



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

## **CALIDAD DEL PAVIMENTO RÍGIDO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MECÁNICAS EN LA AV. 10 DE JULIO, HUAMACHUCO – LA LIBERTAD, 2017**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Santiago Jesús Sánchez Rodríguez

Santos Inés Yépez Mostacero

**Asesor:**


Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro


Trujillo– Perú

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, APRUEBAN la tesis desarrollada por Santiago Jesús Sánchez Rodríguez; Santos Ines Yépez Mostacero, denominada:

### CALIDAD DEL PAVIMENTO RÍGIDO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MECÁNICAS EN LA AV. 10 DE JULIO, HUAMACHUCO – LA LIBERTAD, 2017

  
Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro  
C.I.P. 123509  
ASESOR

  
Ing. Wiston Henry Azañedo Medina  
C.I.P. 107619  
JURADO  
PRESIDENTE

  
Ing. Julio Felix Valeriano Murga  
C.I.P. 63638  
JURADO

  
Ing. Juan Alejandro Agreda Babaran  
C.I.P. 65644  
JURADO

## DEDICATORIA

A nuestras familias de manera muy especial, por el apoyo brindado en el día a día,  
incentivándonos siempre a salir adelante.

También a todas aquellas personas que han sido parte de nuestra formación profesional.

**Los autores**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por iluminar cada momento nuestro camino y poder alcanzar nuestras metas.

A nuestras familias, por apoyarnos y motivarnos constantemente.

A la Universidad Privada del Norte y nuestros maestros, por habernos formado y brindado sus conocimientos.

**Los autores**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPITULO 1. INTRODUCCION.....</b>	<b>14</b>
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Limitaciones.....	17
1.5. Objetivos.....	18
1.5.1. Objetivo General.....	18
1.5.2. Objetivo Específicos.....	18
<b>CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1. Antecedentes.....	19
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. Pavimento rígido.....	23
2.2.2. Elementos que integran un pavimento rígido.....	23
2.2.3. Funciones de las distintas capas de un pavimento rígido.....	24
2.2.4. Tipos de pavimentos rígidos.....	25

2.2.5.	Aplicaciones del pavimento rígido.....	26
2.2.6.	Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos en áreas urbanas.....	26
2.2.7.	Factores que influyen en la performance de los pavimentos.....	27
2.2.8.	Análisis del tráfico.....	28
2.2.9.	Ventajas y desventajas del pavimento rígido.....	28
2.2.10.	Ensayos con diamantina para hormigón.....	29
2.2.11.	El control y aseguramiento de la calidad en los pavimentos de concreto..	30
2.3.	Hipótesis.....	35
<b>CAPITULO 3. METODOLOGÍA.....</b>		<b>36</b>
3.1.	Operacionalización de variables.....	36
3.1.1.	Independiente: Progresivas de pavimento rígido.....	37
3.1.2.	Dependiente: Visuales (B), Físicas (C), Químicas (D) y Mecánicas.....	38
3.2.	Diseño de investigación.....	39
3.3.	Unidad de estudio.....	39
3.4.	Población.....	39
3.5.	Muestra.....	39
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	39
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	39
<b>CAPITULO 4. RESULTADOS.....</b>		<b>84</b>
4.1.	Resultado visual de la unidad de muestra P-1.....	84
4.2.	Resultado visual de la unidad de muestra P-2.....	84
4.3.	Resultado visual de la unidad de muestra P-3.....	85
4.4.	Resultado visual de la unidad de muestra P-4.....	85
4.5.	Resultado visual de la unidad de muestra P-5.....	86
4.6.	Resultados del ensayo de absorción, densidad, porosidad y permeabilidad.....	87
4.7.	Capilaridad del concreto.....	88
4.8.	Resistencia a la comprensión.....	89
4.9.	Análisis de Ph, TDS, salinidad, conductividad.....	89
4.10.	Análisis de iones de sulfato y alcalinidad.....	90
<b>CAPITULO 5. DISCUSIÓN.....</b>		<b>91</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>93</b>

