PEREGRINOS”  
Y ZONA DEL MIRADOR DERECHO EN EL DISTRITO DE PARCONA-ICA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**BACH. LUJAN PALLIN CYNTHIA FLOR**

ICA - PERÚ

2020

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**APLICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA CE.010 PARA EL DISEÑO DEL  
PAVIMENTO DE LA ASOC. VIV. “EL AROMO I Y II”, “LOS PEREGRINOS”  
Y ZONA DEL MIRADOR DERECHO EN EL DISTRITO DE PARCONA-ICA.**

**Área de Conocimiento:  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

**Línea de investigación  
VÍAS Y TRANSPORTE**

**AUTOR:  
BACH. LUJAN PALLIN CYNTHIA FLOR**

**ASESOR:  
ING. ALFREDO ALCÁZAR GONZALES**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mis padres por su apoyo constante en el logro de mis metas, así como también a mi casa de estudios por los conocimientos brindados.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	11
1.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....	11
1.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....	12
1.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL .....	13
1.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.2.1. ANÁLISIS DE TRÁFICO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE.010. 14	
1.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR. ....	14
1.2.1.2. ESTACIONES DE CONTROL.....	15
1.2.1.3. INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA) .....	15
1.2.1.4. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO .....	16
1.2.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS .....	17
1.2.2.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO: .....	17
1.2.2.2. PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.2.2.3. OBTENCIÓN DE MUESTRAS:.....	18
1.2.3. ESTUDIO DE CANTERAS.....	19
1.2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE010. ....	19
1.2.4.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	20
1.2.4.2. LIMITE LÍQUIDO .....	21
1.2.4.3. LIMITE PLÁSTICO.....	23
1.2.4.4. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL .....	23
1.2.4.5. PROCTOR MODIFICADO .....	25
1.2.4.6. C.B.R. ....	27
1.2.4.7. ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES.....	30
1.2.4.8. PESO ESPECÍFICO .....	31

1.2.4.9.	CONTENIDO DE HUMEDAD .....	33
1.2.4.10.	ABSORCIÓN:.....	34
1.2.4.11.	CLASIFICACION DE SUELOS .....	35
1.2.5	DISEÑO DEL PAVIMENTO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE.010. 38	
1.3.	MARCO LEGAL.....	41
1.4.	MARCO CONCEPTUAL .....	42
<b>CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>44</b>
2.1.	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	44
2.2.	FORMULACIÓN DE PROBLEMAS.....	44
2.2.1.	PROBLEMA GENERAL .....	44
2.2.2.	PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	44
2.3.	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	45
2.3.1.	DELIMITACIÓN ESPACIAL O GEOGRÁFICA.....	45
2.3.2.	DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	45
2.3.3.	DELIMITACIÓN SOCIAL.....	45
2.3.4.	DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.....	45
2.4.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
2.4.1.	JUSTIFICACIÓN:.....	46
2.4.2.	IMPORTANCIA:.....	46
2.5.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
2.5.1.	OBJETIVO GENERAL.....	46
2.5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	47
2.6.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
2.6.1.	HIPOTESIS GENERAL.....	47
2.6.2.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS.....	47
2.7.	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....	48
2.7.1.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	48
2.7.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	48

<b>CAPÍTULO III. ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>49</b>
3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	49
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	49
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	49
3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	49
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACIÓN .....	49
3.2.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	49
3.2.2. MUESTRA DE ESTUDIO .....	49
<b>CAPÍTULO IV. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>50</b>
4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	50
4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	50
4.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	51
<b>CAPITULO V. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
5.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE .....	52
5.1.1 INFORMACIÓN DE LA ZONA A INVESTIGAR.....	52
5.1.1.1. UBICACIÓN .....	52
5.1.1.2. ACCESIBILIDAD .....	54
5.1.1.3. CLIMA.....	54
5.1.1.4. TOPOGRAFÍA Y TIPO DE SUELO .....	55
5.1.1.5. CARTOGRAFÍA .....	55
5.1.1.6. CARACTERISTICAS URBANAS .....	55
5.1.1.6. SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES .....	56
5.2 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	56
5.2.1 ESTUDIO DE TRÁFICO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE.010	56

5.2.1.1.	UBICACIÓN DE ESTACIONES DE CONTROL .....	56
5.2.1.2.	CÁLCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO (IMD) .....	58
5.2.1.3.	VOLUMEN DE TRÁFICO PROYECTADO .....	61
5.2.2.	EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO .....	64
5.2.2.1.	ENSAYOS DEL SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	68
5.2.2.2.	ENSAYOS DE MATERIAL DE CANTERA .....	88
5.2.3.	EVALUACIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO FLEXIBLE ..	99
5.3	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	118
<b>CAPITULO VI: COMPROBACION DE HIPOTESIS .....</b>		<b>119</b>
6.1	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL .....	119
6.2	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA .....	119
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>121</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>122</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>		<b>123</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>124</b>

## RESUMEN

En la presente tesis se utilizará la Norma Técnica CE.010 para el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “el Aromo I y II”, “Los peregrinos” y zona del mirador derecho en el distrito de Parcona-Ica, se realizará estudio de suelos, tomaremos datos del tráfico actual por esa zona, dichos muestras serán analizadas en el laboratorio para determinar las características de las mismas, así como también procesaremos la información del tráfico.

Es importante considerar el tráfico y los espesores del pavimento en la aplicación de la Norma Técnica CE.010.

Así mismo el distrito de Parcona busca su desarrollo ampliando sus vías pavimentadas, y esta investigación está dirigida al diseño del pavimento de dichas zonas del distrito aplicando la Norma Técnica CE.010 para el desarrollo de la misma con ayuda de estudios técnicos en laboratorio y campo.

El diseño del pavimento en una vía urbana se rige a la Norma Técnica C.E. 010 de Pavimentos Urbanos cuyas consideraciones según (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010), son:

- *Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la sub-rasante.*
- *Características y volumen del tránsito durante el período de diseño.*
- *Vida útil del pavimento.*
- *Condiciones climáticas y de drenaje.*
- *Características geométricas de la vía.*
- *Tipo de pavimento a usarse.*

PALABRA CLAVE: Diseño del Pavimento, Vía Urbana.

## ABSTRACT

In this thesis the Technical Standard CE.010 will be used for the design of the pavement of the Asoc Viv. “Aromo I and II”, “The pilgrims” and right viewpoint area in the district of Parcona-Ica, studies will be carried out Soils, we will take current traffic data through that area, these examples will be analyzed in the laboratory to determine their characteristics, as well as we will process the traffic information.

It is important to consider the traffic and pavement thicknesses in the application of Technical Standard CE.010.

Likewise, the Parcona district seeks its development by expanding its paved roads, and this research is aimed at the design of pavement in various areas of the district by applying Technical Standard CE.010 for the development of the same with the help of technical studies in the laboratory and countryside.

The design of the pavement on an urban road is governed by Technical Standard C.E.010 of Urban Pavements according to the standards (*National Building Regulation: Standard CE.010, 2010*), son:

- *Quality and bearing value of the foundation and sub-ground floor.*
- *Characteristics and volume of traffic during the design period.*
- *Pavement life.*
- *Climatic and drainage conditions.*
- *Geometric characteristics of the track.*
- *Type of pavement to use.*

KEYWORD: Pavement Design, Urban Way.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Aplicación de la norma técnica CE.010 para el Diseño del Pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador derecho en el distrito de Parcona – Ica, es motivada por hacer un estudio minucioso y consciente sobre el diseño del pavimento para mejorar la calidad de vida de la población de estos sectores, como consecuencia la tesis permitirá dar un aporte técnico para la futura construcción de su pavimento.

Esto permitirá mejorar el pavimento urbano del distrito dándole un valor agregado, así como también la seguridad de los peatones, los conductores y de los vehículos que sufrirían menos daño al transportar por un pavimento en buen estado.

Basándonos en la aplicación de la norma técnica CE. 010 para el diseño del pavimento, tenemos los siguientes estudios a realizar:

- Recabar información de las zonas de estudio.
- Analizar la metodología de la investigación.
- Realizar Análisis de tráfico, aplicando la Norma Técnica CE 010.
- Realizar calicatas para estudiar el suelo de estas zonas.
- Hacer un estudio de la cantera más óptima y obtener muestras.
- Realizar ensayos en laboratorio del material de suelo de la zona de estudio y material de cantera.
- Diseñar la estructura del pavimento asfáltico.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL**

HERRERA URIBE, Nader Pamela (2014). Trabajo estructurado de manera independiente previo a la obtención del título de ingeniero civil en la Universidad Técnica de Ambato (Ecuador) titulada: “ESTUDIO DEL PAVIMENTO DE LAS VÍAS DEL BARRIO SALACALLE, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES.”

Que nos dice: *“La razón por la cual se desea realizar el estudio de la vía es para solucionar los inconvenientes que se dan por consecuencia del mal estado, los moradores pasan incomodidades para acceder a la vía principal, así como también el deterioro de sus vehículos y sin olvidar también el retraso en tiempo de transporte(...), y también nos recomienda lo siguiente: “Para mejorar la calidad de vida de los habitantes se recomienda el diseño del pavimento considerando que éste se debe efectuar con una proyección de 20 años con el fin de recuperar su serviciabilidad y tomar en cuenta las nuevas consideraciones del sitio en dicho tiempo, además es importante indicar que el diseño es la base técnica para la ejecución de la correspondiente obra vial.”* (Herrera Uribe, 2014)

CORREA BASTO, Eliecer, FORERO SASTRE, John Alfredo y MARTINES MORA, Paula Andrea (2015). Trabajo presentado como requisito para optar al título de grado como especialista en diseño vías urbanas tránsito y transporte en la Universidad distrital Francisco José de Caldas (Bogotá-Colombia) titulada:” ESTUDIO DE TRÁNSITO Y DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA INTERSECCIÓN DE LA CALLE 26 CON CARRERA 40, COMO ALTERNATIVA DE TROMPETA DEPRIMIDA CON TODOS LOS MOVIMIENTOS.”

Que nos dice:” (...) *La planeación del transporte y la movilidad es un instrumento donde la desigualdad social desaparece y potencia la sostenibilidad de la ciudad, teniendo en cuenta que el crecimiento del parque automotor es casi exponencial, se ve reducida la movilidad. (...) El diseño geométrico vial no es una disciplina independiente en la proyección de una vía, sino que interactúa y depende de otras áreas técnicas de la ingeniería como el tránsito. Para el desarrollo de un proyecto de construcción de una vía*

*es indispensable realizar un estudio de tránsito para determinar la demanda, a partir del volumen del tránsito actual, o la proyección de la cantidad de vehículos que transitarán por la nueva vía en un lapso determinado.” (Correa Basto, 2015)*

### **1.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

CCASANI BRAVO, Mayra Jessenia y FERRO MOINA, Yadelis Ingridt (2017). Tesis para optar el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Tecnológica de los Andes en Abancay-Apurímac. Titulada: “EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE ABANCAY, PARA PROPONER UNA MEJOR ALTERNATIVA ESTRUCTURAL EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS”.

*Que nos dice:” (...) La existencia de un número excesivo de vehículos pesados que circulan dentro de la ciudad contribuye a agravar la congestión y el embotellamiento vial, lo que genera dificultad en el tránsito de vehículos particulares y de transporte público.”, así como también nos recomienda: “Se recomienda que el CBR de la Subrasante sea de una calidad buena y que este dentro de  $10\% \leq CBR \leq 30\%$ . Si se tuviera el caso de trabajar con una Subrasante insuficiente o regular donde el  $3\% \leq CBR < 10\%$  se recomienda tratarlas con asfalto, cal o cemento. Pero de lo contrario si se tuviese una Subrasante inadecuada con un  $CBR \leq 3\%$ , lo óptimo es retirar este material previo un estudio de mecánica de suelos para saber la profundidad, y reemplazarla por otro de mejor calidad (...)” (Ccasani Bravo, 2017)*

ZUÑIGA CHEPE, Oscar Eduardo (2018). Tesis para optar el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Señor de Sipán de Pimentel - Chiclayo. Titulada: “DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CALLES COMPRENDIDAS DENTRO DEL PERÍMETRO DE LA CA. VRHT, CA. LA PAZ, CA. PACHACUTEC Y AV. GRAN CHIMU DEL DISTRITO DE LA VICTORIA – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”.

*Que nos dice: “(...) se aplica para estructuras de pavimento flexible: capa asfáltica sobre material granular; y estructuras de pavimento semirígido: capa asfáltica sobre capa estabilizada y material granular. La metodología de diseño aplicada es en un primer caso determinar los espesores iniciales con ayuda de la Guía de Diseño AASHTO 93, luego por medio de una revisión mecanística – empírica se calibran los espesores para resistir tanto por fatiga, como por deformación plástica en las diferentes capas (...) Estas propiedades de los suelos que constituyen la sub-rasante son las variables más importantes que se debe considerar al momento de diseñar una estructura de pavimento.” (Zuñiga Chepe, 2018)*

CASTILLO YNGA, Jakeline Noemí (2018). Tesis para obtener el título profesional de ingeniera civil en la Universidad César Vallejo del Callao – Lima. Titulada: “DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VIAL ENTRE LOS JIRONES HELMES Y ORTIZ- LOS OLIVOS, 2018”.

Que nos dice: *“Esta investigación se realiza con el objetivo de aportar a un conocimiento existente sobre diseño de pavimentos como herramienta de mejora de transitabilidad, ya que se está demostrando que la implementación del diseño de pavimento rígido y flexible lo mejorará (...)”* y tienen como conclusión: *“(...)Así mismo del diseño de pavimentos, se concluye que la metodología AASHTO hace que el proceso sea menos complicado, ya que te brinda facilidades a través de sus fórmulas empíricas y monogramas (...) Finalmente del dimensionamiento de los accesos peatonales, se concluye que mejorará la transitabilidad, ya que se cumple con los requisitos mínimos según lo requiere la norma vigente en el Perú que es la CE. 010 pavimentos Urbanos, el cual hace que se cumplan con los reglamentos básicos y se garantice una adecuada transitabilidad para los peatones (...)”* (Castillo Ynga, 2018)

### **1.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL**

OCHANTE MELGAR, Julia Betzabé (2017). Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Titulada: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA EL GUAYABO Y EL AA.HH. FRAY RAMON ROJAS DEL DISTRITO DE ICA, PROVINCIA DE ICA – ICA”.

Teniendo como objetivo: *“El objetivo principal del estudio es determinar el tráfico actual existente en la zona, sus características principales y hacer las proyecciones para el periodo de vida útil. La información obtenida, procesada del volumen y clasificación del tránsito en un punto pre-establecido permitirán la definición y selección de la categoría de las vías en la zona de estudio.”* Así como también nos dice: *“El tráfico es uno de los factores más relevantes en el diseño del pavimento. Su correcta determinación contribuye a que el pavimento cumpla con su periodo de diseño. Por lo que es de importancia que la población tenga en conocimiento que la carga de diseño fue tomada del vehículo tipo C2, según el estudio de tráfico realizado y que el nivel de confiabilidad fue determinado según el uso esperado del pavimento en la zona.”* (Ochante Melgar, 2017)

LACUTA GUTIERREZ y SOTO PEREZ (2018). Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Titulada: "CREACIÓN DEL ANILLO VIAL DE LA ZONA SUR ESTE DEL DISTRITO DE PARCONA".

Que nos dice:” (...) *objetivo general de la tesis estará orientado a diseñar el pavimento flexible el cual se realizará por dos métodos y siguiendo las normas vigentes, para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular de la zona. La metodología utilizada para el diseño del pavimento flexible será mediante la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (...)*” y tiene como conclusión:” *Del estudio de tráfico se concluye que este es una de las variables más influyentes en el dimensionamiento del pavimento y que el Índice Medio Diario Anual y los ejes equivalentes de diseño hallados a partir del estudio de tráfico realizado por tramos homogéneos (...) No obstante es necesario recalcar que el factor de crecimiento del tráfico estimado puede ser en realidad mayor con el paso de los años debido al progreso actual de nuestro país y a las recientes demandas de transporte por parte del sector agrícola, etc. Es por ello que sería aconsejable realizar un monitoreo continuo del tráfico y del peso máximo permitido por eje de cada vehículo, de tal manera que se intente no someter al pavimento a una carga mucho mayor a la esperada que pueda traducirse en fallas estructurales.*” (Perez, 2018)

## **1.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. ANÁLISIS DE TRÁFICO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE.010.**

*“La información de tráfico sirve para proyectar el volumen de tráfico de la red y para desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes, Es importante porque proporciona información para el planeamiento del sistema de transporte.” Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC))”*

#### **1.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR.**

Las características del vehículo, definen los aspectos del dimensionamiento estructural de una vía.

*“Conforme al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos ligeros aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y MI (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el*

*transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor).”Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC))”*

*Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M(vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la M1), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y construidos para el transporte de mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N y O).”Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)).*

#### **1.2.1.2. ESTACIONES DE CONTROL.**

Los criterios a usar para determinar la ubicación de las estaciones de control, según (Pittman, 2002):

- *La estación se ubicará en lo posible a una distancia intermedia entre centroides, es decir en un lugar equidistante entre centroides.*
- *Las estaciones estarán ubicadas en lugares de fácil accesibilidad.*
- *En un lugar de la carretera con visibilidad para evitar accidentes.*
- *En lugares que minimicen las interrupciones en el tránsito.*

#### **1.2.1.3. INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)**

*“Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.*

*La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos”. Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC))*

Fórmula para hallar el Índice medio diario semanal (IMDs) y el índice medio diario anual (IMDa)

$$IMDs = \frac{\sum Vi}{7}$$

Dónde:

IMDs: Índice medio diario semanal

Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

$$IMDa = IMDs \times Fc$$

Dónde:

IMDa: Índice medio diario anual

IMDs: Índice medio diario semanal

Fc: Factor de corrección estacional

#### FACTOR DE CORRECCIÓN:

Este factor de corrección estacional es información brindado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), donde los vehículos ligeros y pesados tienen su respectivo factor de corrección que está basado en los datos tomados a la estación de peaje más próxima y en los diferentes meses que se realizaron el estudio de tráfico.

El factor de corrección trata de manejar las variaciones del tráfico de acuerdo a las estaciones del año, festividades, épocas de lluvia o sequía, etc.

Se aplica en carreteras ya que ahí el tránsito es variable cada mes, caso contrario con las vías urbanas que el tránsito se mantiene y no varía en los meses del año.

#### 1.2.1.4. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO

*“Conforme va creciendo la ciudad, la población y la economía, se necesita infraestructuras que soporten esta demanda futura, es por ello que una vez calculado el tráfico existente en la zona de estudio se le debe proyectar a un tráfico futuro considerando que la tasa anual del crecimiento del tránsito tiene correlación con el crecimiento socio-económico por ende la tasa de crecimiento de vehículos de pasajeros*

*(vehículos ligeros) se asocia con la tasa del crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento de vehículos de carga (vehículos pesados) con la tasa de crecimiento de la economía, es decir con el producto bruto interno (PBI).” Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC))*

Para calcular dicha proyección utilizamos la siguiente fórmula estadística del INEI:

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

**Dónde:**

- T<sub>n</sub> = Transito proyectado al año” en Veh/día.  
T<sub>o</sub> = Transito actual (año base) en Veh/día.  
n = Número de años del periodo de diseño.  
r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

## **1.2.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **1.2.2.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO:**

*Según:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010), *estos son los pasos a seguir:*

- *Los puntos de investigación se ubicarán preferentemente en los cruces de vías, pudiendo emplearse puntos intermedios, que permitan establecer la estratigrafía a lo largo de la vía.*
- *El número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía, con un mínimo de tres (03), guiándonos del siguiente cuadro:*

Cuadro N°01  
Número de puntos de investigación en base al tipo de vía

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACION	ÁREA (m2)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

*Fuente:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)

*Notas:*

- a) *Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado solamente se ejecutará el proyecto de habilitación urbana, se requiere de 1 punto de investigación por hectárea, con un mínimo de 4.*
- b) *Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado y se ejecute el proyecto de habilitación urbana y la construcción simultanea de viviendas se requiere de un punto de investigación adicional por hectáreas a los requeridos en la tabla N°6 de la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.*
  - *Efectuados el registro de la estratigrafía, el muestreo y la toma de fotografía, se deberá rellenar las excavaciones con los materiales extraídos.*
  - *En caso de encontrar suelos finos no plásticos dentro de la profundidad de investigación, se deberán ejecutar ensayos para determinar su densidad natural.*
  - *Se tomará por lo menos una muestra representativa de cada tipo de suelo para su posterior ensayo de laboratorio.*

#### **1.2.2.2. PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN**

*“La profundidad mínima de investigación será de 1.50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía. Si dentro de la profundidad explorada se encontraran suelos blandos o altamente compresibles, la profundidad de investigación deberá ampliarse a criterio del Profesional Responsable.*

*Donde exista rellenos no controlados se deberá investigar en todo su espesor debiendo profundizarse no menos de 0,50 m dentro del suelo natural.” Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)*

#### **1.2.2.3. OBTENCIÓN DE MUESTRAS:**

*“Debe identificarse cuidadosamente cada muestra con la respectiva perforación o calicata y con la profundidad a la cual fue tomada. colóquese una identificación dentro del recipiente o bolsa, ciérrese en forma segura, protéjase del manejo rudo y márquese*

*exteriormente con una identificación apropiada. guárdense muestras para la determinación de la humedad natural en recipientes de cierre hermético para evitar pérdidas de la misma. cuando el secado de muestras puede afectar la clasificación y los resultados de los ensayos, las muestras deben ser protegidas para la pérdida de humedad.” (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016).*

### **1.2.3. ESTUDIO DE CANTERAS**

Para la elección del material de cantera, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Cumplir con los requerimientos mínimos según las normas técnica CE.010
- Una cantera cuyo material haya sido utilizado para otras obras similares con buenos resultados.
- La cantera tiene que ser lo más cercana a la zona de estudio.