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>96</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N.º 1.</b> Resultados promedio C/2, 3, 4, 5 y 6 .....	22
<b>Tabla N.º 2.</b> Operacionalización de variable independiente. ....	37
<b>Tabla N.º 3.</b> Operacionalización de variable dependiente.....	38
<b>Tabla N.º 4.</b> Rango de calificación del índice de condición de pavimento.....	41
<b>Tabla N.º 5.</b> Formato para realizar el índice de condición del pavimento .....	46
<b>Tabla N.º 6.</b> Severidad de asentamiento. ....	49
<b>Tabla N.º 7.</b> Valores deducidos para asentamientos .....	51
<b>Tabla N.º 8.</b> Severidad de bache. ....	53
<b>Tabla N.º 9.</b> Valores deducidos para baches .....	53
<b>Tabla N.º 10.</b> Severidad superficie pulimentada .....	55
<b>Tabla N.º 11.</b> Valores deducidos - superficie pulimentada .....	55
<b>Tabla N.º 12.</b> Severidad grietas longitudinales.....	56
<b>Tabla N.º 13.</b> Valores deducidos para grietas longitudinales.....	57
<b>Tabla N.º 14.</b> Severidad grietas de esquina.....	59
<b>Tabla N.º 15.</b> Valores deducidos para grietas de esquina.....	60
<b>Tabla N.º 16.</b> Severidad grietas en bloque.....	62
<b>Tabla N.º 17.</b> Valores deducidos para grietas bloque.....	62
<b>Tabla N.º 18.</b> Severidad daño de sello de la junta .....	64
<b>Tabla N.º 19.</b> Valores deducidos para daño de sello de la junta.....	65
<b>Tabla N.º 20.</b> Severidad parche pequeño.....	65
<b>Tabla N.º 21.</b> Valores deducidos para parche pequeño .....	66
<b>Tabla N.º 22.</b> Severidad parche grande .....	67
<b>Tabla N.º 23.</b> Valores deducidos para parche grande .....	68
<b>Tabla N.º 24.</b> Severidad losa dividida.....	69
<b>Tabla N.º 25.</b> Recolección de datos del ensayo de absorción .....	71
<b>Tabla N.º 26.</b> Recolección de datos del ensayo de densidad .....	72
<b>Tabla N.º 27.</b> Recolección de datos del ensayo de porosidad.....	74
<b>Tabla N.º 28.</b> Recolección de datos del ensayo de permeabilidad.....	75
<b>Tabla N.º 29.</b> Recolección de datos del ensayo de capilaridad .....	77
<b>Tabla N.º 30.</b> Recolección de datos del ensayo de resistencia a la compresión .....	82

<b>Tabla N.º 31.</b> Coeficiente de corrección por esbeltez de probetas cilíndricas.....	82
<b>Tabla N.º 32.</b> Recolección de datos de Ph, salinidad, conductividad y TDS.....	83
<b>Tabla N.º 33.</b> Resultados visuales de la cuadra 1 - Muestra P1 .....	84
<b>Tabla N.º 34.</b> Resultados visuales de la cuadra 2 - muestra P2.....	85
<b>Tabla N.º 35.</b> Resultados visuales de la cuadra 3 - muestra P3.....	85
<b>Tabla N.º 36.</b> Resultados visuales de la cuadra 4 - muestra P4.....	86
<b>Tabla N.º 37.</b> Resultados visuales de la cuadra 5 - muestra P5 .....	86
<b>Tabla N.º 38.</b> Resultados de ensayos de absorción, densidad, porosidad y permeabilidad .....	87
<b>Tabla N.º 39.</b> Resultados del ensayo de capilaridad .....	88
<b>Tabla N.º 40.</b> Resultados de resistencia a la compresión.....	89
<b>Tabla N.º 41.</b> Resultados de Ph, TDS, salinidad, conductividad.....	89
<b>Tabla N.º 42.</b> Resultado de análisis de sulfatos y alcalinidad.....	90
<b>Tabla N.º 43.</b> Datos y resultado de ensayo de absorción.....	98
<b>Tabla N.º 44.</b> Datos y resultado de ensayo de densidad .....	98
<b>Tabla N.º 45.</b> Datos y resultado de ensayo de porosidad.....	99
<b>Tabla N.º 46.</b> Datos y resultado de ensayo de permeabilidad.....	100
<b>Tabla N.º 47.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 1 .....	101
<b>Tabla N.º 48.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 2.....	102
<b>Tabla N.º 49.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 3.....	103
<b>Tabla N.º 50.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 4 .....	104
<b>Tabla N.º 51.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 5 .....	105
<b>Tabla N.º 52.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 6 .....	106
<b>Tabla N.º 53.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 7.....	107
<b>Tabla N.º 54.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 8.....	108
<b>Tabla N.º 55.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 9.....	109
<b>Tabla N.º 56.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 10.....	110
<b>Tabla N.º 57.</b> Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 11 .....	111
<b>Tabla N.º 58.</b> Datos y resultado de resistencia a la compresión.....	112
<b>Tabla N.º 59.</b> Datos y resultados de Ph, Tds, Salinidad, Conductividad.....	113
<b>Tabla N.º 60.</b> Datos y resultado de sulfatos .....	113
<b>Tabla N.º 61</b> Datos y resultado de alcalinidad.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N.º 1.</b> Estado actual de la Av. 10 de Julio .....	14
<b>Figura N.º 2.</b> Distribución de capas de rodadura .....	24
<b>Figura N.º 3.</b> Perforación y extracción de núcleos.....	30
<b>Figura N.º 4.</b> Ubicación geográfica.....	40
<b>Figura N.º 5.</b> Curva de los valores deducidos – asentamientos .....	52
<b>Figura N.º 6.</b> Curva de los valores deducidos para baches.....	54
<b>Figura N.º 7.</b> Curva de los valores deducidos – superficie pulimentada .....	56
<b>Figura N.º 8.</b> Curva de valores deducidos para grietas longitudinales .....	58
<b>Figura N.º 9.</b> Curva de valores deducidos – grietas de esquina .....	61
<b>Figura N.º 10.</b> Curva de valores deducidos – grietas de bloque.....	63
<b>Figura N.º 11.</b> Curva de valores deducidos – parche pequeño.....	66
<b>Figura N.º 12.</b> Curva de los valores deducidos – parche grande .....	68
<b>Figura N.º 13.</b> Curva valor deducido – corregido .....	69
<b>Figura N.º 14.</b> Ubicación de las cuadradas donde fueron extraídos los testigos.....	80
<b>Figura N.º 15.</b> Perforación y extracción con diamantina .....	116
<b>Figura N.º 16.</b> Peso y medidas de testigos .....	116
<b>Figura N.º 17.</b> Testigos sumergidos en agua destilada .....	117
<b>Figura N.º 18.</b> Testigos sumergidos – Arquímedes .....	117
<b>Figura N.º 19.</b> Contenido de humedad .....	118
<b>Figura N.º 20.</b> Capilaridad .....	118
<b>Figura N.º 21.</b> Prueba los ángeles.....	119
<b>Figura N.º 22.</b> Permeabilidad.....	119
<b>Figura N.º 23.</b> Resistencia a compresión.....	119

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación N.º 1.</b> Determinación de las unidades de muestreo para evaluación visual .....	43
<b>Ecuación N.º 2.</b> Selección de las unidades de muestreo para inspección visual.....	44
<b>Ecuación N.º 3.</b> Cálculo del número admisible máximo de deducidos.....	49
<b>Ecuación N.º 4.</b> Calcule el índice de condición del pavimento (PCI).....	50
<b>Ecuación N.º 5.</b> Ensayo de absorción .....	70
<b>Ecuación N.º 6.</b> Ensayo de densidad.....	71
<b>Ecuación N.º 7.</b> Ensayo de porosidad .....	73
<b>Ecuación N.º 8.</b> Ensayo de permeabilidad .....	74
<b>Ecuación N.º 9.</b> Ensayo de capilaridad.....	77
<b>Ecuación N.º 10.</b> Resistencia a la compresión .....	81

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Calidad del pavimento rígido sobre las propiedades físicas, químicas y mecánicas en la av. 10 de julio, Huamachuco – La Libertad, 2017”. Nos enfocó en encontrar las fallas prematuras en el pavimento rígido, especialmente en las ciudades de la sierra peruana, teniendo en cuenta que la sierra de nuestro país tiene un clima variado, a ello se suma las lluvias ácidas, sales.

En este caso se estudió a la Av. 10 de Julio - Huamachuco - Sánchez Carrión - La Libertad; teniendo como referencia el expediente de las cuadras (2, 3, 4, 5 y 6); para lo cual se evalúa la calidad del pavimento rígido, que actualmente sufre las consecuencias de estar deteriorada en un corto plazo; para que con esta investigación se logre saber cuáles son los motivos que se debe tener en cuenta para futuras pavimentaciones o construcciones.

Esta investigación se realizó, al enfatizar la importancia de conocer los factores que generan las fallas prematuras, establecer propuestas para mejorar la calidad del pavimento rígido y el servicio de tránsito y peatonal haciendo uso de la norma técnica CE- 010 del pavimento urbano.

Para lo cual se realizó inspecciones detalladas, respetando los patrones establecidos, y recolectando datos según el formato de índice de condición de pavimento (PCI) para así determinar el estado actual del pavimento rígido mediante un rango de calificación (ASTM D6433-07).

Se obtuvieron testigos, extraídos con diamantina de la Av. 10 de julio, según norma CE 010, a dichos testigos se les realizaron diferentes ensayos tales como: absorción, densidad, porosidad, permeabilidad, capilaridad; también análisis químico como pH, salinidad, conductividad, total sólidos disueltos, sulfatos y alcalinidad, en el caso del concreto, también se estudió su resistencia a la compresión de acuerdo a la ASTM C39, el cual se determinó la calidad actual del concreto y saber en qué se debe mejorar especialmente en zonas altas de nuestro territorio. Para dicho ensayo se usó los testigos con dimensiones de 10.0 cm x 5.4 cm.

Por último, se obtuvieron los resultados promedio del índice de condición de pavimento (PCI) de 41.6 y de la resistencia a la compresión muy variable dando un promedio de 176.7 kg/cm<sup>2</sup>, en la que demostrando así que el pavimento rígido se encuentra en mal estado o baja calidad, para su pronta remodelación.