### **1.2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE010.**

Para estudios de diseño del pavimento se realizan los siguientes ensayos

Al suelo natural de la zona de estudio:

- Granulometría SUCS (ASTM-D-422)
- Humedad natural (ASTM-D-2216)
- Límite Líquido (ASTM-D-423)
- Límite plástico (ASTM-D-424)
- Clasificación AASHTO y SUCS ASTM - D – 2487
- Compactación (ASTM-D-1557)
- CBR (ASTM-D-1883)

A material de cantera:

- Granulometría SUCS (ASTM-D-422)
- Peso Específico (ASTM-C-128)
- Porcentaje de Absorción (%abs) (ASTM-C-128)

- Contenido de Humedad (%w)
- Peso Unitario Suelto Seco (ASTM-C-29) 78
- Peso Unitario Compactado Seco (ASTM-C-29)
- Módulo de Fineza
- Abrasión (ASTM-C-131).

#### **1.2.4.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Es la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Se hallan los porcentajes de suelo que pasan por los tamices usados en el ensayo, hasta el de 75 mm (N° 200). ASTM D 422.

#### **MATERIALES UTILIZADOS:**

- *Balanza con sensibilidad 0.01g*
- *Tamices de 3”(75mm), 2”(50mm), 1 1/2”(37.5mm), 1”(25mm), 3/4”(19.0mm), 3/8”(9.5mm), 1/2”(12.7mm), N°4(4.75mm), N°10(2mm), N°20(850µmm), N°40(425 µmm), N°60(250 µmm), N°100(150 µmm) y N°200(75 µmm).*
- *Estufa*
- *Agua y envases.*
- *Brochas, Cepillos para Tamiz.*
- (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)

#### **PROCEDIMIENTO:**

*Se selecciona una cantidad representativa según la siguiente tabla:*

Cuadro N°02

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm(pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 ( 1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

*Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

*Determinar la masa seca de la muestra elegida, pesarlo en un recipiente previamente pesado y hacer la operación. Luego colocarla en el tamiz N°200 y lavar la muestra cuidadosamente hasta que no presente restos ajenos al suelo.*

*Dejar reposar la muestra lavada y sacara el agua cuidadosamente, luego poner al horno por 24 horas.*

*Pesar la muestra seca y colocar en la máquina de tamizado verificando que los tamices estén debidamente ordenados (N°4, N°10, N°30, N° 50, N° 100, N° 200) y tamizar durante 10 minutos.*

*Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz usando la siguiente fórmula:*

$$\%retenido = \frac{\text{Peso retenido} - \text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

*Pesar la cantidad de muestra que ha sido retenida en cada tamiz.*

(Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)

#### **1.2.4.2. LIMITE LÍQUIDO**

El límite líquido hace referencia al contenido de agua del suelo que se encuentran entre el estado semilíquido y plástico.

## MATERIALES:

- *Aparato de casa Grande*
- *Cápsula de Evaporación*
- *Espátula*
- *Acanalador*
- *Balanza*
- *Recipiente*
- *Horno*

(Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)

## PROCEDIMIENTOS:

*Se coloca la muestra de suelo en la cápsula de evaporación, la muestra tomada es aquella que pasan por el tamiz N°40, se mezcla con la espátula, luego la dispersamos en el aparato de casa grande hasta formar una superficie horizontal.*

*Con el ranurador se forma una ranura en la muestra que está dentro de casa grande, se debe tener cuidado en que este perpendicular.*

*Posteriormente Giramos la manivela de casa grande a velocidad de 1.9 a 2.1 caídas por segundos, hasta que las dos mitades de la muestra entren en contacto.*

*Se tiene que tener cuidado que no haya presencia de burbujas de aire en la muestra dentro de casa grande, en caso se observe que la ranura ha sido cerrada por presencia de burbujas de aire, entonces se vuelve a repetir la operación agregándole más contenido de muestra o de agua considerando la humedad que se perdió en la manipulación del anterior intento.*

*Se debe mezclar la muestra hasta conseguir una consistencia que corresponda aproximadamente a 25 a 35 golpes para poder cerrar la ranura.*

(Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016).

#### **1.2.4.3. LIMITE PLÁSTICO**

El límite plástico hace referencia al contenido de agua del suelo que se encuentra entre el estado plástico y semisólido.

**MATERIALES:**

- *Espátula*
- *Tamiz N°40*
- *Placa de Vidrio*
- *Horno*
- *Balanza*
- *Espátula.*
- *Agua Destilada*

(Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)

**PROCEDIMIENTO:**

*Cuando a simple vista se observe que la muestra presente muy poca cantidad de material retenido en el tamiz N°40, Se deberá mezclar de 150 a 200 gramos de muestra con agua destilada sobre la placa de vidrio con una espátula.*

*La muestra tiene que lograrse mezclar hasta que pueda ser enrollada sin adherirse a la mano.*

*El hilo de muestra que se forme deberá de ser aproximadamente de 3.2mm, luego romper el hilo en varias partes y colocarlas en un recipiente pesándola para finalmente colocarlo al horno. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

#### **1.2.4.4. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

Se determina el contenido de humedad mediante secado al horno.

Conociendo que el contenido de humedad es la relación entre la masa del agua que hay los poros del suelo y la masa de los sólidos del mismo suelo.

## MATERIALES:

- *Horno*
- *Balanza*
- *Contenedor*
- *Espátulas*

La cantidad de muestra a ensayar ha sido tomada en base al siguiente cuadro.

Cuadro N°03

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1 %	a ± 1 %
2 mm o menos	2,00 mm (N°10)	20 g	20 g*
4,75 mm	4,760 mm(N°4)	100 g	20 g*
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm(3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota: \* Se usará no menos de 20 g para que sea representativo

*Fuente:* (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)

## PROCEDIMIENTO:

*Pesamos un envase vacío y registramos dicho peso, se selecciona la muestra de suelo que nos representará el contenido de humedad del suelo lo colocamos en el envase pesado previamente y lo volvemos a pesar el envase más la muestra húmeda, lo introducimos al horno por 12 a 16 horas, pasado este tiempo lo sacamos del horno, lo dejamos enfriar y lo volvemos a pesar.*

*Este procedimiento se repite con tres muestras del mismo suelo para sacar el promedio del contenido de humedad de dicho suelo. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

#### 1.2.4.5. PROCTOR MODIFICADO

*Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).*

*El ensayo de compactación permite mejorar las propiedades del suelo, conociendo el contenido de humedad donde dicho suelo alcance la máxima densidad seca, el ensayo a usar es el Proctor dentro de dicho ensayo encontramos al Proctor Modificado y al Proctor Estándar.*

*Usamos el Proctor modificado por que es el ensayo más actual resultado de mejoras del Proctor estándar considerando las cargas de las infraestructuras modernas.*

PARA REALIZAR EL ENSAYO PROCTOR:

<i>Ec</i>	=	<i>Energía de Compactación</i>	=	<i>56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup></i>
<i>W</i>	=	<i>Peso del martillo</i>	=	<i>10 lb</i>
<i>H</i>	=	<i>Altura de caída del martillo</i>	=	<i>18pulgadas</i>
<i>N</i>	=	<i>Número de golpes por capas</i>	=	<i>Depende del molde</i>
<i>N</i>	=	<i>Número de capas</i>		

*Existente 3 métodos para llevar a cabo el ensayo, estos métodos dependen de la muestra con la que se trabajará, siendo estas las características:*

*Método A:*

- Material que pasa la malla N°4*
- Molde 4 pulgadas de diámetro*

- $N=25$  golpes /capa

*Método B:*

- *Material que pasa la malla 3/8"*
- *Molde 4 pulgadas de diámetro*
- $N=25$  golpes /capa

*Método C:*

- *Material que pasa la malla 3/4"*
- *Molde 6 pulgadas de diámetro*
- $N=56$  golpes / capa

Cuadro N°04  
Resumen del método a utilizar en base al %Acum. Retenido de la muestra.

METODO	%ACUM. RETENIDO N°4	%ACUM. RETENIDO 3/8"	%ACUM. RETENIDO 3/4"	MATERIAL A USAR
A	≤ 20%	-	-	Pasa N°4
B	>20%	≤ 20%	-	Pasa 3/8"
C	-	>20%	≤30%	Pasa 3/4"

*Fuente:* (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016).

**MATERIALES:**

- *Molde cilíndrico con base de apoyo y collarín*
- *Probeta graduada*
- *Pisón de 10lb*
- *Balanza de 0.1 gr. de precisión*
- *Regla metálica*
- *Horno*
- *Tamices de 2", 3/4", 3/8" y N°4*
- *Taras*
- *Espátulas*

#### PROCEDIMIENTO:

*Se prepara 4 a 5 muestras de 6 Kg, para el método C y de 3Kg para método A o B, esta muestra la secamos en el horno.*

*Agregamos agua y lo mezclamos uniformemente para ello usamos guantes impermeables para no variar el contenido de agua, ya que agregaremos agua en 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. En relación al peso de la muestra seca.*

*La muestra húmeda que hemos obtenido la colocamos en una tara la pesamos como mínimo 500 gramos de toda la muestra y la colocamos al horno, esto se hace previo a la compactación para calcular el contenido exacto y evitar la pérdida de humedad al manipular la muestra.*

*La muestra se divide en 5 partes iguales, colocamos la primera capa y aplicamos 25 o 56 golpes según el método de ensayo, aplicando los golpes en sentido radial, tratando de llegar a toda el área del molde, repetir este procedimiento con las capas restantes.*

*Finalmente se retira el collarín y se enrasa la muestra del molde también retiramos la base y pesamos el collarín con la muestra compactada.*

*Repetimos este procedimiento, aumentando gradualmente el contenido de humedad a la muestra. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

#### **1.2.4.6. C.B.R.**

*Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, sub-base y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

*Por tanto, definimos al CBR como el esfuerzo que requiere el pistón para penetrar el suelo a una profundidad establecida, comparado con el esfuerzo que el mismo pistón requiere para penetrar una muestra patrón a la misma profundidad.*

Cuadro N°05

**VALORES DE CARGA UNITARIA**

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRÓN		
mm	pulgadas	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	psi
2,54	0,1	6,90	70,00	1000
5,08	0,2	10,30	105,00	1500
7,62	0,3	13,10	133,00	1900
10,16	0,4	15,80	162,00	2300
12,7	0,5	17,90	183,00	2600

*Fuente:* (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016).

**MATERIALES:**

**Para la compactación:**

- *Pisón Peso 10Lb con una caída de 18"*
- *Disco espaciador de acero diámetro de 5 15/16" y altura de 2.5"*
- *Trípode y extensómetro con aprox. 0.001"*
- *Molde de diámetro 6", altura de 7" a 8" y un collarín de 2"*.
- *Sobrecargas metálicas, anular y ranuradas de 2.27 kg(5lb). cada una.*

**Para la prueba de penetración:**

- *Prensa Hidráulica con anillo de carga*
- *Pistón sección circular área 3 pulg<sup>2</sup>*
- *Espátulas*
- *Balanza*
- *Papel Filtro*

**PROCEDIMIENTO:**

*Se selecciona la cantidad de suelo suficiente para 3 muestras, y realizamos la compactación de la muestra con el óptimo contenido de humedad que obtuvimos en el proctor modificado.*

*Colocamos la placa base y el disco espaciador sobre la placa base de cada molde.*

*Los 3 moldes tendrán diferente energía de compactación, siendo estas de 56, 25 y 10 golpes, luego lo enrasamos y retiramos la placa base, giramos el molde y retiramos el disco espaciador, para colocar la sobrecarga.*

*Nuevamente fijamos la placa base y colocamos papel filtro en la parte superior, colocamos la placa perforada y el vástago con las pesas.*

*A continuación, colocamos el trípode para realizar la lectura y una vez tomado esos datos lo retiramos, Sumergimos el molde para comenzar a saturarlo durante cuatro días, todos los días se toma la lectura de la expansión.*

*Retiramos las pesas, la placa perforada y el papel filtro, ahora iniciamos con la etapa de penetración para eso colocamos las pesas nuevamente.*

*Finalmente colocamos el molde sobre la prensa hidráulica y lo centramos, trabajaremos con una velocidad de penetración uniforme de 1,27mm (0,05”) por minuto, para empezar la lectura debe estar en cero el dial de deformación, tomaremos las lecturas de presión consideramos lo siguiente:*

Cuadro N°06

<b>Penetración</b>	
Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

\*Estas lecturas se hacen si se desea definir l forma de la curva, pero no son indispensables

*Fuente:* (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)

*Se desmonta el molde y tomaremos una muestra de la parte superior más próxima a donde se realizó la penetración la colocamos en un recipiente y al horno para calcular la humedad final de la muestra. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

#### **1.2.4.7. ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES**

Este ensayo nos permite conocer la resistencia que tienen los agregados a la resistencia a la degradación, para ello se utiliza la máquina de los ángeles. Que consiste en colocar el agregado en el tambor de acero junto con esferas de acero iniciando un ciclo de rotación cumpliendo el número de revoluciones se retira el agregado para tamizarlo de esta forma conocer su degradación y porcentaje de pérdida.

#### **MATERIALES:**

- *Máquina de los Ángeles*
- *Tamices 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8"*
- *Balanza*
- *Carga: Esferas de acero de 48mm de diámetro*

Cuadro N°07  
*Número de esferas dependiendo del tipo de gradación del material*

<b>Gradación</b>	<b>Número de Esferas</b>	<b>Masa de la carga (g)</b>
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

*Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

#### PROCEDIMIENTO:

*La muestra debe ser lavada y secada al horno, ya que el agregado tiene que estar libre de polvo, luego se coloca la muestra y la carga (esferas de acero), en la máquina de los ángeles y se inicia la rotación a una velocidad de 30rpm hasta 33rpm, por 500 revoluciones, una vez acabado el proceso de rotación separamos el material en el tamiz normalizado de 1.70mm(N°12), el material que pasa el tamiz N°12 se vuelve a tamizar y el material retenido en este tamiz N°12 se lava y seca al horno para calcular nuevamente su peso.*

*Finalmente es como se calcula la pérdida entre la masa inicial y la masa final de la muestra. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016).*

#### **1.2.4.8. PESO ESPECÍFICO**

*El peso específico es la relación de los agregados entre su peso y su volumen, ya que están compuestos además de aire y agua dentro de sus poros.*

Para el cálculo de peso específico de agregado fino:

- *Materiales:*
- *Balanza*
- *Picnómetro*
- *Estufa*
- *Bandejas*

#### PROCEDIMIENTO:

*Se utiliza muestra superficialmente seca, aproximadamente 100 gramos de muestra, la introducimos al picnómetro y lo terminamos de llenar con agua, en la estufa lo hacemos hervir por 5 minutos, finalmente se hace enfriar y pesar el picnómetro y su contenido final.*

*Para el caso de agregado grueso, tenemos:*

**MATERIALES:**

- *Balanza*
- *Bandejas*
- *Canastilla de alambre*

La muestra se escoge, en base a:

Cuadro N°08

Tamaño máximo nominal mm(pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo Kg(lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 1/2)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 1/2)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 1/2)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

*Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

**PROCEDIMIENTO:**

*Se sumerge el agregado grueso en un recipiente por 24 horas, luego la retiramos y la secamos superficialmente con algún pañuelo, anotamos el peso de muestra saturada con superficie seca e inmediatamente la colocamos en una canastilla de alambre a una temperatura entre  $13^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$  y determinamos su peso sumergido, finalmente se lleva la muestra al horno por 24 horas y pesamos la muestra seca. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

#### 1.2.4.9. CONTENIDO DE HUMEDAD

En los agregados existen poros, dicho poros contienen aire y agua que le dan un porcentaje de humedad al material este dato es relevante como característica propia del agregado y que influye en los cálculos a realizarse para los diseños.

#### MATERIALES

- *Horno*
- *Balanza*
- *Envases*

*Se elige 4 envases, cada envase se pesa e introducimos estos agregados al envase en estado normal, es decir con su contenido de humedad natural, elegimos la cantidad de muestra en base al siguiente cuadro:*

Cuadro N°09

Tamaño máximo nominal de agregado mm(pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en Kg
4,75 (0,187) (N°4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5(1. 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2.1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3.1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

*Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

*Luego lo introducimos al horno por 24 horas, finalmente la volvemos a pesar y de esa forma calculamos el contenido de humedad de dichos agregados. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

#### **1.2.4.10. ABSORCIÓN:**

La finalidad de este ensayo es determinar la absorción de los agregados después de 24 horas de sumergidos en agua.

Para el hallar el porcentaje de absorción en agregados finos.

#### **MATERIALES**

- *Balanza*
- *Molde Cónico*
- *Pisón manual*
- *Horno*
- *Bandejas*

#### **PROCEDIMIENTO:**

*Se pesa 1000 gramos de agregado fino en estado superficialmente seco la introducimos al molde cónico apisonando 25 veces, luego retiramos el molde logrando que la muestra se desmorone sin problemas, es ahí cuando agarramos dicha muestra y la llevamos al horno por 24 horas, obteniendo los siguientes datos:*

Para el caso de agregado grueso, tenemos:

Materiales:

- *Balanza*
- *Bandejas*
- *Canastilla de alambre*

La muestra se escoge, en base a:

Cuadro N°10

Tamaño máximo nominal mm(pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo Kg(lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 1/2)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 1/2)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 1/2)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)

**PROCEDIMIENTO:**

*Se sumerge el agregado grueso en un recipiente por 24 horas, luego la retiramos y la secamos superficialmente con algún pañuelo, anotamos el peso de muestra saturada con superficie seca. (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016)*

**1.2.4.11. CLASIFICACION DE SUELOS**

**SISTEMA AASHTO**

*El sistema de clasificación AASHTO es uno de los primeros sistemas que se utilizó para evaluar los suelos donde se construirían las futuras carreteras.*

*Fue conocido como AASHO luego fue modificado y conocido posteriormente como sistema AASHTO.*

*Este sistema clasifica los suelos de acuerdo a resultados de ensayos de laboratorio donde se determine su granulometría, límite líquido e índice de plasticidad.*

*En el caso de suelo altamente orgánico, también conocido como turba se puede clasificar de manera visual y se le otorga el grupo A-8.*

Cuadro N°11

Clasificación General	Suelos Granulares ( $\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ( $>35\%$ Bajo 0,08mm)				
Grupo	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*			A-7-5**	
2 mm	$\leq 50$									A-7-6**	
0,5 mm	$\leq 30$	$\leq 50$	$\geq 51$								
0,08 mm	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$			36				
WI				$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
IP	$\leq 6$		NP	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		
	** A-7-5: $IP \leq (WI - 30)$					** A-7-6: $IP > (WI - 30)$					
Si el suelo es NP --- $IG = 0$ ; Si $IG < 0$ --- $IG = 0$											

Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016, pág. 1159)

## SISTEMA SUCS

El sistema SUCS (sistema unificado de clasificación), fue desarrollado por el Dr. Arturo Casagrande, este sistema utiliza la textura para describirlos con los siguientes términos: "GC", grava arcillosa; "GP", grava mal graduada, "GW" grava bien graduada.

Este sistema se basa en las siguientes propiedades de los suelos:

1. Porcentaje de grava, arena y finos (fracción que pasa por el tamiz N° 200)
2. Forma de la curva de distribución granulométrica.
3. Características de plasticidad y compresibilidad

Los suelos se dividen en 3 fracciones:

- Suelos de grano grueso, contiene  $\leq 50\%$  de material que pasa el tamiz N° 200
- Suelos de grano fino, contiene  $\geq 50\%$  de material que pasa el tamiz N° 200
- Suelos altamente orgánicos, este suelo se identifican por inspección ocular.

Cuadro N°12

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS ( S.U.C.S.)						
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN						
DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla N°200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N°4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	<p>DETERMINENSE LOS PORCENTAJES DE GRABA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA. DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla N°200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5% GW, GP, SW, SP; más del 12% GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requiere el uso de símbolos dobles**</p> <p>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. <math>C_u = D_{60}/D_{10}</math>    <math>C_c = D_{30}^2/(D_{10})(D_{60})</math></p> <p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG DEBAJO DE LA "LÍNEAS A" O I.P. MENOS QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEAS A" CON I.P. MAYOR QUE 7. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles</p> <p><math>C_u = D_{60}/D_{10}</math> mayor de 6 ; <math>C_c = D_{30}^2/(D_{10})(D_{60})</math> entre 1 y 3</p> <p>No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW</p> <p>LIMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LINEA A" O I.P. MENOR QUE 4 Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p>LIMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LINEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7 Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p>		
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos			
	GRAVAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	GM <sub>d</sub>	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo			
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla			
	ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos			
		SP	Arena mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos			
	ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	SM <sub>d</sub>	Arenas lomasas, mezclas de arena y limo			
		SC	Arenas Arcillosas, mezclas de arena y arcilla			
	SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material para por la malla N°200 Las partículas de 0.074 mm de diámetro ( la malla N°200 ) son, paroximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML		Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos	<p>G - Grava, S - Arena, O - Suelos Orgánico, P - Turba, M - Limo, C - Arcillas, W - Bien Graduada, P - Mal Graduada, L - Baja compresibilidad, H - Alta compresibilidad.</p>
			CL		Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
OL			Limos orgánicos y arcillas limosas de baja plasticidad			
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido mayor de 50		MH	Limo inorgánicos, limos micáceos o diatomeos, mpas elásticos			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.			
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	p	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.				

\*\*CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERISTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LAS COMBINACION DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW - GC, MEZCLA DE ARENA Y GRABA BIEN GRADUADAS SON CEMENTANTE ARCILLOSO  
TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

\*LA DIVISIÓN DE LS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d y u SON PARA CAMINOS Y AEROUERTOS UNICAMENTE, LA SUBDIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LIMITES DE ATTERBERG EL SUFIJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Fuente: (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016, pág. 1161)

### **1.2.5 DISEÑO DEL PAVIMENTO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE.010.**

El diseño del Pavimento nos permitirá conocer las dimensiones de las capas que la conforman ya que estas recibirán directamente las cargas del tránsito y también deben ser resistentes al intemperismo y otros factores.

Los componentes de la estructura del pavimento son los siguientes:

#### **SUBRASANTE:**

Es el terreno de fundación sobre la cual se asentará la estructura del pavimento, está conformado por el suelo natural en caso esta cumpla con las resistencias mínimas sino será reemplazado por suelo de mejor calidad, ya que esta subrasante será compactada.

Los suelos de sub-rasante se clasifican como, Según: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010, pág. 46)

- 1. Excelente a Bueno. Los suelos de sub-rasante Excelentes no se ven afectados por la humedad o por el congelamiento. Ellos incluyen arenas o gravas limpias y angulosas, particularmente aquellas que son bien graduadas. Propiedades típicas: Módulo Resiliente  $\geq 170$ MPa (25,000 psi), CBR  $\geq 17\%$ . Los suelos de sub-rasante Buenos retienen una cantidad sustancial de su capacidad de soportar cargas cuando están húmedos. Incluyen las arenas limpias, arenas con gravas y suelos libres de cantidades perjudiciales de materiales plásticos. Propiedades típicas: 80 MPa (12,000 psi) < Módulo Resiliente < 170 MPa (25,000 psi);  $8\% < \text{CBR} < 17\%$*
- 2. Regular, los suelos de sub-rasante son moderadamente estables bajo condiciones adversas de humedad. Incluye suelos como arenas eólicas, arenas limosas y arenas gravosas que contienen cantidades moderadas de arcillas y limos. Propiedades típicas: 30 MPa (4,500 psi) < Módulo Resiliente < 80 MPa (12,000 psi) y  $3\% < \text{CBR} < 8\%$*
- 3. Pobre, Suelos blandos y plásticos cuando están húmedos. Incluyen suelos con cantidades apreciables de arcillas y limos. Los limos gruesos y arenas eólicas arenosos también pueden mostrar pobres capacidades portantes en áreas donde la penetración por helada dentro de la sub-rasante es un factor. Propiedades típicas: Módulo Resiliente  $\leq 30$  MPa (4,500 psi), CBR  $\leq 3\%$ .*

## SUBBASE:

Es la capa que sirve para drenar al pavimento controlando el ascenso capilar del agua proveniente de las capas freáticas de esta manera protege a las capas superiores de hinchamiento, por ello está compuesto de materiales granulares.

Cuadro N°13  
Requerimientos de calidad para base granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50% máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30 - 40 % mínimo*	
Límite Líquido	NTP 339.129:1999	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35 % mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152.2002	1% máximo	

\* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines 40% para pavimento flexibles.

*Fuente:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010, pág. 15)

## BASE:

Esta capa es la encargada de transmitir las cargas vehiculares de manera uniforme a las capas inferiores, esta compuesta de material granular o también mezclas bituminosas.

Se debe tener en cuenta que esta capa no debe presentar cambios de volumen considerables.

Cuadro N°14  
Requerimientos de calidad para base Granular

Valor relativo de soporte , CBR  
NTP 339.145:1999

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

*Fuente:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010, pág. 16)

## **CAPA DE RODADURA:**

Esta capa se considera como la capa impermeabilizante que protege a la base y evita la desintegración y desgaste de la base.

El espesor de esta capa, es de acuerdo al siguiente cuadro

Cuadro N°15  
Requisitos Mínimos de la capa de rodadura

Imprimación /capa de apoyo		Penetración de la Imprimación $\geq 5$ mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	$\geq 50$ mm
	Vías colectoras	$\geq 60$ mm
	Vías arteriales	$\geq 70$ mm
	Vías expresas	$\geq 80$ mm

*Fuente:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010, pág. 28)

## • **PARÁMETROS DE DISEÑO**

Dentro de los parámetros de diseño del pavimento asfáltico encontramos en la norma técnica CE.010. *Fuente:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)

### **PERIODO DE DISEÑO**

*Este periodo comprende el tiempo que la estructura del pavimento entre en funcionamiento hasta que necesite un proyecto de rehabilitación.*

### **TRÁNSITO**

*Se calculará de acuerdo al IMDA hallado los ejes equivalentes de dicho tránsito y tiene que estar proyectado al periodo de diseño.*

### **CONFIABILIDAD**

*Trata del grado de certeza en el método aplicado para el diseño, asegurando su durabilidad hasta el periodo proyectado, los niveles de confiabilidad varían de acuerdo*

*a la importancia de las vías es decir las que tengan mayor volumen vehicular tendrán niveles de confiabilidad mayor.*

### **DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)**

*Es un coeficiente estadístico relacionado al nivel de confianza que se le ha dado al diseño de la vía*

*Desviación estándar Combinada (So) Valor otorgado de acuerdo a la variación que puede haber en el tránsito futuro, estas variaciones normalmente son por factores externos no previstos.*

### **ÍNDICE DE SERVICIALIDAD**

*Es el confort que se garantiza para la circulación en la vía pavimentada*

### **CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y MATERIALES**

*En base a los ensayos realizados al suelo de las vías del proyecto y los materiales que formarán parte de la estructura del pavimento.*

### **COEFICIENTE DE DRENAJE ml**

*Este parámetro abarca las características para drenar en un material granular parte de las capas del pavimento pudiendo ser la base o sub-base, para pavimento flexible se representa como ml.*

## **1.3. MARCO LEGAL**

Decreto Supremo N°001 – 2010 – Vivienda, que aprueba la Norma Técnica CE. 010 pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.  
Resolución directoral N°18 – 2016 – MTC/14, que aprueba la actualización del Manual de ensayo de materiales del MTC.

#### **1.4. MARCO CONCEPTUAL**

**AFIRMADO:** *Capa de material selecto procesado de acuerdo a diseño, que se coloca sobre la sub-rasante o sub-base de un pavimento. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en vías no pavimentadas. Esta capa puede tener un tratamiento de estabilización. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)*

**AÑO BASE:** *Es el año para el que se escogen y consideran los datos del tráfico que servirá de base al tráfico de diseño. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)*

**CALLE:** *En su sentido más genérico es una vía pública en un área urbana entre límites de propiedad, con o sin acera, destinada al tránsito de peatones y/o vehículos. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)*

**ESALs DE DISEÑO:** *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. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)*

**ESPEJOR DE DISEÑO** *Es el espesor de cada capa del pavimento, determinado en el diseño. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)*

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO** *Pavimento con todas sus capas de mezclas asfálticas, o de una combinación de capas asfálticas y base granulares, colocadas encima de la sub-rasante natural o estabilizada. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)*

**FACTOR CAMIÓN** Es el número de aplicaciones de cargas por eje simple equivalentes a 80 kN, producidas por una pasada de un vehículo cualquiera del Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Los Factores Camión pueden aplicarse a vehículos de un solo tipo o clase o a un grupo de vehículos de diferentes tipos. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)

**PAVIMENTO** Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)

## **VÍAS URBANAS**

Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentra dentro del límite urbano. Según la función que prestan se clasifican en:

- Vías Expresas;
- Vías Arteriales;
- Vías Colectoras; y
- Vías Locales.

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)

**VÍAS LOCALES** Son aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas. Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)

## **CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

Aplicar la norma técnica CE. 010 para el diseño de pavimentos urbanos en este caso específico de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona – Ica.

### **2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS**

#### **2.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida la aplicación de la Norma Técnica CE.010 influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica?

#### **2.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a) ¿En qué medida el tráfico influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica?
  
- b) ¿En qué medida el CBR de la subrasante influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica?
  
- c) ¿En qué medida el CBR del material de cantera influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica?

## **2.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.3.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL O GEOGRÁFICA**

La zona de estudio está delimitada por las siguientes calles:

- La Zona del Mirador Derecho abarca la Calle Desaguadero que va desde Prolongación Ca. Cesar Vallejo hasta la Av. Mantaro.
- La Asoc.Viv. “El Aromo I “comprende la Calle Urubamba, Calle Víctor fajardo y Pasaje S/N.
- La Asoc. Viv. “El Aromo II” comprende la Calle Huaytará y Calle Castrovirreyna.
- La Asoc. Viv. De Damnificados “Los Peregrinos” comprende el Calle 1-101, Calle 2-102, Calle 3-043.

### **2.3.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

La tesis “APLICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA CE.010 PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA ASOC. VIV. “EL AROMO I Y II”, “LOS PEREGRINOS” Y ZONA DEL MIRADOR DERECHO EN EL DISTRITO DE PARCONA-ICA.”, se ha realizado en el periodo de julio del 2019 hasta Marzo 2020.

### **2.3.3. DELIMITACIÓN SOCIAL**

Para el desarrollo de la presente tesis se ha tenido que realizar estudio de tráfico que está relacionado con la entrada y salida de vehículos dentro de la zona de estudio dichas movilizaciones dependen de las actividades cotidianas de la población de la Asoc. viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica, siendo en total 212 familias involucradas en el estudio

### **2.3.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL**

La presente tesis consta de dos variables:

La aplicación de la Norma Técnica CE.010, lo cual está delimitado por el reglamento nacional de edificaciones.

El diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica, lo cual está delimitado por el método AASHTO.

Criterios de Inclusión

- Diseño estructural del pavimento flexible

Criterios de Exclusión

- Diseño de la mezcla asfáltica

## **2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. JUSTIFICACIÓN:**

Este proyecto beneficiará en el rendimiento de los vehículos, como en su tiempo de uso ya que no sufrirá desperfectos por baches, debido a la falta de pistas. El proyecto ayudará a disminuir la incidencia de accidentes de tránsito, y habrá mayor confort entre peatones y conductores.

### **2.4.2. IMPORTANCIA:**

Lo que se busca con el proyecto “**APLICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA CE.010 PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA ASOC. VIV. “EL AROMO I Y II”, “LOS PEREGRINOS” Y ZONA DEL MIRADOR DERECHO EN EL DISTRITO DE PARCONA-ICA.**” es plantear una alternativa de solución para mejorar la circulación tanto de los vehículos como de los peatones por las diferentes calles del lugar de la zona de estudio. Antes de realizar los diseños respectivos, se estarán realizando diversos estudios como del tráfico, estudios de suelos entre otros para obtener datos para luego realizar el diseño.

## **2.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar que la aplicación de la norma técnica CE.010 influye en el diseño del pavimento de la Asoc.Viv.“El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

### **2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Determinar que la aplicación de la norma técnica CE.010 en el tráfico influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.
  
- b) Determinar que la aplicación de la norma técnica CE.010 en el CBR de la subrasante influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.
  
- c) Determinar que la aplicación de la norma técnica CE.010 en el CBR del material de cantera influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

## **2.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.6.1. HIPOTESIS GENERAL**

La aplicación de la Norma Técnica CE.010 influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

### **2.6.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS**

- a) El tráfico influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.
  
- b) El CBR de la subrasante influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

- c) El CBR del material de cantera influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

## 2.7. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.7.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

#### a) Variable independiente

La aplicación de la Norma Técnica CE.010.

#### b) Variable dependiente

Diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

### 2.7.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N°16

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>INDEPENDIENTE:</b> La aplicación de la norma técnica CE.010	Uso de los parámetros dados por la norma citada en el diseño	Norma técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos	- Tráfico - CBR de la subrasante - CBR del material de cantera
<b>DEPENDIENTE:</b> Diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.	Determinación de las características estructurales que tiene un pavimento	Espesor de las capas del pavimento	- Periodo de diseño - Número estructural

*Fuente: elaboración propia*

## **CAPÍTULO III. ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es aplicada, esto quiere decir que se utilizara la investigación para responder a preguntas específicas sobre alguna problemática de esta forma le daremos soluciones a problemas concretos.

#### **3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es Descriptivo – Explicativo, ya que partiremos de la descripción de una situación problemática con sus diferentes características plantearemos puntos relevantes del problema considerando las diferentes causas de su origen, realizando un análisis de los procesos a seguir para su solución.

#### **3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación no modificará intencionalmente la variable independiente, ya que es un tema conocido y con propiedades preestablecidas, por ello el diseño es básico, no experimental.

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACIÓN.**

#### **3.2.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

La población de estudio son las vías urbanas de la Calle Desaguadero zona del mirador derecho y las vías de las Asoc. Viv. “El Aromo I y II” y “Los Peregrinos”.

#### **3.2.2. MUESTRA DE ESTUDIO**

Son los estudios realizados a las vías urbanas de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II” y “Los Peregrinos”.del distrito de Parcona – Ica.

## CAPÍTULO IV. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### 4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las Técnicas de recolección de datos que nos permitió desarrollar los sistemas de investigación se encuentran dentro de la clasificación cuantitativa, ya que buscar recolectar datos numéricos y exactos usando técnicas estandarizadas, dentro de ella hicimos uso de:


La observación con ayuda de formatos para clasificar tanto el suelo como el tráfico, estas técnicas nos sirvieron para: el estudio de tráfico y estudio de suelos. Y los diccionarios de datos que sirvió para organizar la información obtenida en los diferentes ensayos del laboratorio de suelos.

### 4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS


Para la presente tesis usamos los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Formatos de clasificación vehicular.

Fig. N°01  
Formato de clasificación vehicular






















**MTC**  
Ministerio de Transportes y Comunicaciones



**OPP**  
FORMATO N° 1

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		E ←     → S	
SENTIDO			
UBICACION			
DIA			

HORA	SENTIDO	MOTOCICLETA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																							
00-01	E																						
	S																						
01-02	E																						
	S																						
02-03	E																						
	S																						
03-04	E																						
	S																						
04-05	E																						
	S																						
05-06	E																						
	S																						
06-07	E																						
	S																						

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC))

- Laboratorio de Suelos, dentro del laboratorio de suelos se hizo uso de varios materiales y equipos para los diferentes ensayos ya mencionados, como el ensayo de granulometría, Proctor, CBR, Abrasión de los Ángeles, contenido de humedad, entre otros.

#### **4.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Para el procesamiento de datos utilizamos organizadores visuales como tablas y cuadros dentro ellos tenemos los formatos proporcionando por el ministerio de transporte y comunicaciones (MTC), y Manual de ensayo de Laboratorio.

Y formatos de elaboración propia para la organización de datos de las características encontradas en las calicatas.

El análisis e interpretación de datos se llevó a cabo con los resultados obtenidos de las tablas de cálculo en Excel realizando un análisis del contenido.

Cuadro resumen de técnicas e instrumentos de procesamiento de datos.

Cuadro N°17

TESIS	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Verificación en Campo	Observación. Recopilación de datos en campo.	Formatos de MTC. Formatos de elaboración propia para clasificar el suelo.
Verificación en gabinete	Ensayos de laboratorio. Organización de información de campo.	Formatos para cada ensayo de laboratorio. Programas como excel, autocad, global mapper, google earth. Normas Técnicas
Cálculos y modelación	Modelamiento prospectivo.	Normas Técnicas. Software de la ecuación AASHTO.
Análisis de los resultados	Comparación de resultados obtenidos.	Tablas de resumen de información obtenida.

*Fuente: Elaboración propia.*

## **CAPITULO V. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS**

### **5.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE**

#### **5.1.1 INFORMACIÓN DE LA ZONA A INVESTIGAR**

##### **5.1.1.1. UBICACIÓN**

El Proyecto se encuentra ubicado entre el distrito de Parcona, al Este de la Capital de Ica, cruzando el Río Ica, sobre la intersección de paralelo 14°02'91" de altitud sur con el meridiano 75°41'51" de longitud oeste y a una latitud de 403 m.s.n.m. a una distancia aproximada de 5 km y 15 minutos de viaje, en la Provincia y Departamento de Ica. Sobre los 3,806 m.s.n.m.

Departamento	:	Ica
Provincia	:	Ica
Distrito	:	Parcona
Zona de estudio	:	Asoc. De Viv. "El Aromo I y II", "Los Peregrinos" y Zona del Mirador derecho siendo la Calle desaguadero que va desde Ca. Cesar Vallejo hasta la Av. Mantaro.