## ABSTRACT

The present investigation entitled "Rigid pavement quality on the physical, chemical and mechanical properties in the av. July 10, Huamachuco - La Libertad, 2017. " We focused on finding premature failures in the rigid pavement, especially in the cities of the Peruvian highlands, taking into account that the sierra of our country has a varied climate, to which acid rains, salts present.

In this case, we studied Av. 10 de Julio - Huamachuco - Sánchez Carrión - La Libertad; having as reference the file of the blocks (2, 3, 4, 5 and 6); for which the quality of the rigid pavement is evaluated, that at the moment suffers the consequences of being deteriorated in a short term; so that with this investigation it is possible to know what are the reasons that must be taken into account for future paving or constructions.

This research was carried out, emphasizing the importance of knowing the factors that generate premature failures, establishing proposals to improve the quality of rigid pavement and the pedestrian and traffic service making use of the technical standard CE-010 of urban pavement.

For which detailed inspections were made, respecting the established standards, and collecting data according to the pavement condition index (PCI) format to determine the current state of the rigid pavement through a rating range (ASTM D6433-07).

Witnesses were obtained, extracted with diamond from the Av. July 10, according to CE 010, to these witnesses were carried out different tests such as: absorption, density, porosity, permeability, capillarity; also chemical analysis such as pH, salinity, conductivity, total dissolved solids, sulphates and alkalinity, in the case of concrete, its compression strength was also studied according to ASTM C39, which determined the current quality of concrete and know what should be improved especially in high areas of our territory. For this test, the controls with dimensions of 10.0 cm x 5.4 cm were used.

Finally, the average results of the pavement condition index (PCI) of 41.6 and the highly variable compressive strength were obtained, giving an average of 176.7 kg / cm<sup>2</sup>, in which it demonstrates that the rigid pavement is in poor condition. state or low quality, for your prompt remodeling.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Desde siempre el hombre ha modificado su entorno de acuerdo con las necesidades de su tiempo. Actualmente en la era de las comunicaciones, la necesidad de construir caminos más fuertes y seguros intensifica su mirada en el concreto, el cual es un material de grandes posibilidades para el desarrollo de los caminos en el mundo contemporáneo. Duran L, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes.



*Figura N° 1 Estado actual de la Av. 10 de Julio*

La historia de las modernas técnicas de construcción en caminos tiene sus inicios alrededor de 1850, con Tressaguet en Francia y John Metcalfe en el Reino Unido, quienes desarrollaron un método de construcción con base en la colocación de piedras largas, limitadas por piedras de tamaño progresivamente más pequeño. Este tipo de caminos, junto con otros realizados con piedras, grava y arena, fueron diseñados para los bajos volúmenes y velocidades de los primeros vehículos, hasta que la industria automotriz, al ir creciendo a pasos agigantados, fue demandando mejores carreteras y caminos urbanos, pero fue Jhon Loundon Mac Adam, a principios del siglo XIX quien desarrollo el sistema notablemente más económico que se usa en la actualidad. El reto entonces, era buscar un material que resista pesadas cargas de manera eficiente y duradera; entonces la solución se tradujo en lo que ahora llamamos construcción de caminos pavimentados. Duran L, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes.

Por los años 1865 se construyó el primer pavimento de concreto en Inverness, Escocia, a orillas del Lago Ness y algunos años después en 1920 en El Salvador, 1922 en la Av. Venezuela en Lima – Perú, en 1928 en Colombia, 1940 Brasil y así sucesivamente hasta nuestros días. Una obra muy importante que podemos recorrerla hasta el día de hoy es la

Vía Expresa de Lima. Obras que han perdurado por los años y han demostrado la alta durabilidad del concreto como alternativa para pavimento. (21 de septiembre, 2016). Pavimentos de concreto – estado de arte de los pavimentos en el Perú.

Díaz, M., en el año 2017, en su investigación sobre “Diseño de Pavimentos”, menciona que, para la elaboración de concreto para pavimentos, se requiere de materiales especiales, para los componentes de la mezcla (cemento, agua, aire, agregados y aditivos), en donde se puede adaptar dicho diseño, para producir las resistencias deseadas, con lo que bastará con controlar la relación agua - cemento. Sin embargo, al momento de colocar el concreto se debe asegurar la resistencia requerida, ya que el espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub-rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub-rasante. Los pavimentos de concreto en nuestro país, presentan deterioros debidos a causas propias del concreto y a causas ajenas a él; tales como fisuras, causadas por minerales que se encuentran en los agregados y esto se aceleran con el cemento; ataques de lluvias acidas, temperaturas variables (máxima 18°C y mínima 3°C) e intensidad de luz solar. Además, al existir capilaridad en época de heladas, se produce hinchamientos del agua, causado por el congelamiento, apareciendo fallas en el pavimento, entonces no se dispone de una subrasante o subbase adecuada para proteger la superficie, sobre la cual está construido el pavimento, adicionalmente se debe tener en cuenta los efectos destructivos del tránsito.