Fig. N° 02  
Ubicación del departamento y provincia de Ica

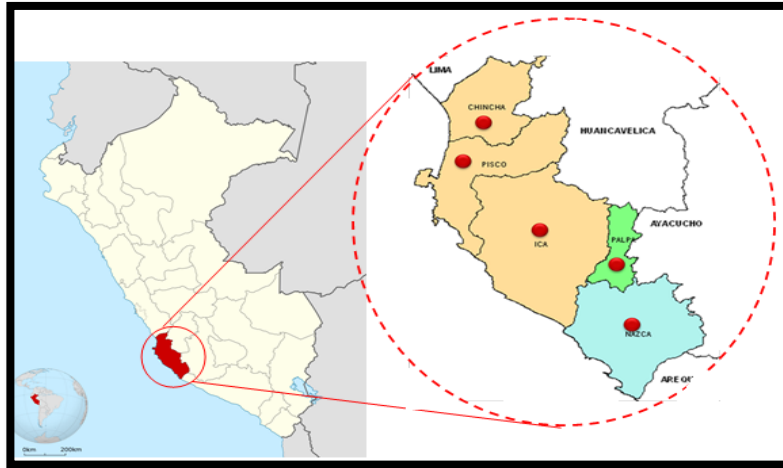


Fig. N° 03  
Ubicación del distrito de Parcona

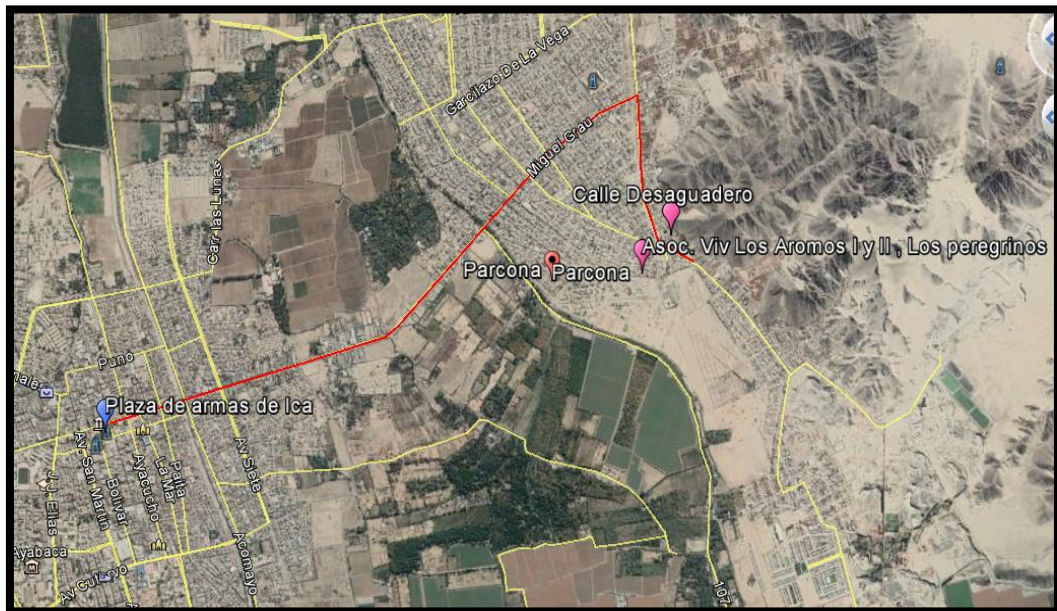


### 5.1.1.2. ACCESIBILIDAD

Se llegará a la zona de estudio iniciando el recorrido desde la plaza de armas de Ica en dirección de oeste a este por la Av. Municipalidad luego la Av. Grau, pasando el Puente Grau seguido por la Prolongación Grau, pasando por el puente de la Achirana del Inca siguiendo por la calle Miguel Grau doblando a la derecha por la calle Cusco 15 cuadras adelante llegamos a un punto de intersección desde ahí doblando a la derecha nos dirigimos a la Asoc. De Viv. “Los peregrinos” “El Aromo I y II” respectivamente, y doblando la izquierda nos encontramos con la calle desagadero que abarca hasta la calle Cesar vallejo, exactamente en la entrada del mirador de Parcona.

Fig. N° 04

Imagen satelital de la accesibilidad desde la plaza de armas hasta la zona de estudio



*Fuente: Elaboración propia, basada en Google earth.*

### 5.1.1.3. CLIMA

El presente estudio se desarrolla en el departamento de Ica exactamente en el distrito de Parcona, cuyo clima es Cálido y Seco, Además se caracteriza por su sensibilidad a los cambios diurnales, debido a la influencia de factores locales con gradiente térmico significativo entre el continente y océano colindante, el cual ocasiona que el flujo del viento se acelere superficialmente hacia mar afuera durante la mañana y cambie de sentido y con mayor intensidad al mediodía y tarde.

Las precipitaciones son ligeras y excepcionalmente con la presencia del Fenómeno "El Niño" estas se intensifican en algunas zonas de este distrito.

#### **5.1.1.4. TOPOGRAFÍA Y TIPO DE SUELO**

EL suelo del distrito de Parcona es apto para el uso urbano y agrícola, por la zona del mirador derecho se puede apreciar que varios pobladores de esta zona se dedican a la crianza de animales vacunos, ovinos, caprinos y porcinos.

El terreno de fundación de la zona del mirador derecho tiene una topografía plana.

#### **5.1.1.5. CARTOGRAFÍA**

Mediante la recolección y análisis de datos obtenidos por medio de la observación, levantamiento con GPS, software y otras de tal manera que finalmente se representen en mapas o planos.

#### **5.1.1.6. CARACTERISTICAS URBANAS**

El presente estudio nace como resultado de una necesidad y la problemática actual de la población de dichas zonas que no cuentan con el servicio adecuado para el ordenamiento del tránsito tanto vehicular como peatonal. Siendo el estado actual de las calles de terreno natural, dicho estado causa malestar y daña la salud de la población al momento de trasladarse a sus centros de labores, estudios, etc. por el polvo que genera el tránsito de vehículos por una vía en ese estado.

Las viviendas que constituyen la zona de estudio en su mayoría son de albañilería confinada, y sus vías están conformadas por terreno natural.

Las viviendas que se encuentran beneficiadas dentro de la zona de estudio son:

La Asoc de viv. El aroma I y II se encuentra conformada por 126 viviendas de material noble.

La Asoc de Viv. Los peregrinos II se encuentra conformada por 52 viviendas de material noble y adobe.

La zona del mirador derecho se encuentra conformada por 34 viviendas beneficiadas de material noble y adobe.

### **5.1.1.6. SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES**

Los servicios públicos con los que cuentan la zona del Mirador derecho son alumbrado público, líneas de saneamiento agua y desagüe, mientras que la Asoc. De Viv. “El Aromo I y II” y “Los Peregrinos” cuentan solo con alumbrado público.

Todas las Zonas Adyacentes a estas se encuentran pavimentadas por tanto no hay dificultad en el acceso.

Con respecto al servicios de transporte público por estas zonas pasan mototaxis en su gran mayoría y vehículos privados, se puede acceder a líneas de combis y colectivos, saliendo a la calle Cusco.

Muy Cercano a las Zonas de Estudio podemos ver colegios de educación inicial, pero los de primaria y secundaria se encuentran distribuidos en su mayoría en la zona Norte-Oeste cercanos a la municipalidad de Parcona.

El servicio de Recolección de Residuos Sólidos llega hasta la calle adyacente que si se encuentra pavimentada a una cuadra de la zona de estudio.

## **5.2 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **5.2.1 ESTUDIO DE TRÁFICO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA CE.010**

Se realizó el conteo de tráfico diario por siete días consecutivos, para ello tuvimos 03 estaciones de conteo, pudiendo notar que los camiones más pesados son del tipo C-2, que dejan materiales de construcción y otros traen alimentos para las granjas que se ubican en dicha zona.

#### **5.2.1.1. UBICACIÓN DE ESTACIONES DE CONTROL**

Estos puntos de control fueron:

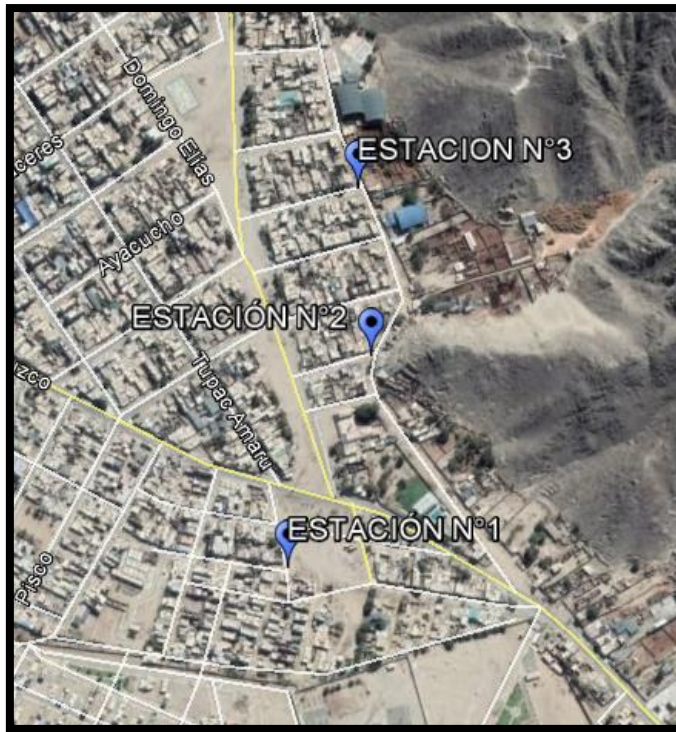
Estación N°1: Intersección entre Calle Las Tunas y Calle Urubamba.

Estación N°2: Intersección entre Calle Chincha y Calle Desaguadero.

Estación N°3: Intersección entre Calle Ayacucho y Calle Desaguadero.

Fig. N° 05

Imagen satelital de la accesibilidad desde la plaza de armas hasta la zona de estudio



*Fuente: Elaboración propia, basada en Google earth.*

La similitud del tráfico en cada estación nos permitió hacer un cuadro resumen del conteo de tráfico considerando los conteos más desfavorables que se observaron en la intersección entre Calle Ayacucho y Calle Desaguadero.

UBICACIÓN: Intersección entre Calle Ayacucho y Calle Desaguadero

Sentido: Ambos Sentidos

Fecha: Desde el 22 de Julio del 2019 hasta el 28 de Julio del 2019

Contando con 6 días típicos y 1 día atípico (feriado por fiestas patrias).

Cuadro N°18  
Resumen del conteo de tráfico

ESTACIÓN DE CONTROL III												
Dias	Vehículo Ligero						Vehículo Pesado					Total
	Mototaxi	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Combi	Micro	Bus 2E	Bus 3E	Camión 2E	Camión 3E	
Lunes	78	42	2	2	0	1	0	0	0	32	0	157
Martes	79	45	2	1	1	1	1	0	0	27	0	157
Miércoles	67	37	3	2	0	0	0	0	0	21	0	130
Jueves	69	39	5	2	1	0	1	0	0	18	1	136
Viernes	51	38	1	1	1	0	0	0	0	15	1	108
Sábado	65	39	6	1	1	1	0	0	0	24	0	137
Domingo	72	34	7	1	0	1	0	0	0	32	1	148
Total	481	274	26	10	4	4	2	0	0	169	3	973

*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.2.1.2. CÁLCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO (IMD)

El índice medio diario del tránsito, según el ministerio de transportes y comunicaciones, se obtiene de la siguiente manera.

$$IMDs = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMDa = IMDs \times Fc$$

Dónde:

IMDs = Índice medio diario semanal de la muestra semanal

IMDa = Índice medio diario anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo

Fc = Factor de Corrección

Al encontrarnos en una vía urbana la circulación Vehicular es limitada, no está sujeta a crecimiento vehicular, por tanto, el factor de corrección en nuestro caso por ser una vía urbana es:

$$Fc = 1.0$$

Cuadro N°19  
Cuadro de conteo de tráfico

Dias	Vehículo Ligero						Vehículo Pesado					Total
	Mototaxi	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Combi	Micro	Bus 2E	Bus 3E	Camión 2E	Camión 3E	
Lunes	78	42	2	2	0	1	0	0	0	32	0	157
Martes	79	45	2	1	1	1	1	0	0	27	0	157
Miércoles	67	37	3	2	0	0	0	0	0	21	0	130
Jueves	69	39	5	2	1	0	1	0	0	18	1	136
Viernes	51	38	1	1	1	0	0	0	0	15	1	108
Sábado	65	39	6	1	1	1	0	0	0	24	0	137
Domingo	72	34	7	1	0	1	0	0	0	32	1	148
Total	481	274	26	10	4	4	2	0	0	169	3	973
%	49%	28%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	100%
IMDS	69	39	4	1	1	1	0	0	0	24	0	139
	115						24					

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°20  
Cuadro resumen de conteo de tráfico

Dias	Vehiculos Ligeros	Vehiculo Pesados
Lunes	125.00	32.00
Martes	129.00	28.00
Miércoles	109.00	21.00
Jueves	116.00	20.00
Viernes	92.00	16.00
Sábado	113.00	24.00
Domingo	115.00	33.00

Fuente: Elaboración Propia.

Para vehículos ligeros:

$$IMDS = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMDS = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMDs = \frac{125 + 129 + 109 + 116 + 92 + 113 + 115}{7}$$

$$IMDs = 115$$

Para vehículos pesados:

$$IMDs = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMDs = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMDs = \frac{32 + 28 + 21 + 20 + 16 + 24 + 33}{7}$$

$$IMDs = 24$$

CÁLCULO DEL IMDA (VEH/DIA)

$$IMDa = IMDs \times Fc$$

$$IMDa = IMDs \times 1.00$$

Cuadro N°21

Días	Vehículo Ligero						Vehículo Pesado					Total
	Mototaxi	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Combi	Micro	Bus 2E	Bus 3E	Camión 2E	Camión 3E	
Lunes	78	42	2	2	0	1	0	0	0	32	0	157
Martes	79	45	2	1	1	1	1	0	0	27	0	157
Miércoles	67	37	3	2	0	0	0	0	0	21	0	130
Jueves	69	39	5	2	1	0	1	0	0	18	1	136
Viernes	51	38	1	1	1	0	0	0	0	15	1	108
Sábado	65	39	6	1	1	1	0	0	0	24	0	137
Domingo	72	34	7	1	0	1	0	0	0	32	1	148
Total	481	274	26	10	4	4	2	0	0	169	3	973
%	49%	28%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	100%
IMDS	69	39	4	1	1	1	0	0	0	24	0	139
F.C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	139
IMDA	69	39	4	1	1	1	0	0	0	24	0	
IMDA	115						24					

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.2.1.3. VOLUMEN DE TRÁFICO PROYECTADO

$$Tn = To(1 + r)^{n-1}$$

#### **Dónde:**

Tn= Transito proyectado al año "n" en veh/día

To= Transito actual (año base) en veh/día

n = número de años del periodo de diseño

r = tasa anual de crecimiento del tránsito.

#### **Datos del INEI:**

Para vehículos ligeros la Tasa de crecimiento poblacional:

Cálculo de la Tasa de crecimiento poblacional.

Para ello trabajamos con datos del INEI, con información poblacional de 1981, 1993, 2005, 2007 y 2017.

Cuadro N°22

RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL INEI	
AREA # 110116 PARCONA	
AÑO	POBLACIÓN
1981	26,516
1993	40,283
2005	46,889
2007	50,349
2017	56,767

*Fuente: Elaboración Propia, basada en información de INEI.*

Cuadro N°23

CALCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO METODO DE INTERES SIMPLE						
No.	AÑO	POBLACIÓN (hab)	$P_{i+1} - P_i$ (hab)	$t_{i+1} - t_i$ (años)	$P_i(t_{i+1} - t_i)$	$r_i$
1	1,981	26,516	-	-	-	-
2	1,982	27,663	1,147	1	26,516	0.0433
3	1,983	28,811	1,147	1	27,663	0.0415
4	1,984	29,958	1,147	1	28,811	0.0398
5	1,985	31,105	1,147	1	29,958	0.0383
6	1,986	32,252	1,147	1	31,105	0.0369
7	1,987	33,400	1,147	1	32,252	0.0356
8	1,988	34,547	1,147	1	33,400	0.0343
9	1,989	35,694	1,147	1	34,547	0.0332
10	1,990	36,841	1,147	1	35,694	0.0321
11	1,991	37,989	1,147	1	36,841	0.0311
12	1,992	39,136	1,147	1	37,989	0.0302
13	1,993	40,283	1,147	1	39,136	0.0293
14	1,994	40,834	551	1	40,283	0.0137
15	1,995	41,384	551	1	40,834	0.0135
16	1,996	41,935	551	1	41,384	0.0133
17	1,997	42,485	551	1	41,935	0.0131
18	1,998	43,036	551	1	42,485	0.0130
19	1,999	43,586	551	1	43,036	0.0128
20	2,000	44,137	551	1	43,586	0.0126
21	2,001	44,687	551	1	44,137	0.0125
22	2,002	45,238	551	1	44,687	0.0123
23	2,003	45,788	551	1	45,238	0.0122
24	2,004	46,339	551	1	45,788	0.0120
25	2,005	46,889	551	1	46,339	0.0119
26	2,006	48,619	1,730	1	46,889	0.0369
27	2,007	50,349	1,730	1	48,619	0.0356
28	2,008	50,991	642	1	50,349	0.0127
29	2,009	51,633	642	1	50,991	0.0126
30	2,010	52,274	642	1	51,633	0.0124
31	2,011	52,916	642	1	52,274	0.0123
32	2,012	53,558	642	1	52,916	0.0121
33	2,013	54,200	642	1	53,558	0.0120
34	2,014	54,842	642	1	54,200	0.0118
35	2,015	55,483	642	1	54,842	0.0117
36	2,016	56,125	642	1	55,483	0.0116
37	2,017	56,767	642	1	56,125	0.0114
					$\sum r_i =$	0.7717
					$r =$	0.0214

Fuente: Elaboración Propia con datos del INEI.

Para vehículos ligeros tenemos  $r = 2.14\%$  del distrito de Parcona.

Para vehículos pesados la tasa de crecimiento del PBI  $r = 3.54\%$  de la provincia de Ica.

Cuadro N°24  
Cálculo del IMDA Proyectado

Dias	Vehículo Ligero						Vehículo Pesado					TOTAL
	Mototaxi	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Combi	Micro	Bus 2E	Bus 3E	Camión 2E	Camión 3E	
IMDA(Veh/día)	69	39	4	1	1	1	0	0	0	24	0	
Tasa de crecimiento	2.14						3.54					
IMDA PROYECTADO AL												
2020	69	39	4	1	1	1	0	0	0	24	0	139
2021	70	40	4	1	1	1	0	0	0	25	0	142
2022	72	41	4	1	1	1	0	0	0	26	0	146
2023	74	42	4	1	1	1	0	0	0	27	0	150
2024	75	42	4	1	1	1	0	0	0	28	0	152
2025	77	43	4	1	1	1	0	0	0	29	0	156
2026	78	44	5	1	1	1	0	0	0	30	0	160
2027	80	45	5	1	1	1	0	0	0	31	0	164
2028	82	46	5	1	1	1	0	0	0	32	0	168
2029	83	47	5	1	1	1	0	0	0	33	0	171
2030	85	48	5	1	1	1	0	0	0	34	0	175
2031	87	49	5	1	1	1	0	0	0	35	0	179
2032	89	50	5	1	1	1	0	0	0	36	0	183
2033	91	51	5	1	1	1	0	0	0	38	0	188
2034	93	52	5	1	1	1	0	0	0	39	0	192
2035	95	54	5	1	1	1	0	0	0	40	0	197
2036	97	55	6	1	1	1	0	0	0	42	0	203
2037	99	56	6	1	1	1	0	0	0	43	0	207
2038	101	57	6	1	1	1	0	0	0	45	0	212
2039	103	58	6	1	1	1	0	0	0	46	0	216
2040	105	60	6	2	2	2	0	0	0	48	0	225

*Fuente: Elaboración Propia.*

IMDA Proyectado a 20 años es: 225 Veh/día

### 5.2.2 EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

En la Asoc. De Viv “El Aromo I y II” y “Los Peregrinos”, considerando que dichas Asociaciones de viviendas colindan con vías asfaltadas se determinaron 5 puntos de investigación, cumpliendo de esta manera con los requisitos mínimos.

Las muestras obtenidas fueron de las siguientes calicatas:

Cuadro N°25  
Dimensiones de las calicatas de la Asoc. De Viv. “El Aromo I y II” y “Los Peregrinos”

Calicata N°	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)
Calicata N° 1	1.00	1.00	1.50
Calicata N° 2	1.00	1.00	1.50
Calicata N° 3	1.00	1.00	1.50
Calicata N° 4	1.00	1.00	1.50
Calicata N° 5	1.00	1.00	1.50

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la Zona del Mirador derecho (Ca. Desaguadero), considerando que las vías que intersectan con esta calle se encuentran asfaltadas se determinaron 4 puntos de investigación, cumpliendo de esta manera con los requisitos mínimos, estos puntos se encuentran en los cruces de vías para un mejor estudio.

Cuadro N°26  
Dimensiones de las calicatas de la Zona del Mirador derecho (Ca. Desaguadero)

Calicata N°	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)
Calicata N° 1	1.00	1.00	1.50
Calicata N° 2	1.00	1.00	1.50
Calicata N° 3	1.00	1.00	1.50
Calicata N° 4	1.00	1.00	1.50

*Fuente: Elaboración Propia*

Habiendo un total de 9 calicatas para el presente estudio, de las cuales 4 calicatas se evaluaron en la zona del mirador derecho y 5 calicatas se evaluaron en la Asoc. De Viv. “El aromo I y II” y “Los Peregrinos”

Las ubicaciones de las calicatas:

Fig. N° 06  
Ubicación de Calicatas



Fuente: Elaboración propia, basada en Google earth.

La cantidad de Muestra que se tomo fue la recomendada por el técnico de laboratorio de Suelos, para realizar los diferentes ensayos planteados.

**LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CALICATAS:**

**Asoc. de Viv. “ El Aromo I y II” y “Los Peregrinos”**



Fig. N° 07  
Exploración de Calicata N°01



Fig. N° 08  
Exploración de Calicata N°02



Fig. N° 09  
Exploración de Calicata N°03



Fig. N° 10  
Exploración de Calicata N°04



Fig. N° 11  
Exploración de Calicata N°05

## Zona del Mirador Derecho (Ca. Desaguadero)



Fig. N° 12  
Exploración de Calicata N°01



Fig. N° 13  
Exploración de Calicata N°02



Fig. N° 14  
Exploración de Calicata N°03



Fig. N° 15  
Exploración de Calicata N°04

### 5.2.2.1. ENSAYOS DEL SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### • ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Los pesos obtenidos en la retención de cada tamiz, la suma total de estos pesos no debe mostrar pérdidas de material mayores a 2% porque sería considerada como no satisfactoria y se debe repetir el ensayo,

Se utilizan en los siguientes cálculos.

$$\%Retenido = \frac{W_{malla} * 100\%}{W1}$$

Dónde:

W malla: Peso retenido por la malla

W1: Peso de la muestra secada al horno

**Para las muestras que son materiales finos, utilizamos las siguientes fórmulas:**

$$D_{10} = D_s - \frac{(\%PS - 10)(DS - DI)}{\%PS - \%PI}$$

Dónde:

D<sub>10</sub>= incógnita

DS= 0.250mm (abertura de la malla N°60)

DI= 0.149mm (abertura de la malla N°100)

PS=% Acumulado que pasa la malla N° 60

PI=% Acumulado que pasa la malla N° 100

$$D_{30} = D_s - \frac{(\%PS - 30)(DS - DI)}{\%PS - \%PI}$$

Dónde:

D<sub>30</sub>= incógnita

DS= 0.426mm (abertura de la malla N°40)

DI= 0.250mm (abertura de la malla N°60)

PS=% Acumulado que pasa la malla N° 40

PI=% Acumulado que pasa la malla N° 60

$$D_{60} = D_s - \frac{(\%PS - 60)(DS - DI)}{\%PS - \%PI}$$

Dónde:

$D_{60}$ = incógnita

DS= 0.426mm (abertura de la malla N°40)

DI= 0.250mm (abertura de la malla N°60)

PS=% Acumulado que pasa la malla N° 40

PI=% Acumulado que pasa la malla N° 60

Coefficiente de uniformidad

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Coefficiente de curvatura

$$C_C = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

**Para las muestras que son material gravoso, utilizamos la siguiente formula:**

$$D_{10} = D_s - \frac{(\%PS - 10)(DS - DI)}{\%PS - \%PI}$$

Dónde:

$D_{10}$ = incógnita

DS= 0.590mm (abertura de la malla N°30)

DI= 0.426mm (abertura de la malla N°40)

PS=% Acumulado que pasa la malla N° 30

PI=% Acumulado que pasa la malla N° 40

$$D_{30} = D_s - \frac{(\%PS - 30)(DS - DI)}{\%PS - \%PI}$$

Dónde:

$D_{30}$ = incógnita

DS= 6.350 mm (abertura de la malla 1/4")

DI= 4.760mm (abertura de la malla N°4)

PS=% Acumulado que pasa la malla 1/4"

PI=% Acumulado que pasa la malla N° 4

$$D_{60} = D_s - \frac{(\%PS - 60)(DS - DI)}{\%PS - \%PI}$$

Dónde:

$D_{60}$ = incógnita

DS= 19.050mm (abertura de la malla 3/4")

DI= 12.700mm (abertura de la malla 1/2")

PS=% Acumulado que pasa la malla 3/4"

PI=% Acumulado que pasa la malla 1/2"

Coefficiente de uniformidad

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Coefficiente de curvatura

$$C_C = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Fig. N° 16  
Proceso de Lavado de Suelos



Fig. N° 17  
Proceso de Tamizado de Suelos



## LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso del suelo secado en horno}} \times 100$$

Fig. N° 18  
Proceso Límite líquido



Fig. N° 19  
Proceso Límite Plástico



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

$$W (\text{Contenido de humedad}) = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso del suelo secado en horno}} \times 10$$

Cuadro N°27  
Resumen de los ensayos al suelo de la zona del estudio

UBICACIÓN	MUESTRA	Prof. De Muestra	D10 (mm)	D30 (mm)	D60 (mm)	Cu	Cc	Humedad Natural (W)%	Limite liquido (L.L) %	Limite Plástico (L.P)%	Indice de Plasticidad (I.P)%
Asoc. De Viv. "El Aromo I y II" y "Los Peregrinos	C-1; E-1	0.00 a 0.80 mt.	0.040	0.101	0.193	4.80	1.33	5.50	28.30	22.80	5.50
	C-1; E-2	0.80 a 1.50 mt.	0.062	0.154	1.301	20.92	29.00	2.51	27.50	23.20	4.30
	C-2; E-1	0.00 a 0.80 mt.	0.034	0.094	0.182	5.34	1.43	5.90	28.40	22.70	5.70
	C-2; E-2	0.80 a 1.50 mt.	0.080	0.211	0.971	12.10	0.57	2.24	26.80	23.30	3.50
	C-3; E-1	0.00 a 0.90 mt.	0.111	0.396	1.364	12.34	1.04	3.93	26.50	23.20	3.30
	C-3; E-2	0.90 a 1.50 mt.	0.170	0.240	1.174	10.96	0.46	4.40	0.00	0.00	0.00
	C-4; E-1	0.00 a 0.80 mt.	0.051	0.194	0.817	16.08	0.91	4.30	28.50	22.80	5.70
	C-4; E-2	0.80 a 1.50 mt.	0.119	0.347	1.755	14.76	0.58	4.25	25.70	23.40	2.30
	C-5; E-1	0.00 a 0.70 mt.	0.140	0.414	1.844	13.17	0.66	3.30	25.80	23.20	2.60
	C-5; E-2	0.70 a 1.50 mt.	0.101	0.266	1.161	11.45	0.60	2.90	0.00	0.00	0.00
Zona del Mirador derecho	C-1; E-1	0.00 a 1.50 mt.	0.128	0.438	4.018	31.42	0.37	3.64	0.00	0.00	0.00
	C-2; E-1	0.00 a 1.50 mt.	0.098	0.366	3.450	35.37	0.40	3.45	27.40	23.30	4.10
	C-3; E-1	0.00 a 1.50 mt.	0.145	0.239	0.398	2.74	0.99	3.14	0.00	0.00	0.00
	C-4; E-1	0.00 a 1.50 mt.	0.147	0.240	0.386	2.63	1.01	3.11	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio

Cuadro N°28  
Clasificación de los suelos

CLASIFICACION				
UBICACIÓN	MUESTRA	Prof. De Muestra	SUCS	AASHTO
Asoc. De Viv. "El Aromo I y II" y "Los Peregrinos	C-1; E-1	0.00 a 0.80 mt.	S -ML	A-2-4
	C-1; E-2	0.80 a 1.50 mt.	SP-SM	A-2-4
	C-2; E-1	0.00 a 0.80 mt.	S -ML	A-2-4
	C-2; E-2	0.80 a 1.50 mt.	SP-SM	A-1-b
	C-3; E-1	0.00 a 0.90 mt.	SW-SM	A-1-b
	C-3; E-2	0.90 a 1.50 mt.	S-P	A-1-b
	C-4; E-1	0.00 a 0.80 mt.	S-ML	A-1-b
	C-4; E-2	0.80 a 1.50 mt.	SP- SM	A-1-b
	C-5; E-1	0.00 a 0.70 mt.	SP- SM	A-1-b
	C-5; E-2	0.70 a 1.50 mt.	S-P	A-1-b
Zona del Mirador derecho	C-1; E-1	0.00 a 1.50 mt.	S-P	A-1-b
	C-2; E-1	0.00 a 1.50 mt.	SP- SM	A-1-b
	C-3; E-1	0.00 a 1.50 mt.	S-P	A-3
	C-4; E-1	0.00 a 1.50 mt.	S-P	A-3

*Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio*

## PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

**Ubicación** : Asoc. Viv. "El aroma I y II" y "Los Peregrinos" distrito de Parcona – Ica.

**Tipo de Excavación** : Excavación Manual a cielo abierto

**Cuadro N°29**  
**Perfil estratigráfico**

Prof. Metros (ml)	Calicata N°1			Calicata N°2			Calicata N°3					
	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción
0.10	S - ML	0.80 ml		Arena limosa de baja compresibilidad	S - ML	0.80 ml		Arena limosa de baja compresibilidad	SW - SM	0.90 ml		Arena bien graduada limosa
0.20												
0.30												
0.40												
0.50												
0.60												
0.70												
0.80												
0.90	SP - SM	0.70 ml		Arena mal graduada limosa	SP - SM	0.70 ml		Arena mal graduada limosa	S - P	0.60 ml		Arena mal graduada
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												
Prof. Metros (ml)	Calicata N°4			Calicata N°5								
Prof. Metros (ml)	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción				
0.10	S - ML	0.80 ml		Arena limosa de baja compresibilidad	SP - SM	0.70 ml		Arena mal graduada limosa				
0.20												
0.30												
0.40												
0.50												
0.60												
0.70												
0.80												
0.90	SP - SM	0.70 ml		Arena mal graduada limosa	S - P	0.80 ml		Arena mal graduada				
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												


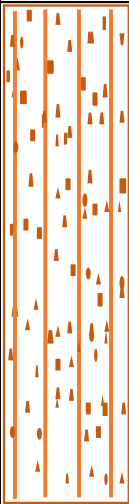

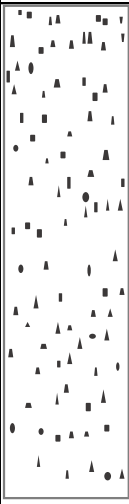
*Fuente: Elaboración Propia*

## PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

**Ubicación** : Zona del Mirador Derecho (Ca. Desaguadero) distrito de Parcona - Ica

**Tipo de Excavación** : Excavación Manual a cielo abierto

Cuadro N°30  
Perfil estratigráfico

Prof. Metros (ml)	Calicata N°1				Calicata N°2			
	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción
0.10	S - P	1.50 ml		Arena mal graduada	SP - SM	1.50 ml		Arena mal graduada limosa
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
Prof. Metros (ml)	Calicata N°3				Calicata N°4			
Prof. Metros (ml)	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción	Clasificación SUCS	Espesor del Estrato	Símbolo	Descripción
0.10	S - P	1.50 ml		Arena mal graduada	S - P	1.50 ml		Arena mal graduada
0.20								
0.30								
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Fuente: Elaboración Propia

## **ENSAYOS ESPECIALES:**

### **• PROCTOR MODIFICADO**

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + W}$$

Dónde:

$\gamma_m$  = Densidad Húmeda

Densidad Humedad = Peso de suelo húmedo / Volumen

W = Contenido de Humedad

$\gamma_d$  = Densidad seca del suelo.

- **Material: Suelo Natural de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” (C-2; E-1)**

Muestra N°01:

$$\gamma_d = \frac{1.54}{1 + 0.0739}$$

$$\gamma_d = 1.43$$

Muestra N°02:

$$\gamma_d = \frac{1.63}{1 + 0.1019}$$

$$\gamma_d = 1.48$$

Muestra N°03:

$$\gamma_d = \frac{1.61}{1 + 0.1340}$$

$$\gamma_d = 1.42$$

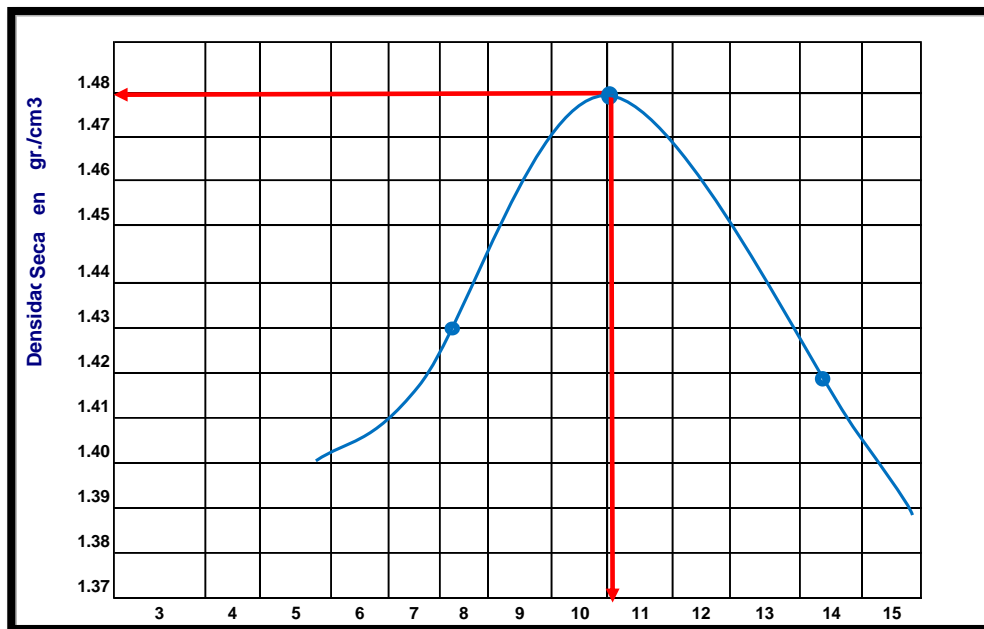
Cuadro N°31  
Cuadro resumen de las muestras

Prueba	N°	1	2	3		
1	Peso molde + Suelo compactado	gr.	6,075.00	6,266.00	6,223.00	
2	Peso del molde	gr.	2,825.00	2,825.00	2,825.00	
3	Peso del suelo compactado	gr.	3,250.00	3,441.00	3,398.00	
4	Densidad húmeda	gr/c.c.	1.54	1.63	1.61	
5	Densidad seca	gr/c.c.	<b>1.43</b>	<b>1.48</b>	<b>1.42</b>	

Frasco	No.	1	2	3		
1	Peso frasco + suelo húmedo	gr.	370.90	385.50	389.00	
2	Peso frasco+peso suelo seco	gr.	348.10	353.70	347.80	
3	Peso agua contenido (1 - 2)	gr.	22.80	31.80	41.20	
4	Peso del frasco	gr.	39.70	41.50	40.30	
5	Peso del suelo seco (2 - 4)	gr.	308.40	312.20	307.50	
6	Contenido de humedad(3/5x100)	%	<b>7.39</b>	<b>10.19</b>	<b>13.40</b>	
<b>Máxima Densidad seca :</b>			<b>Optimo contenido de humedad :</b>			
<b>1.48 grs/c.c.</b>			<b>10.19 %</b>			

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio

Fig. N° 20  
Curva de compactación Suelo Natural



- **Material: Suelo Natural de la Zona del Mirador derecho (CA. Desaguadero)  
(C-2; E-1)**

Muestra N°01:

$$\gamma_d = \frac{1.85}{1 + 0.0720}$$

$$\gamma_d = 1.73$$

Muestra N°02:

$$\gamma_d = \frac{1.96}{1 + 0.1012}$$

$$\gamma_d = 1.78$$

Muestra N°03:

$$\gamma_d = \frac{1.94}{1 + 0.1285}$$

$$\gamma_d = 1.72$$

Cuadro N°32  
Cuadro resumen de las muestras

Prueba	N°	1	2	3		
1	Peso molde + Suelo compactado	gr.	6,774.25	7,005.80	6,963.70	
2	Peso del molde	gr.	2,880.00	2,880.00	2,880.00	
3	Peso del suelo compactado	gr.	3,894.25	4,125.80	4,083.70	
4	Densidad húmeda	gr/c.c.	1.85	1.96	1.94	
5	Densidad seca	gr/c.c.	<b>1.73</b>	<b>1.78</b>	<b>1.72</b>	

Frasco	No.	1	2	3		
1	Peso frasco + suelo húmedo	gr.	345.80	378.80	367.50	
2	Peso frasco+peso suelo seco	gr.	325.50	347.70	330.40	
3	Peso agua contenido (1 - 2)	gr.	20.30	31.10	37.10	
4	Peso del frasco	gr.	43.50	40.30	41.62	
5	Peso del suelo seco (2 - 4)	gr.	282.00	307.40	288.78	
6	Contenido de humedad(3/5x100)	%	<b>7.20</b>	<b>10.12</b>	<b>12.85</b>	
<b>Máxima Densidad seca :</b>			<b>Optimo contenido de humedad :</b>			
<b>1.78 grs/c.c.</b>			<b>10.12 %</b>			

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio

Fig. N° 21  
Curva de compactación Suelo Natural

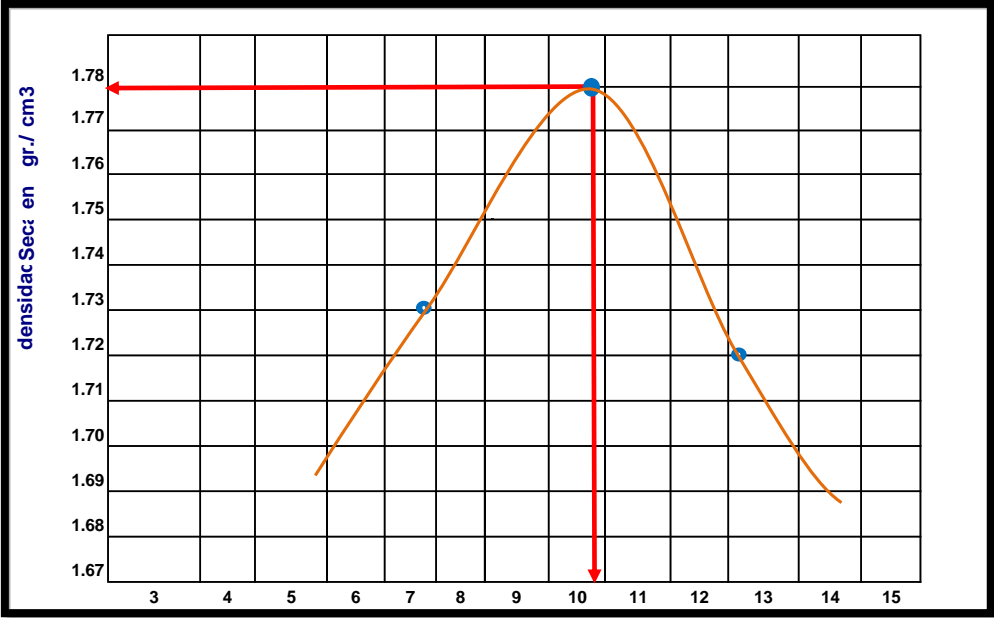


Fig. N° 22  
Preparación de muestras con contenido de humedad



Fig. N° 23  
Proceso de Compactado



- **C.B.R.**

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100$$

CÁLCULO DE PENETRACIÓN:

- **Material:** Suelo Natural de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” (C-2; E-1)

Molde N°01

Penetración 0.100”

$$CBR = \frac{8.03}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 11.47$$

Penetración 0.200"

$$CBR = \frac{11.87}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 11.30$$

Molde N°02

Penetración 0.100"

$$CBR = \frac{14.99}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 21.41$$

Penetración 0.200"

$$CBR = \frac{22.91}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 21.82$$

Molde N°03

Penetración 0.100"

$$CBR = \frac{24.83}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 35.47$$

Penetración 0.200"

$$CBR = \frac{37.31}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 35.53$$

Cuadro N°33

MOLDE N°		1		2		3	
CAPAS N°		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA		<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA	<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA	<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO		7399.00		7537.00		7684.00	
PESO DEL MOLDE	gr	4172.00		4171.00		4174.00	
PESO DE SUELO HUMEDO	gr	3227.00		3366.00		3510.00	
VOLUMEN DEL SUELO	c.c.	2151.00		2151.00		2152.00	
DENDIDAD HUMEDAD	gr/c.c.	1.50		1.56		1.63	
% DE HUMEDAD		10.17		10.20		10.19	
DENSIDAD SECA	gr/c.c.	<b>1.36</b>		<b>1.42</b>		<b>1.48</b>	
TARA N°		1		2		3	
TARA + SUELO HUMEDO	gr	394.20		387.98		383.86	
TARA + SUELO SECO	gr	361.60		355.80		350.20	
AGUA	gr	32.60		32.18		33.66	
PESO DEL TARA	gr	41.20		40.30		41.50	
PESO DEL SUELO SECO	gr	320.40		315.50		310.70	
% DE HUMEDAD	%	<b>10.17</b>		<b>10.20</b>		<b>10.83</b>	

*Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio*

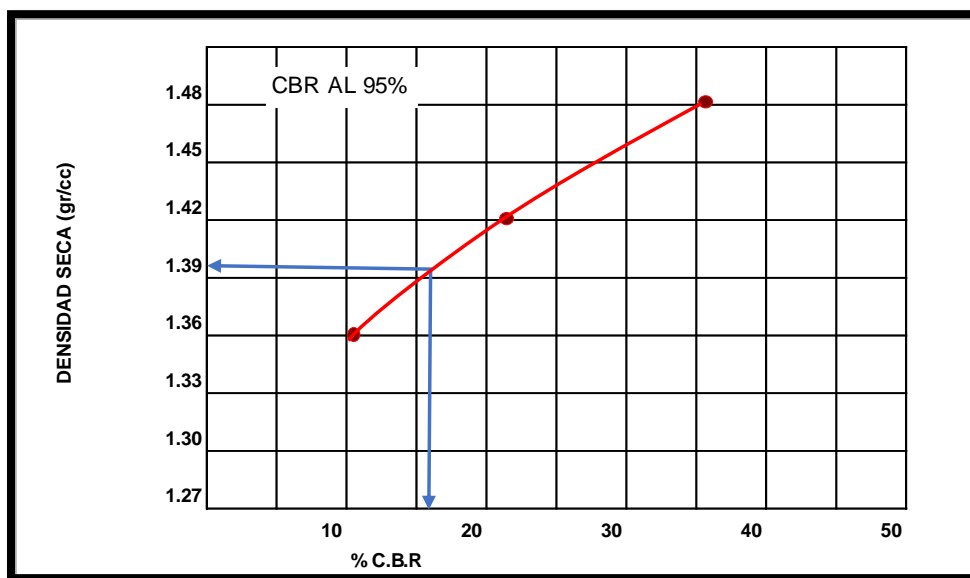
Cuadro N°34  
Cuadro de penetración

PENETRACION - CARGA Pulgadas STAND	LECT. mm	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	
		kg/cm2	C.B.R.	kg/cm2	C.B.R.	kg/cm2	C.B.R.	
0.025	13	3.47		5.87		8.99		
0.050	18	4.67		9.23		13.79		
0.075	26	6.59		11.39		18.11		
<b>0.100</b>	<b>70</b>	<b>32</b>	<b>8.03</b>	<b>11.47</b>	<b>14.99</b>	<b>21.41</b>	<b>24.83</b>	<b>35.47</b>
0.150	41	10.19		20.03		31.55		
<b>0.200</b>	<b>105</b>	<b>48</b>	<b>11.87</b>	<b>11.30</b>	<b>22.91</b>	<b>21.82</b>	<b>37.31</b>	<b>35.53</b>
0.300	64	15.71		31.07		45.95		
0.400								

*Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio*

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.48
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.19
C.B.R. AL 95% DE M.D.S (%)	16.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S (%)	35.00

Fig. N° 24  
CBR al 95%



- **Material:** Suelo Natural de la Zona del Mirador derecho (CA. Desaguadero) (C-2; E-1)

Molde N°01

Penetración 0.100"

$$CBR = \frac{9.00}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 12.86$$

Penetración 0.200"

$$CBR = \frac{13.32}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 12.69$$

Molde N°02

Penetración 0.100"

$$CBR = \frac{17.15}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 24.50$$

Penetración 0.200"

$$CBR = \frac{25.80}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 24.57$$

Molde N°03

Penetración 0.100"

$$CBR = \frac{30.35}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 43.36$$

Penetración 0.200"

$$CBR = \frac{45.96}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 43.77$$

Cuadro N°35

MOLDE N°		1		2		3	
CAPAS N°		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA		<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA	<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA	<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO		11105.00		11290.00		11425.00	
PESO DEL MOLDE	gr	7215.00		7213.00		7213.00	
PESO DE SUELO HUMEDO	gr	3890.00		4077.00		4212.00	
VOLUMEN DEL SUELO	c.c.	2151.09		2151.09		2152.00	
DENSIDAD HUMEDAD	gr/c.c.	1.81		1.90		1.96	
% DE HUMEDAD		10.12		10.12		10.13	
DENSIDAD SECA	gr/c.c.	<b>1.64</b>		<b>1.72</b>		<b>1.78</b>	
TARA N°		1		2		3	
TARA + SUELO HUMEDO	gr	255.70		319.50		302.20	
TARA + SUELO SECO	gr	236.30		294.30		278.40	
AGUA	gr	19.40		25.20		23.80	
PESO DEL TARA	gr	44.60		45.20		43.50	
PESO DEL SUELO SECO	gr	191.70		249.10		234.90	
% DE HUMEDAD	%	<b>10.12</b>		<b>10.12</b>		<b>10.13</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio

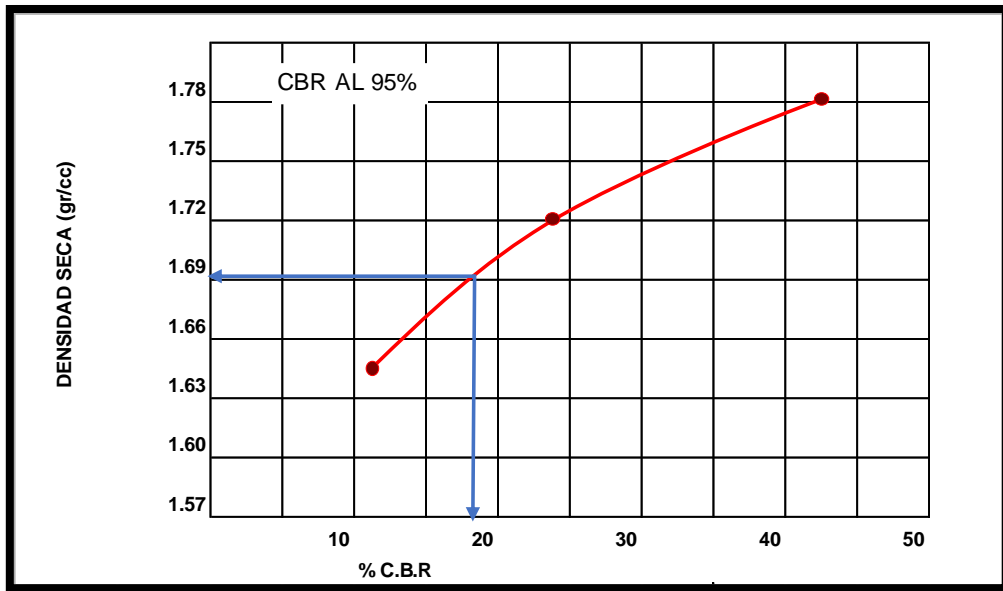
Cuadro N°36  
Cuadro de penetración

PENETRACION - CARGA Pulgadas	LECT. STAND	mm	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3	
			CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
			kg/cm2	C.B.R.	kg/cm2	C.B.R.	kg/cm2	C.B.R.
0		15	3.97		7.75		11.60	
0.050		25	6.60		11.63		17.15	
0.075		32	8.03		13.80		22.20	
<b>0.100</b>	<b>70</b>	<b>36</b>	<b>9.00</b>	<b>12.86</b>	<b>17.15</b>	<b>24.50</b>	<b>30.35</b>	<b>43.36</b>
0.150		42	10.44		23.15		38.75	
<b>0.200</b>	<b>105</b>	<b>54</b>	<b>13.32</b>	<b>12.69</b>	<b>25.80</b>	<b>24.57</b>	<b>45.96</b>	<b>43.77</b>
0.300		77	18.83		35.65		60.34	
0.400								

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.78
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.12
C.B.R. AL 95% DE M.D.S (%)	18.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S (%)	43.00

Fig. N° 25  
CBR al 95%



### 5.2.2.2. ENSAYOS DE MATERIAL DE CANTERA

La cantera se encuentra ubicada en:

Distrito : Parcona

Provincia : Ica

Departamento : Ica

Ubicada a 2.45 km del proyecto:

Fig. N° 26  
Imagen satelital de la ubicación de cantera Palomino



*Fuente: Elaboración propia.*

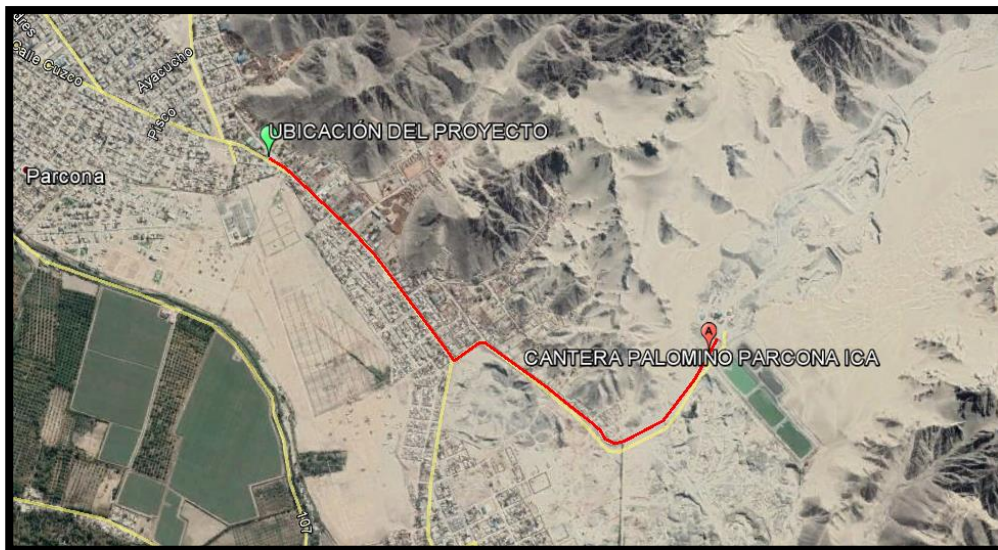
En la cantera se encuentra materiales pétreos y materias primas para la construcción.

En la cantera Palomino encontramos toda la materia prima necesaria para construir la estructura del pavimento dentro de estos materiales tenemos el Afirmado, Agregado fino, Agregado grueso, entre otros.

### ACCESIBILIDAD

El acceso a la cantera palomino desde la ubicación del proyecto es por la calle Cusco y una vía auxiliar existente al noreste siendo una vía exclusiva para acceder a esta cantera, es así como tenemos una extensión de 2.45 km de recorrido entre estos puntos.

Fig. N° 27  
Imagen satelital del acceso a la cantera Palomino



Para Evaluar la calidad de los materiales de cantera tenemos que realizar diferentes ensayos con el fin de que se cumplan los parámetros mínimos de calidad según las normas técnicas.

- **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Cálculo de Agregado Fino:

$$mf = \frac{\%ret. acum. (1\ 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Muestra = 1,000 gr.

$$mf = \frac{0.00 + 1.05 + 4.48 + 27.13 + 83.15 + 99.50}{100}$$

$$mf = \frac{0.00 + 1.05 + 4.48 + 27.13 + 83.15 + 99.50}{100}$$

$$mf = 2.15$$

Cuadro N°37  
Datos del Tamizado agregado fino

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
$\frac{3}{8}$ "	0	0.00	100.00	0
4	0.00	0.00	100.00	0.00
8	10.50	1.05	98.95	1.05
16	34.30	3.43	95.52	4.48
30	226.50	22.65	72.87	27.13
50	560.20	56.02	16.85	83.15
100	163.50	16.35	0.50	99.50
200	3.90	0.39	0.11	99.89
FONDO	1.10	0.11	0.00	100.00

*Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio*

Cálculo de Agregado Grueso:

Muestra = 5,000 gr.

Cuadro N°38  
Datos del Tamizado agregado grueso

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0
1 1/2"	0	0	100	0
1"	0	0	100.00	0.00
3/4"	836	16.72	83.28	16.72
1/2"	2257.00	45.14	38.14	61.86
3/8"	1,673.00	33.46	4.68	95.32
4	220.00	4.40	0.28	99.72
FONDO	14.00	0.28	0.00	100.00

*Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio*

Tamaño Máximo Nominal =  $\frac{3}{4}$ "

- **ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES**

Cuadro N°39  
Especificación y tipo de ensayo

TIPO DE ENSAYO	Número de Esferas DIAMÉTRO = 48 mm y PESO = 390 - 445 gr. c/u	Peso total de esferas por ensayo (grs)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

*Fuente:* (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2016, pág. 316)

Resultados de ensayos:

Peso de la muestra P (inicial) = 5.000

Peso seco después del tamizado = 5.000

Peso seco lavado después del ensayo de abrasión, tamizado y retenido en el tamiz # 12 P (b)  
= 4,100.70gr.

Peso del desgaste que pasa Tamiz #12 P (%) = 899.30gr.

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = P(\%) = \frac{P(a)-P(b)}{P(a)} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = P(\%) = \frac{5,000-4,100.70}{5,000} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de desgaste (\%)} = P(\%) = 17.99\%$$

Se encuentra en el primer rango, tiene buena dureza

Cuadro N°40

TABLA DE CALIFICACION DE PARAMETROS O RANGO DE RESISTENCIA		
% DE VALORES	GRADO DE RESISTENCIA	CALIFICACIÓN
00 - 21	EXCELENTE	OBRAS DE IMPORTANCIA
22 - 34	BUENA	OBRAS GENERALES
35 - 50	MEDIA	POR LO GENERAL NO SE ADMITEN

*Fuente: Laboratorio de Suelos de la FIC*

### • PESO ESPECÍFICO

El cálculo de peso específico de agregado fino:

*Peso específico*

$$= \frac{\text{Peso seco}}{(\text{p. picnometro} + \text{agua}) + (\text{p. seco}) - (\text{p. picnometro} + \text{agua} + \text{a. seco})}$$

EL CÁLCULO DE PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO:

En este caso la muestra es sometida a un proceso de saturación y secado al horno, siendo estos sus cálculos para obtenerlo:

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Dónde:

$P_{em}$  = Peso específico de masa

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C = Peso en el agua de la muestra saturada

- **CONTENIDO DE HUMEDAD**

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso del suelo secado en horno}} \times 100$$

- **ABSORCIÓN:**

En agregados finos

$$\text{ABSORCION} = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

CUADRO RESUMEN DE LOS ENSAYOS AL MATERIAL DE CANTERA:

Cuadro N°41

Ensayos	Agregado Grueso	Agregado Fino	Unidades
Peso Especifico	2.65	2.70	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	0.61	1.09	%
% de Absorción.	0.80	1.30	%
Peso Volumétrico Suelto.	1,486	1,564	kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumétrico Compactado	1,573	1,670	kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia con información de laboratorio de suelos*

### ENSAYOS ESPECIALES

- **PROCTOR MODIFICADO**

$$Y_d = \frac{Y_m}{1 + W}$$

Dónde:

$\gamma_m$  = Densidad Húmeda

Densidad Humedad = Peso de suelo húmedo / Volumen

W = Contenido de Humedad

$\gamma_d$  = Densidad seca del suelo.

Muestra N°01:

$$\gamma_d = \frac{2.25}{1 + 0.0461}$$

$$\gamma_d = 2.15$$

Muestra N°02:

$$\gamma_d = \frac{2.37}{1 + 0.079}$$

$$\gamma_d = 2.20$$

Muestra N°03:

$$\gamma_d = \frac{2.36}{1 + 0.1049}$$

$$\gamma_d = 2.14$$

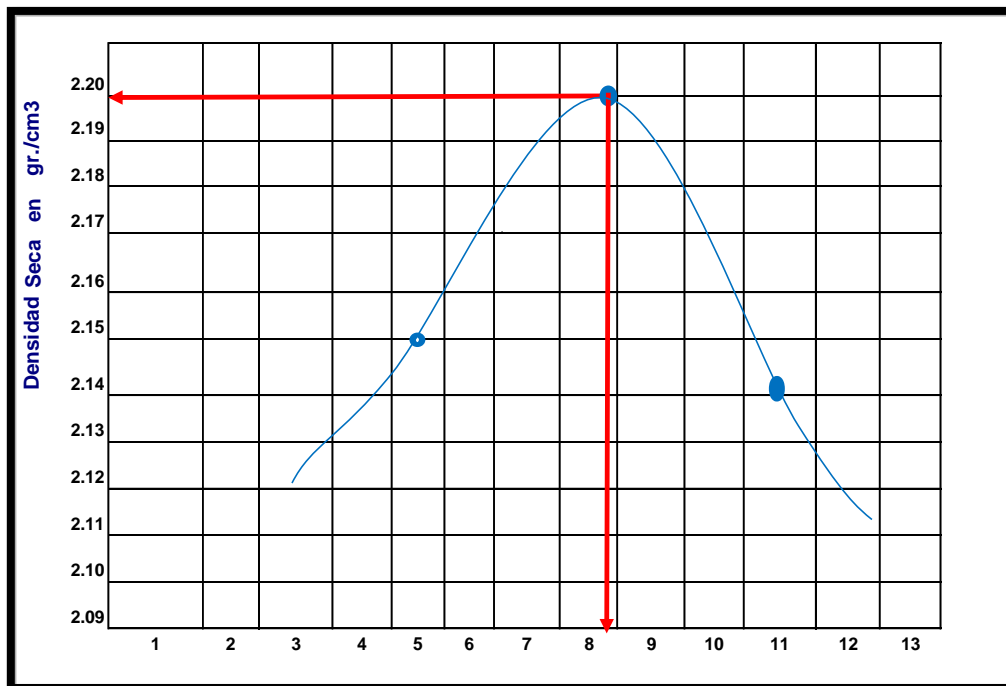
Cuadro N°42

Prueba	N°	1	2	3
1	Peso molde + Suelo compactado	gr. 7,573.00	7,834.00	7,805.00
2	Peso del molde	gr. 2,825.00	2,825.00	2,825.00
3	Peso del suelo compactado	gr. 4,748.00	5,009.00	4,980.00
4	Densidad húmeda	gr/c.c. 2.25	2.37	2.36
5	Densidad seca	gr/c.c. <b>2.15</b>	<b>2.20</b>	<b>2.14</b>

Frasco	No.	1	2	3
1	Peso frasco + suelo húmedo	gr. 365.10	381.40	381.80
2	Peso frasco+peso suelo seco	gr. 350.80	356.50	349.40
3	Peso agua contenido (1 - 2)	gr. 14.30	24.90	32.40
4	Peso del frasco	gr. 40.40	41.30	40.50
5	Peso del suelo seco (2 - 4)	gr. 310.40	315.20	308.90
6	Contenido de humedad(3/5x100)	% <b>4.61</b>	<b>7.90</b>	<b>10.49</b>
<b>Máxima Densidad seca :</b>		<b>2.20 grs/c.c.</b>		<b>Optimo contenido de humedad :</b>
				<b>7.90 %</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio

Fig. N° 28  
Curva de compactación Afirmado



- **C.B.R.**

$$CBR = \frac{Carga\ unitaria\ del\ ensayo}{Carga\ unitaria\ patrón} \times 100\%$$

CÁLCULO DE PENETRACIÓN:

Molde N°01

Penetración 0.100”

$$CBR = \frac{29.15}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 41.64$$

Penetración 0.200”

$$CBR = \frac{43.55}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 41.48$$

Molde N°02

Penetración 0.100”

$$CBR = \frac{50.75}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 72.50$$

Penetración 0.200”

$$CBR = \frac{76.19}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 72.56$$

Molde N°03

Penetración 0.100”

$$CBR = \frac{70.67}{70} \times 100\%$$

$$CBR = 100.96$$

Penetración 0.200”

$$CBR = \frac{105.71}{105} \times 100\%$$

$$CBR = 100.68$$

Cuadro N°43

MOLDE N°	1		2		3	
CAPAS N°	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	10		25		56	
COND. DE LA MUESTRA	<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA	<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA	<b>SIN MOJAR</b>	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	8818.00		9092.00		9282.00	
PESO DEL MOLDE gr	4172.00		4171.00		4174.00	
PESO DE SUELO HUMEDO gr	4646.00		4921.00		5108.00	
VOLUMEN DEL SUELO c.c.	2151.00		2151.00		2152.00	
DENSIDAD HUMEDAD gr/c.c.	2.16		2.29		2.37	
% DE HUMEDAD	7.90		7.91		7.90	
DENSIDAD SECA gr/c.c.	<b>2.00</b>		<b>2.12</b>		<b>2.20</b>	
TARA N°	1		2		3	
TARA + SUELO HUMEDO gr	372.50		360.70		375.94	
TARA + SUELO SECO gr	348.14		337.30		351.40	
AGUA gr	24.36		23.40		24.54	
PESO DEL TARA gr	39.70		41.50		40.80	
PESO DEL SUELO SECO gr	308.40		295.80		310.60	
% DE HUMEDAD %	<b>7.90</b>		<b>7.91</b>		<b>7.90</b>	

*Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio*

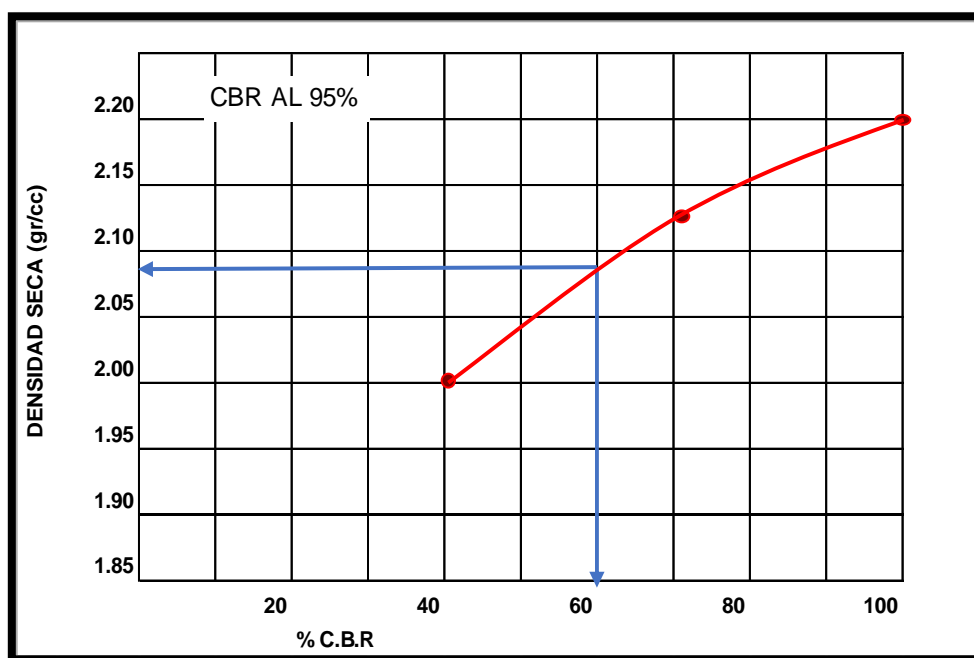
Cuadro N°44  
Cuadro de Penetración

PENETRACION - CARGA Pulgadas STAND	LECT. mm	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	
		kg/cm2	C.B.R.	kg/cm2	C.B.R.	kg/cm2	C.B.R.	
0.025	32	8.03		15.95		27.95		
0.050	61	14.99		31.07		38.03		
0.075	102	24.83		38.03		56.99		
<b>0.100</b>	<b>70</b>	<b>120</b>	<b>29.15</b>	<b>41.64</b>	<b>50.75</b>	<b>72.50</b>	<b>70.67</b>	<b>100.96</b>
0.150	165	39.95		65.15		89.87		
<b>0.200</b>	<b>105</b>	<b>180</b>	<b>43.55</b>	<b>41.48</b>	<b>76.19</b>	<b>72.56</b>	<b>105.71</b>	<b>100.68</b>
0.300	236	56.99		95.15		139.55		
0.400								

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.20
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.90
C.B.R. AL 95% DE M.D.S (%)	60.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S (%)	101.00

Fig. N° 29  
CBR del Afirmado al 95%



### 5.2.3 EVALUACIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

- CÁLCULO DEL PERIODO DE DISEÑO:

Cuadro N°45

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO(AÑOS)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 - 20

*Fuente:* (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

Nuestro periodo de diseño será de 20 años ya que nuestra vía es de baja intensidad de tránsito.

- CÁLCULO DE NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (W<sub>18</sub>):

$$W_{18} = DD \times DL \times ESAL$$

Dónde:

- DD(%) = Factor de distribución direccional (1 para un sentido y 0.5 para 2 sentidos)
- DL(%) = Factor de distribución por carril, cuando se tenga dos o más carriles por sentido.
- CÁLCULO DEL FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL (DL):

Cuadro N°46

No. Carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 Kips en el carril de diseño (Fc)
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 a más	50 - 75

*Fuente:* (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

Para las vías urbanas de nuestras zonas de estudio se tendrá un carril por cada sentido, por tanto, el Factor de distribución por carril es de 100%.

- **CÁLCULO DEL FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL(DD):**

Este factor es la correlación del total de tránsito en ambas direcciones con respecto al número de vehículos pesados que circulan en un solo sentido siendo este el 50 % del total.

$D_r = 50\%$  Factor de distribución de carril.

- **CÁLCULO DEL FACTOR CAMIÓN (FC):**

Los valores del  $F_c$ , son cálculos que se realizan de acuerdo al tipo de vehículos, esta información la encontramos en el reglamento Nacional de Vehículos, aplicando las siguientes normas para el diseño del pavimento flexible:

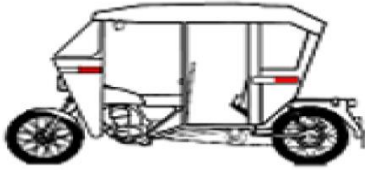
Cuadro N°47

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{8.2 tn}$ )
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$
Eje Tandem ( 1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [P/14.8]^{4.0}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$
Eje Tridem ( 2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple)( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [P/20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem ( 3 ejes de ruedas dobles)( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [P/21.8]^{3.9}$

*Fuente:* (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)


El Fc de la mototaxi es despreciable.

Cuadro N°48

FACTOR VEHICULO MOTOTAXI			
El peso bruto máximo de una Mototaxi es de 1 ton.			
Configuración Vehicular	Descripción gráfica de los vehículos		Long. Maxima (m)
L5			3.00
	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$	
Ejes	E1	E2	
Carga según censo de carga ( ton)	0.07	0.13	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Total factor vehículo mototaxi
Tipos de rueda	Rueda Simple	Rueda Simple	
Peso	0.07	0.13	0.00
factor E.E.	0.00	0.00	

Fuente: (Reglamento Nacional de Vehículos, 2003)

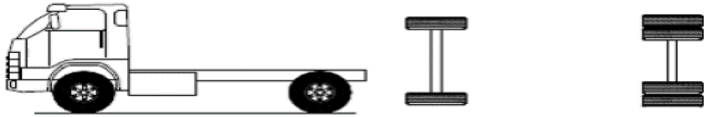
Cuadro N°49

FACTOR VEHICULO AUTO			
El peso total de la Auto es de 2 ton.			
Configuración Vehicular	Descripción gráfica de los vehículos		Long. Maxima (m)
M1			5.30
	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$	
Ejes	E1	E2	
Carga según censo de carga ( ton)	1	1	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Total factor vehículo Auto
Tipos de rueda	Rueda Simple	Rueda Simple	
Peso	1	1	0.001
factor E.E.	0.0005	0.0005	

Fuente: (Reglamento Nacional de Vehículos, 2003)

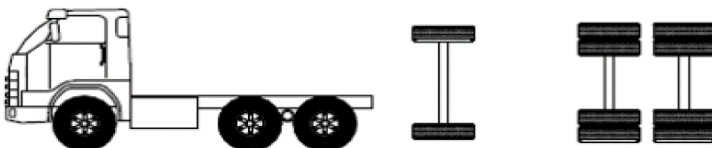
- Identificando Vehículos Pesados, según la Norma DG -2018

Cuadro N°50

FACTOR VEHICULO CAMION C2			
El peso total del camion C2 es de 18 ton			
Configuración Vehicular	Descripción gráfica de los vehículos		Long. Maxima (m)
C2			12.30
	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$	
Ejes	E1	E2	
Carga según censo de carga ( ton)	7	11	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Total factor camion C2
Tipos de rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	
Peso	7	11	
factor E.E.	1.2650	3.2380	4.503

Fuente: (Reglamento Nacional de Vehículos, 2003)

Cuadro N°51

FACTOR VEHICULO CAMION C3			
El peso total del camion C3 es de 25 ton			
Configuración Vehicular	Descripción gráfica de los vehículos		Long. Maxima (m)
C3			13.20
	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$	
Ejes	E1	E2	E3
Carga según censo de carga ( ton)	7	9	9
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem	
Tipos de rueda	Rueda Simple	2 Ejes de rueda dobles	
Peso	7	18	
factor E.E.	1.2650	2.0190	
			3.284

Fuente: (Reglamento Nacional de Vehículos, 2003)

- CÁLCULO DEL FACTOR DE CRECIMIENTO

$$FC = \frac{(1 + r)^p - 1}{r}$$

Dónde:

R= Tasa de crecimiento anual en decimales

P= Periodo de diseño en años.

Para vehículos ligeros la Tasa de crecimiento poblacional  $r = 2.14\%$

Para vehículos pesados la tasa de crecimiento del PBI  $r = 3.54\%$

- El FC para vehículos ligeros es:

$$FC = \frac{(1 + r)^p - 1}{r}$$
$$FC = \frac{(1 + 0.0214)^{20} - 1}{0.0214}$$

$$FC = 24.64$$

- El FC para vehículos pesados es:

$$FC = \frac{(1 + r)^p - 1}{r}$$
$$FC = \frac{(1 + 0.0354)^{20} - 1}{0.0354}$$

$$FC = 28.40$$

- CÁLULO DEL ESAL

**Aplicamos el Factor de presión de neumáticos:**

Para Vehículo Ligeros - Mototaxi = 0.00

Para Vehículo Ligeros = 0.0011

Para vehículo pesado – Camión 2E = 4.5037

Aplicamos la normativa Vigente para el Cálculo del número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn ó ESAL:

$$N_{rep\ de\ EE\ 8.2\ tn} = \sum [EE_{día - carril} \times Fca \times 365]$$

Cuadro N°52

Días	Vehículo Ligero						Vehículo Pesado			
	Mototaxi	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Comb i	Micro	Bus 2E	Bus 3E	Camión 2E
IMDA(Veh/día)	69	39	4	1	1	1	0	0	0	24
N° Veh /Año	25185	14235	1460	365	365	365	0	0	0	8760
Factor Camión	0	0.0011					4.5037			
Tasa de crecimiento	24.64						28.4			
ESAL	0.00	385.8 3	39.57	9.8 9	9.89	9.89	0.00	0.0 0	0.0 0	1,120,448.5 0
ESAL	1,120,903.58									

*Fuente: Elaboración Propia.*

- HALLAMOS EL W18

$$W_{18} = DD \times DL \times ESAL$$

Tenemos:

ESAL de diseño = 1, 120,903.58

DD (Factor de distribución direccional) = 50%

DL (Factor de distribución por carril) = 100%

$$W_{18} = 50\% \times 100\% \times 1,120,903.58$$

$$W_{18} = 560,451.79$$

- CONFIABILIDAD

Cuadro N°53

Niveles Recomendados de Confiabilidad ( R )		
Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopista	85-97	80-95
Troncolas	80-95	75-90
Locales	75-85	70-90
Ramales y Vías Agrícolas	50-75	50-75

*Fuente:* (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

%R= 80% Para vías locales

- DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL

Cuadro N°54

Confiabilidad	Zr	Confiabilidad	Zr
50	0	92	-1.405
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327

*Fuente:* (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

- DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA

Cuadro N°55

PAVIMENTO	DESVIACIÓN ESTANDAR (So)
Pavimentos Rígidos	0.3 - 0.4
Pavimentos Flexibles	0.4 - 0.5

*Fuente:* (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

So = 0.45 de Desviación Estándar

- **CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SERVICIALIDAD:**

Según la Norma Técnica CE.010

El índice de serviciabilidad es:

Para pavimento flexibles un valor inicial deseable **po = 4.20**

El índice de serviciabilidad final que nos brinda es

Cuadro N°56

pt	Tipo de Vía
3	Expresas
2.5	Arteriales
2.25	Colectoras
<b>2</b>	<b>Locales y estacionamiento</b>

*Fuente:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010, pág. 40)

**Pt = 2.00**

- **CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD**

$$\Delta PSI = po - pt$$

$$\Delta PSI = 4.20 - 2.00$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

- **CÁLCULO DEL MÓDULO DE RESILENCIA**

Con los datos obtenido de laboratorio:

- **Para la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos”**

La subrasante al 95% de la M.D.S = 16%, por tanto, su módulo de resiliencia es de 15,067.00 PSI

- **Para la Zona del Mirador derecho (CA. Desaguadero)**

La subrasante al 95% de la M.D.S = 18%, por tanto, su módulo de resiliencia es de 16,247.00 PSI

Cuadro N°57

Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR		
CBR% Subrasante	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)(PSI)	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)(Mpa)
6	8,043.00	55.45
7	8,877.00	61.20
8	9,669.00	66.67
9	10,426.00	71.88
10	11,153.00	76.90
11	11,854.00	81.73
12	12,533.00	86.41
13	13,192.00	90.96
14	13,833.00	95.38
15	14,457.00	99.68
16	15,067.00	103.88
17	15,663.00	107.99
18	16,247.00	112.02
19	16,819.00	115.96
20	17,380.00	119.83
21	17,931.00	123.63
22	18,473.00	127.37
23	19,006.00	131.04
24	19,531.00	134.66
25	20,048.00	138.23
26	20,558.00	141.74
27	21,060.00	145.20
28	21,556.00	148.62
29	22,046.00	152.00
30	22,529.00	155.33

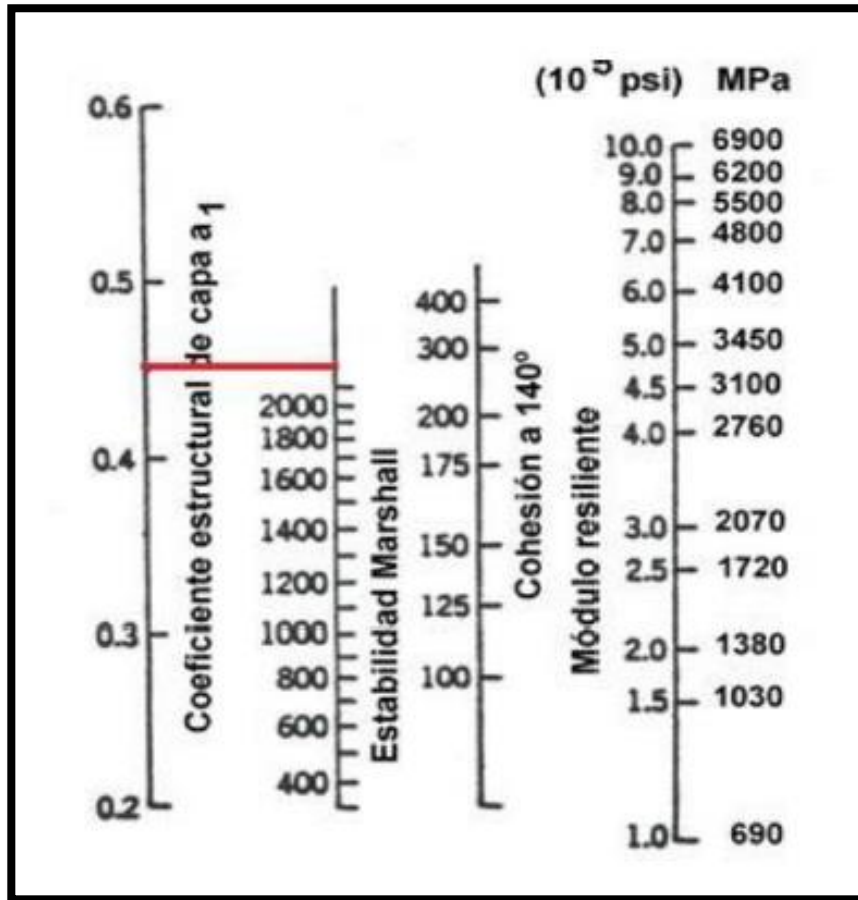
*Fuente:* (Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos, 2013)

- CÁLCULO DE COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CONCRETO ASFALTICO,

La empresa Agrecon dedicada a la elaboración de mezcla asfáltica nos proporcionó el siguiente dato:

Estabilidad de Marshall = 2,304 lb

Fig. N° 30



Fuente: (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

Obtenemos  $a_1 = 0.45$

- CÁLCULO DE COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE BASE GRANULAR Y SUBBASE GRANULAR

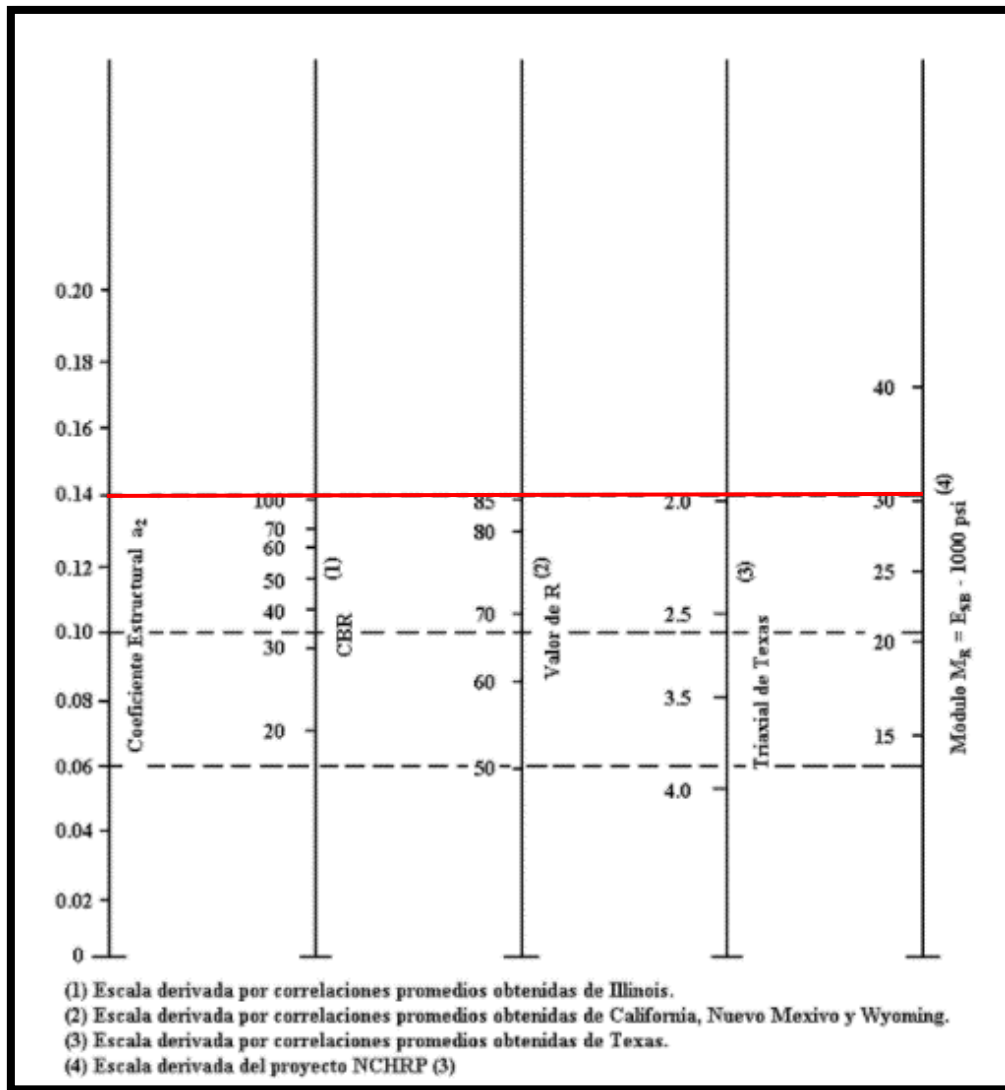
Considerando la siguiente información de los ensayos realizados al material de cantera:

C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	60.00
C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	101.00

Y Según La Norma Técnica C.E 0.10 para la Base es  $CBR \geq 80\%$  al  $100\%$  Compactación Proctor modificado y para la Subbase  $CBR \geq 40\%$  al  $100\%$  Compactación Proctor Modificado.