En el año 2017, Pino, A., nos habla sobre el concreto, definiéndolo como un material cuasi-frágil con una baja capacidad de deformación bajo tensiones de tracción, solicitaciones mecánicas, reacciones perjudiciales y el medio ambiente pueden producir el desarrollo de tensiones de tracción en el concreto, dichas tensiones dan como resultado una falla, que puede afectar negativamente el comportamiento del concreto.

En la ciudad de Huamachuco (3169 m.s.n.m) al igual que la mayoría de las ciudades de la sierra peruana, se utiliza prioritariamente pavimento rígido, como atenuante de daño por los agentes climáticos como bajas temperaturas, clima seco, y la intensidad de radiación solar en promedio anual es de 5  $\mu\text{m}$  a 6  $\mu\text{m}$ ; El promedio de lluvia anual en precipitaciones es de 852 mm. Sin embargo, la mala práctica del control durante el proceso constructivo no solo es un atenuante para la calidad de dicho pavimento, si no que ha esto se suma la falta de canteras en la zona, contando con solo una en los exteriores de la ciudad, además de la mala calidad de los materiales utilizados como componentes del concreto y sobre todo la no aplicación de una política de gestión de mantenimiento y conservación vial; A parte de no

tener juntas de dilatación adecuadas para la dilatación y contracción del pavimento rígido. JNE, Autoridades regionales y municipales (2017)

El pavimento rígido como todo proyecto, necesita de diversas cosas, entre ellas un mantenimiento rutinario, para tener una buena durabilidad en el tiempo, dándole un ángulo de proyección a los laterales para que el agua trascurra adecuadamente hacia las canaletas, otro son las juntas de dilatación adecuadas para su dilatación y contracción del concreto, también el registrar periódicamente fallas que se van presentando a lo largo del tiempo y establecer sus posibles causas para tomar las medidas correctivas, que garanticen el buen funcionamiento de la vía para la tranquilidad de la población y usuarios de vehículos. La Av. 10 de Julio presenta daños a lo largo de toda su superficie, el cual ocasiona malestar en los pobladores, ya que impide el libre tránsito de los vehículos y peatones. Norma CE.010 (2010) – pavimentos urbanos.

El clima, la temperatura, el tipo de suelo y el tráfico de vehículos son factor que inciden dentro de las fallas del concreto, se busca determinar en índice de condición de pavimento de concreto (PCI), que permita tomar las medidas correctivas tales como el control de calidad durante la ejecución de las obras. Si bien es cierto en nuestro país hay diversas entidades, las cuales se pueden beneficiar con esta información, dentro de las cuales tenemos a: Provías Nacional, o el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), el cual es el ente encargado de la ejecución de proyectos de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial Nacional, con el fin de brindar a los usuarios un medio de transporte eficiente y seguro, que contribuya a la integración económica y social del país.

Estas razones son más que suficientes a que futuros ingenieros tengan en conocimiento, dónde, cuándo y cómo se debe ejecutar un proyecto, y dado estos aportes se ejecutaran buenos y duraderos proyectos y construcciones.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye las propiedades físicas, químicas y mecánicas en la calidad del pavimento rígido de la Av. 10 de Julio, Huamachuco – La Libertad, 2017?

## **1.3. Justificación**

La evaluación estructural del pavimento rígido contribuirá a la mejora de la calidad y duración de las futuras pavimentaciones, mejorando de esta manera su estética y el servicio de tránsito, dándole satisfacción a la población.

Se hará uso de la Norma Técnica CE- 010 del pavimento urbano, donde dicha norma tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimientos, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la mecánica de suelos y de la ingeniería de pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio.

Además, el mencionado reglamento nacional de gestión de infraestructura vial, establece normas que regulan el uso de las vías públicas terrestres, aplicables a los desplazamientos de personas, vehículos y animales, así como a las actividades vinculadas con el transporte y el medio ambiente, en cuanto se relacionan con el tránsito.

Dentro de las fallas más comunes tenemos al desconocimiento sobre el concreto adecuado para trabajados en condiciones agresivas, tales como la humedad y falta de impermeabilizantes para soportar condiciones de fatigas, térmicas de bajas y altas temperaturas.

Por lo que, la presente investigación se justifica por la importancia de conocer los factores que generan las fallas prematuras y el no cumplimiento de expediente técnico; para lo cual se busca establecer propuestas para mejorar la calidad del pavimento rígido y el servicio de tránsito, peatonal en la ciudad de Huamachuco.

En la mayoría de casos, el deterioro en el pavimento, fue causado debido al tipo de cemento que se utilizó según el expediente, siendo en este caso Cemento Portland Tipo I; el cual género, una pérdida económica para el estado y la sociedad. Por tanto, se busca mejorar la calidad del pavimento rígido y así maximizar su duración, teniendo en cuenta las fallas causadas por la naturaleza y el clima variado en la ciudad de Huamachuco.

#### **1.4. Limitaciones**

Ninguna.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del pavimento rígido sobre las propiedades físicas, químicas y mecánicas en la Av. 10 de Julio, Huamachuco –La Libertad.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el tipo y nivel de fallas en el pavimento de la Av. 10 de Julio, mediante el método índice condición de pavimento de concreto (PCI).
- Evaluar las propiedades físicas como densidad, absorción, porosidad, capilaridad y permeabilidad, de la superficie de rodadura del pavimento en la Av. 10 de Julio.
- Evaluar las propiedades químicas como Ph, salinidad, conductividad, iones sulfatos y sólidos totales suspendidos de la superficie de rodadura del pavimento en la Av. 10 de Julio.
- Comportamiento de la resistencia a la compresión del pavimento rígido, con testigos tomados con diamantina.
- Analizar y comparar las resistencias a la compresión, bajo la norma técnica de edificaciones NTE – 050, y comparar la verificación del diseño del pavimento respecto de la norma vigente CE- 010 del pavimento urbano.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Shiraz Tayabji y colaborador, en el 2009, en su afán de investigar sobre la construcción y tecnología en concreto, específicamente en pavimentos hidráulicos, menciona que estos tienen largos tiempos de ejecución, estructuras de carpetas robustas, grandes cantidades de acero de refuerzo y superficies de rodamiento. Además para la elaboración de un pavimento de concreto hidráulico es primordial contar con materiales de la más alta calidad que garanticen su durabilidad y perfecto funcionamiento, por lo que en Estados Unidos el primer pavimento de concreto para uso en aeropuertos se construyó durante 1927 y 1928 en la terminal Ford en Dearborn, estado de Michigan: desde entonces, los pavimentos de concreto se han utilizado ampliamente para construir pistas, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento en aeropuertos. Los procedimientos de diseño y construcción empleados en pavimentos de aeropuertos han evolucionado con la experiencia, la práctica, las pruebas de campo y la aplicación de las consideraciones teóricas, los pavimentos de concreto poseen un largo y exitoso historial de uso en aeropuertos civiles y en aeródromos militares en Estados Unidos, lo cual motivó a estas construcciones, para que se hagan con una durabilidad mayor.

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, en el año 2013, elaboro un manual de carreteras conservación vial; donde menciona que en el Perú, el pavimento de concreto se introdujo con el proceso de urbanización de Lima en la década del 20, las calzadas de las avenidas Alfonso Ugarte y las urbanizaciones Santa Beatriz y Lobaton, entre otras fueron construidas con las técnicas más avanzadas de la época. De igual manera se ejecutaron dos importantes carreteras: la de Lima al Callao, denominada después Av. Venezuela, obra emblemática de concreto en el país y el tramo a Chosica de carretera Central. La expansión de Lima, en los inicios del 50 y posteriormente en la década del 60, se efectuó con pavimentos de concreto; lo cual nos dio a conocer que el pavimento era duradero.

Tulio, J., en el año 2010, en su investigación “Determinación y evolución de las fallas del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba”, se plantea como objetivo determinar tipo y nivel de las fallas, concluyendo que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución, debido a que no se respetaban los parámetros establecidos para contener las lluvias en dicha ciudad, la mala calidad del agregado grueso, lo cual hacía que el pavimento se parta y formen las grietas, logrando así su deterioro total, además la inclemencia del tiempo y el tipo de suelo tiene bastante responsabilidad en dichas grietas. Este estudio nos da el alcance de centrar

nuestra información directa en el tipo de fallas, para tener una posible solución adecuada y objetiva, en este caso que tipo de falla, y el grado de severidad que están presentando.

Espinoza T., en el año 2010, en su investigación: “Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura”, busca determinar el tipo y nivel de patología basándose en un rango de 1 a 5, así como el índice de integridad estructural y la condición operacional de la superficie de los pavimentos; logrando determinar que el 50% corresponde a un nivel (3) considerado como regular o estado regular. Para lo cual se concluye que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la ejecución y calidad de los agregados, siendo la ejecución la mayor consecuencia, dado que no hay un control en cada fase de ejecución, tanto en la compactación como en la distribución correcta del material por nivelación. Este estudio nos sirve para determinar el rango de 1 a 5 según el tipo y nivel de patología, así como la forma de actuar frente a dicha severidad.

Teniendo en cuenta la Norma CE.010, pavimentos urbanos; al suelo se debe realizar ensayos para determinar la determinación cuantitativa la cantidad de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas según norma NTP 339177:2002. En donde para el concreto; el método de ensayo para determinar el contenido de cloruros en las aguas usadas en la elaboración de concretos según norma NTP 339.076:1982.

En las mezclas de concreto hidráulico durante la ejecución de las obras:

- Previamente a la colocación de la mezcla de concreto hidráulico, el contratista presentará al supervisor su diseño de mezcla.
- La supervisión deberá definir la antelación con la que se presentará el diseño de mezcla.
- El responsable del proyecto definirá el tipo y cantidad de ensayos necesarios para el diseño de mezcla.