Obtenemos:

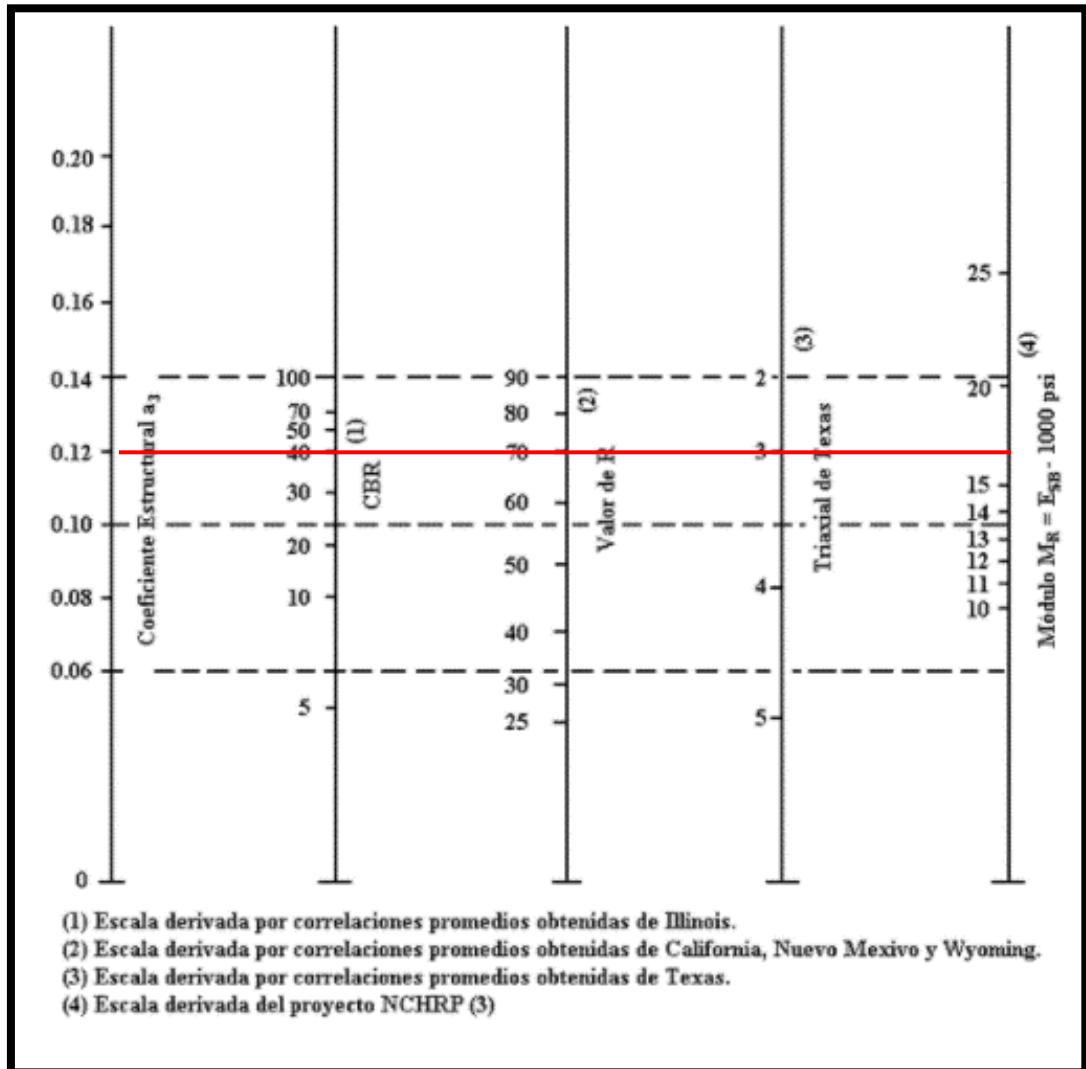
Fig. N° 31



Fuente: (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

Y hallamos el  $a_2 = 0.140$

Fig. N° 32



Fuente: (AASHTO, Guide for desing of pavement structures, 1993)

Y hallamos el  $a_3 = 0.120$

- CÁLCULO DE DRENAJE

Valores de  $m_i$  recomendado:

Cuadro N°58

mi	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.05	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	Nunca	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010)

El distrito de Parcona se encuentra en el rango de sub tropical – seco; presentando una temperatura cálida en el día y fría en la noche. Teniendo una temperatura media anual de 20°C, y una temperatura máxima de 32°C en el mes de febrero y una mínima de 15°C en el mes julio y agosto.

Según la zona de estudio en nuestro caso con una calidad de drenaje pobre y el tiempo expuesto a niveles de humedad del 25%, tenemos un **Coefficiente de Drenaje** de:

$$m_1 = m_2 = m_3 = 0.60$$

- CÁLCULO DE NÚMERO ESTRUCTURAL SN

Mediante el software de la ecuación AASHTO 93, se calcula el SN, considerando los siguientes datos:

T	=	20 años
ESAL (W18)	=	560,451.79
R	=	80%
Zr	=	-0.841
So	=	0.45
ΔPSI	=	2.20

➤ Para la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos”

Hallaremos el SN considerando que esta zona cuenta con un  $M_r = 15,067.00$  PSI

Fig. N° 33

**Ecuación AASHTO 93**

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 % Zr=-0.841 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 15067 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 560451.79**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.21**

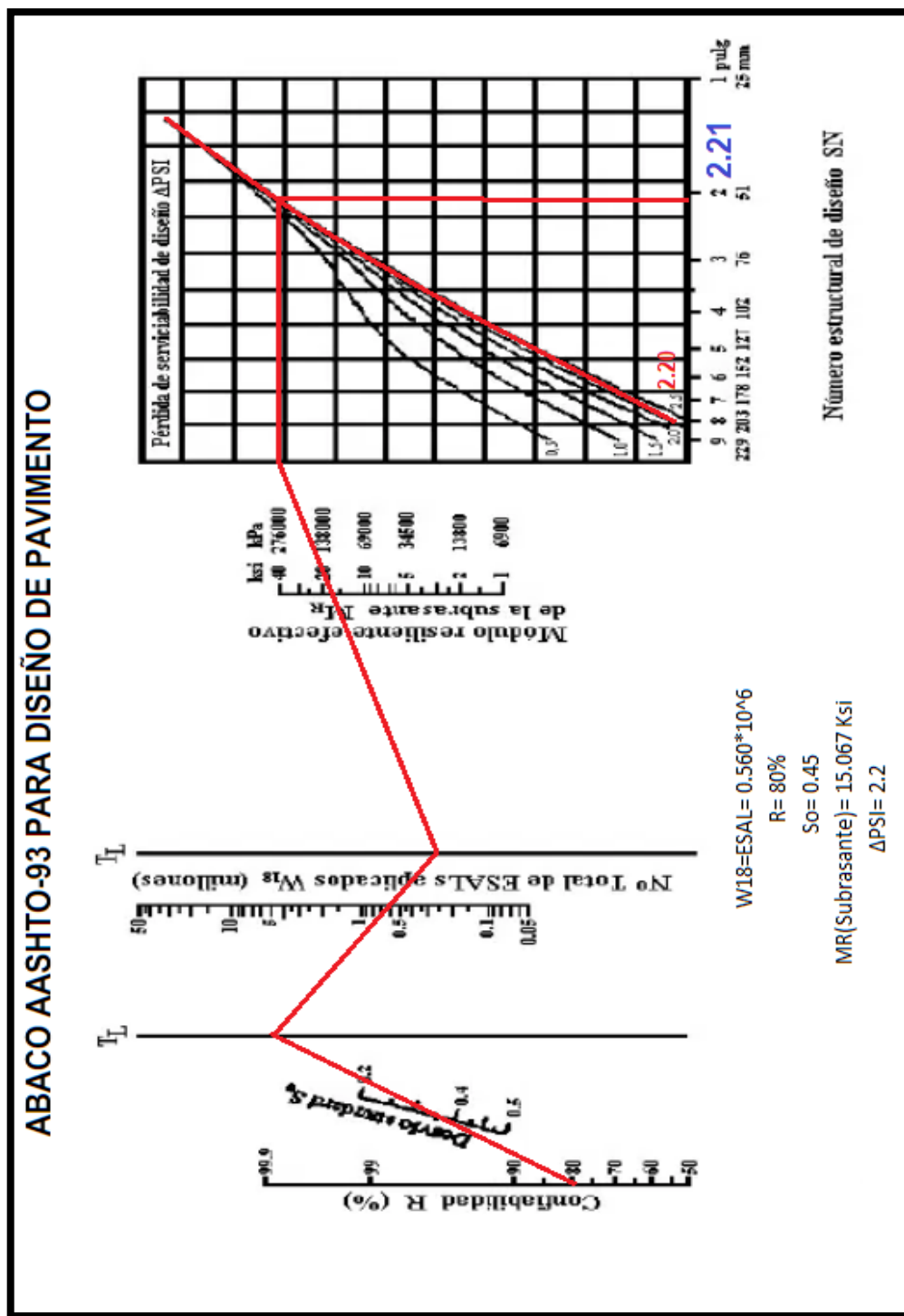
Calcular Salir

Fuente: (Software de la Ecuación AASHTO 93)

SN = 2.21

Diseño del Número Estructural SN, según el Abaco del AASHTO 93

Fig. N° 34



SN = 2.21

➤ **Para la Zona del Mirador derecho (CA. Desaguadero)**

Hallaremos el SN considerando que esta zona cuenta con un  $M_r = 16,247.00$  PSI

Fig. N° 35

**Ecuación AASHTO 93**

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 %  $Z_r = -0.841$  So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr = 16247 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)   
Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)   
Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 560451.79**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.15**

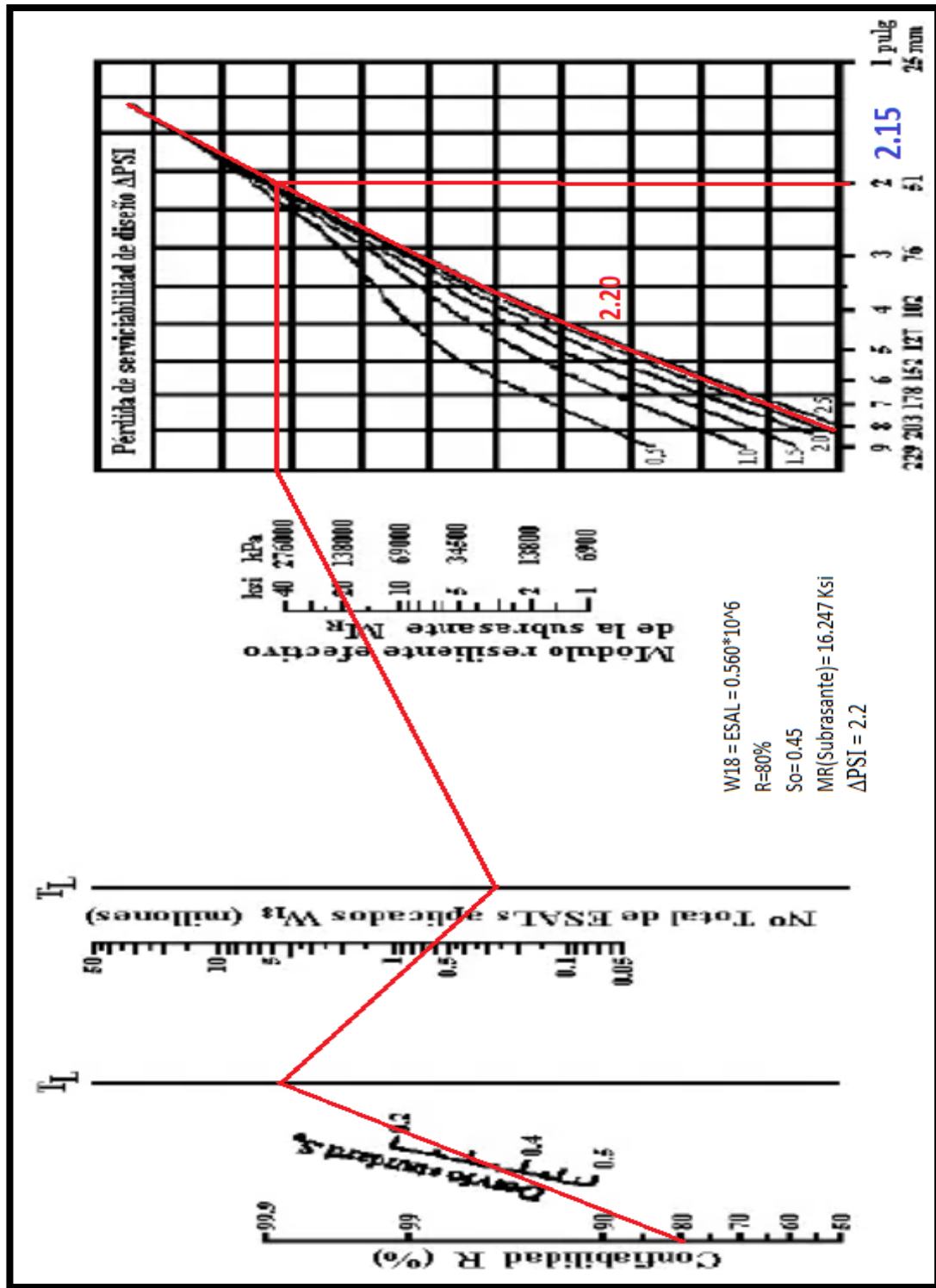
Calcular Salir

*Fuente:* (Software de la Ecuación AASHTO 93)

SN = 2.15

# Diseño del Número Estructural SN, según el Abaco del AASHTO 93

Fig. N° 36



SN = 2.15

- CÁLCULO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO

Teniendo el valor del SN, podemos calcular por criterio y aplicando la siguiente formula nuestros espesores por capa:

Cuadro N°59  
**Requisitos mínimos para Pavimentos**

Elemento \ Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
		Sub-rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar  Espesor compactado: ≥250 mm - Vías locales y colectoras ≥300 mm - Vías arteriales y expresas	
Sub-base	CBR ≥40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥30% 100% Compactación Proctor Modificado		
Base	CBR ≥80% 100% Compactación Proctor Modificado	N.A*	CBR ≥80% 100% Compactación Proctor Modificado	
Imprimación/ capa de apoyo	Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A*	Cama de arena fina de espesor comprendido entre 25 y 40 mm	
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**

*Fuente:* (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 , 2010, pág. 28)

➤ **Para la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos”**

$$SN \text{ subrasante} = SN \text{ subbase} + SN \text{ base} + SN \text{ carpeta asfáltica}$$

$$2.21 = \frac{a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3}{2.54}$$
$$2.21 \leq \frac{0.45 \times 5.00 + 0.14 \times 20 \times 0.60 + 0.12 \times 25 \times 0.60}{2.54}$$
$$2.21 \leq 2.26$$

Otorgando valores

$$D_1 \text{ (espesor de carpeta asfáltica)} = 5.00 \text{ cm}$$

$$D_2 \text{ (espesor de base)} = 20.00 \text{ cm}$$

$$D_3 \text{ (espesor de Subbase)} = 25.00 \text{ cm}$$

➤ **Para la Zona del Mirador derecho (Ca. Desaguadero)**

$$2.15 = \frac{a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3}{2.54}$$
$$2.15 \leq \frac{0.45 \times 5.00 + 0.14 \times 20 \times 0.60 + 0.12 \times 25 \times 0.60}{2.54}$$
$$2.15 \leq 2.26$$

Otorgando valores

$$D_1 \text{ (espesor de carpeta asfáltica)} = 5.00 \text{ cm}$$

$$D_2 \text{ (espesor de base)} = 20.00 \text{ cm}$$

$$D_3 \text{ (espesor de Subbase)} = 25.00 \text{ cm}$$

### 5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el diseño del pavimento flexible es importante evaluar todos los factores que intervienen, considerando los aspectos sociales, climatológicos, para ello se tiene que conocer detalladamente la realidad de la zona de estudio para a criterio del profesional se tomen los valores correctos guiándose de los estándares de diseño que nos brinda la Norma Técnica CE.010 de pavimentos urbanos.

El análisis de los resultados en relación a las hipótesis planteadas, donde mencionamos la relación que existe entre la aplicación de la norma técnica CE.010 y el diseño del pavimento de la Asoc.Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos”, y Zona del mirador derecho, para corroborar dicha hipótesis discutimos los siguientes resultados obtenidos:

Tráfico: Se obtuvo un W18 de 560,451.79, permitiendo hallar el número estructural para calcular los espesores de la estructura.

CBR de la subrasante: Se obtuvo un CBR = 16% y CBR = 18%, clasificándose como un suelo Bueno al encontrarse dentro de un  $8\% < \text{CBR} < 17\%$ , y suelo Excelente  $\text{CBR} \geq 17\%$ , según la Norma Técnica CE.010.

CBR del material de cantera: Se obtuvo un CBR = 60 al 95% y 101 al 100%, encontrándose dentro del 30 - 40 al 100% de compactación para la Sub-base y dentro del CBR mínimo 80 al 100% de compactación para la Base en vías Locales como requerimientos mínimos, según la Norma Técnica CE.010.

Los valores obtenidos en el diseño del pavimento cumplen con los factores de equivalencia por capa según Norma técnica C.E 0.10: Se obtuvo una subbase de 25.00 cm siendo mayor a 20 cm, base de 20.00cm siendo mayor a 15 cm, y la carpeta asfáltica de 5.00 cm cumplen con el requerimiento mínimo según Norma Técnica CE. 010.

## **CAPITULO VI: COMPROBACION DE HIPOTESIS**

### **6.1 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL**

- La aplicación de la Norma Técnica CE.010 influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

Se aprueba la hipótesis porque durante el desarrollo del diseño del pavimento se ha aplicado a la norma técnica CE.010 ya que nuestra zona de estudio es un pavimento urbano.

### **6.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- El tráfico influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

Se aprueba la hipótesis porque mediante el estudio de tráfico se obtuvo un W18 de 560,451.79 que nos permitió diseñar el pavimento.

- El CBR de la subrasante influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona-Ica.

Se aprueba la hipótesis porque mediante la capacidad portante del suelo con CBR = 16% y CBR = 18%, se obtuvo su módulo de resiliencia de 15,067.00 PSI y 16,247.00 PSI respectivamente, información que nos permitió diseñar el pavimento.

- El CBR del material de cantera influye en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcon-Ica.

Se aprueba la hipótesis porque mediante el  $CBR = 60$  al 95%, que se obtuvo del material de cantera se pudo cumplir con los requerimientos mínimos que pide la norma técnica CE.010 para continuar con el diseño del pavimento.

## CONCLUSIONES

- Al aplicar la Norma técnica CE. 010 en el diseño del pavimento de la Asoc. Viv. “El Aromo I y II”, “Los Peregrinos” y Zona del Mirador Derecho en el distrito de Parcona- Ica, se ha podido verificar que esta influye en el diseño.
- El tráfico en la zona de estudio nos dio un W18 de 560,451.79, lo que nos permitió obtener el espesor del pavimento.
- El CBR de la subrasante nos dio un módulo de resiliencia de 15,067.00 PSI y 16,247.00 PSI , lo que influyó en el cálculo del espesor del pavimento.
- El CBR del material de cantera nos permitió diseñar el espesor del pavimento obteniendo un espesor de 25.00 cm para la Subbase, de 20.00 cm para la Base y 5.00 cm para la carpeta asfáltica.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar la norma técnica CE.010 para el diseño de pavimentos urbanos ubicados en el Perú.
- Se recomienda hacer estudio de tráfico en días típicos y atípicos para obtener mayores alcances del tráfico de la zona de estudio.
- Se recomienda realizar una evaluación in situ del suelo de la zona de estudio mediante la observación y tacto para el reconocimiento de sus propiedades y corroborarlas con los ensayos en laboratorio.
- Se recomienda analizar el material de cantera más cercana a la zona de estudio ya que por su proximidad lograríamos un análisis más ajustado a la realidad.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- AASHTO, Guide for desing of pavement structures. (1993). AASHTO, Guide for desing of pavement structures.
- Castillo Ynga, J. N. (2018). Diseño del pavimento para el mejoramiento de la transitabilidad vial entre los Jirones Helmes y Ortiz - Los Olivos, 2018.
- Ccasani Bravo, M. J. (2017). Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos.
- Correa Basto, F. S. (2015). "Estudio de Transito y diseño geométrico para la intersección de la calle 26 con Carrera 40, como alternativa de trompeta deprimida con todos los movimientos".
- Herrera Uribe, N. P. (2014). Estudio del Pavimento de las vías del barrio salacalle, perteneciente a la parroquia Saquisilí, Cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes.
- Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnica y pavimentos. (2013). Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnica y pavimentos.
- Manual de ensayo de materiales - MTC. (2016). Manual de ensayo de materiales - MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). (s.f.). Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).
- Ochante Melgar, J. B. (2017). Diseño de la pavimentación y construcción de veredas en la Asociación de vivienda el Guayabo y el AA.HH. Fray Ramon Rojas del distrito de Ica, provincia de Ica-Ica.
- Perez, L. G. (2018). Creación del anillo vial de la zona sur este del distrito de Parcona.
- Pittman, E. A. (2002). Manual para estudio de tráfico.
- Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 . (2010). Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 pavimentos urbanos.
- Reglamento Nacional de Vehículos. (2003). Reglamento Nacional de Vehículos.
- Software de la Ecuación AASHTO 93. (s.f.). Software de la Ecuación AASHTO 93.
- Zuñiga Chepe, O. E. (2018). Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la Ca. VRHT, Ca. la Paz, Ca. Pachacutec y Av. Gran Chimú del distrito de la Victoria-Chiclayo-Lambayeque.

# **ANEXOS**