Una vez aprobado el diseño de mezcla se hará un control directo de las cantidades de agregados, agua y cemento Portland que intervienen en la mezcla; y una vez aprobado el diseño de mezcla se hará un control directo de las cantidades de agregados, agua y cemento Portland que intervendrán en la mezcla.

Se harán controles directos de la consistencia de la mezcla y de la calidad de los materiales, para cumplir con el módulo de rotura (resistencia a la tracción por flexión) especificado en el proyecto, pudiendo hacerse paralelamente ensayos a compresión que permitan correlacionar flexo-tracción y compresión.



El control de la mezcla en obra se podrá hacer mediante ensayos de compresión de probetas cilíndricas que deberán cumplir los criterios de aceptación indicados.

En los pavimentos de concreto hidráulico terminados; la Supervisión está obligada a efectuar las siguientes verificaciones:

- La superficie acabada, no podrá presentar irregularidades mayores de tres milímetros (3 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja la Supervisión. Norma CE.010 (2010) – pavimentos urbanos.
- La resistencia a flexo-tracción (módulo de rotura) a los 28 días, no será menor que la resistencia de diseño. En probetas prismáticas, se tolerará hasta 3,5 kg/cm<sup>2</sup> por debajo de la resistencia de diseño, siempre que al menos el 80% de los ensayos realizados sean iguales o superiores a la resistencia de diseño.
- La verificación del espesor la efectuará el Contratista cada trescientos cincuenta metros cuadrados (350 m<sup>2</sup>) o fracción, debiendo extraerse al menos dos (2) testigos cilíndricos mediante equipos provistos de brocas rotativas. Los testigos se extraerán después de transcurridos siete (7) días desde la colocación del concreto.

Mediante el expediente técnico de proyecto de pavimentación Av. 10 de Julio (Cuadras. 2, 3, 4,5 y 6), se plantea realizar trabajos preliminares, trazo y replanteo, nivelación, compactación de subrasante, rasante y la capa de rodadura de 0.20 m. de espesor usando concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, y sus respectivas juntas de dilatación, también colocación de tubo de  $D = 4"$  a cada 3 m. para la evacuación de aguas de lluvia.

Por su topografía variada y una altitud promedio de 3169 m.s.n.m. con las siguientes coordenadas geográficas (latitud: 07°49'03" S – longitud: 78°03'11" W), presentando un clima frío – seco con temperaturas máxima de 18°C y mínima de 3°C.

INEI, en el año 2017, determino una población de 59407 habitantes en la ciudad de Huamachuco, para lo cual se tuvieron en cuenta lo siguiente:

- Estructuras Propuestas; se tomó en cuenta; el diseño de mezcla de acuerdo a la norma de la asociación nacional de concreto (ACI), con cemento portland ASTM - tipo I, los agregado debiendo cumplir con la norma ASTM C – 33, además el

pavimento tiene una pendiente de 1.0% para cada eje, el agua que se utilizó era fresca, limpia y bebible.

- El asentamiento de diseño no debe ser menor de 3", si el caso de la temperatura sea entre 26°C a 34 °C; Según expediente el pavimento debería tener una duración no menor a 40 años; la pavimentación alcanzada fue de 3436.35 m<sup>2</sup>. Expediente técnico –pavimentación Av. 10 de Julio (CDRs. 2,3,4,5 y 6)
- Trabajos efectuados fueron; 5 Calicatas de 80 cm a 1.0 metro de profundidad y así tomar las muestras necesarias para determinar sus propiedades, características y mecánicas en laboratorio, se realizó el ensayo de densidad in situ a una profundidad de 0.80 m y 1.0 m. los resultados fueron: (OL), (GM).

En la tabla N° 1 se observa los resultados del expediente técnico de Av. 10 de Julio – Huamachuco – la Libertad.

**Tabla N° 1** Resultados promedios C/2, 3, 4, 5 y 6

Densidad máxima teórica	2.03 gr/cc.
Densidad suelo natural	86%
Humedad natural.	10.90%
Granulometría.	Arena limosa y grava limosa
Clasificación unificada SUCS	ML y GM
CBR Arena Limosa	14%
CBR Grava Limosas	46%

**Fuente:** Exp. técnico AV. 10 de Julio.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Pavimento rígido

El pavimento rígido fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyado sobre la sub-rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub-base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia.

Un pavimento, para cumplir adecuadamente sus funciones, debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes del intemperismo.
- Presentar una textura superficial adecuada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos.
- Ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas de drenaje.
- El ruido generado por el paso de los vehículos en la vía debe ser moderado tanto en el interior de los vehículos como en el exterior.
- Ser económico.

### 2.2.2 Elementos que integran un pavimento rígido

#### a. Subrasante.

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

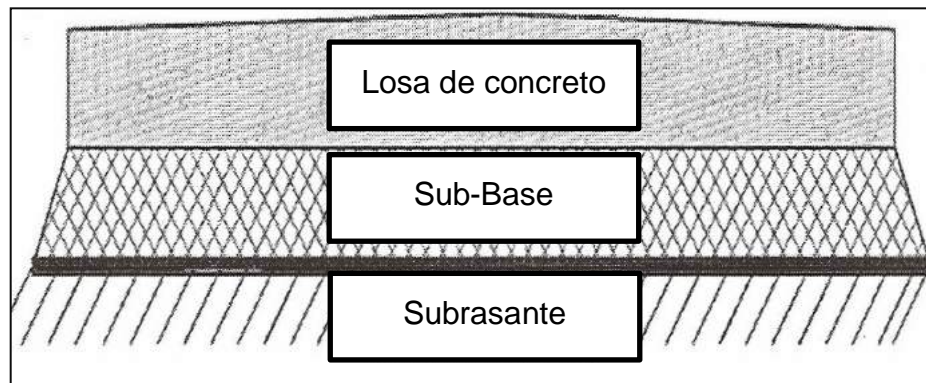
#### b. Subbase.

Se utiliza además como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Esta capa de material se coloca entre la sub rasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos.

#### c. Superficie de rodadura.

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante

en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento. Ver figura N° 2 la distribución de las capas.



*Figura N° 2. Distribución de capas de rodadura*

### 2.2.3 Funciones de las distintas capas de un pavimento rígido

a. **Subbase.** Es muy necesaria

Sus funciones son:

- Impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas y bordes de las losas.
- Servir como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.
- Facilitar los trabajos de pavimentación.
- Mejorar en parte la capacidad de soporte del suelo de la subrasante.
- Las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen.

- b. **Base.** Es la capa que se coloca debajo de las losas de concreto y arriba de la sub base. La base puede ser de materiales granulares tales como piedra o grava triturada, de arena y grava, de mezcla o estabilizaciones mecánicas de suelos y agregados, o bien suelo - cemento, e inclusive de productos bituminosos y agregados pétreos.

Las funciones de la base, en los pavimentos de concreto, en su orden de importancia son:

- Prevenir el bombeo.
- Ayudar a controlar los cambios de volumen (hinchamiento y encogimiento), en suelos susceptibles a sufrir este tipo de cambios.
- Proporcionar una superficie uniforme para el soporte de las losas.
- Aumentar la capacidad estructural del pavimento.
- Prevenir la dosificación que ocurre en las bases granulares bajo el tráfico.

- c. **Capa de Rodadura.** Es la capa superficial de concreto de cemento Portland, es decir, la losa en sí, cuyas funciones son:

- Proveer un valor soporte elevado, para que resista muy bien las cargas concentradas que provienen de ruedas pesadas, trabajando a flexión.
- Textura superficial poco resbaladiza, aun cuando se encuentre húmeda, salvo que está cubierta con lodo, aceite u otro material deslizante.

#### 2.2.4 Tipos de pavimentos rígidos

- a. **Concreto hidráulico simple.**

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño.

- b. **Concreto hidráulico reforzado.**

Tienen espaciamientos mayores entre juntas entre 6.10 Y 36.60 metros ó 20 a 120 pies y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.

- c. **Concreto hidráulico reforzado continuo.**

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso.

Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

### 2.2.5 **Aplicaciones del pavimento rígido.**

- Aeropistas.
- Vialidades urbanas.
- Zonas residenciales.

#### **Juntas.**

Las juntas en los pavimentos de concreto son necesarias para el control del agrietamiento, así como de mantener la capacidad estructural y la capacidad de servicio del pavimento.

Los efectos de retracción y de gradientes térmicos en las losas de concreto producen, inevitablemente (excepto en el pretensado), fisuramiento, que solo podemos controlar o dirigir, precisamente, por medio de líneas de roturas impuestas, llamadas "juntas". Se distinguen 4 tipos de Juntas:

- De Dilatación.
- De Construcción Longitudinal.
- De Retracción – Flexión.
- De Construcción Transversal.

**Sellante para las juntas:** Asegura la estanqueidad de las juntas, minimiza la infiltración de agua superficial y evita la penetración de partículas sólidas entre las caras de las juntas.

### 2.2.6 **Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos en áreas urbanas.**

En términos generales, un elemento estructural o una estructura, deja de prestar servicio porque:

- a. **Se rompe:** como consecuencia de la acción de las cargas por degradación del Medio
- b. **Sufre deformaciones:** incompatibles con la función del elemento por acción de cargas o por problemas internos de estabilidad.

La capacidad de un material depende de su:

- a. **Resistencia:** Capacidad de soportar las cargas en servicio.
- b. **Durabilidad:** Capacidad de soportar la acción del medio ambiente.
- c. **Aptitud en servicio:** Capacidad de experimentar deformaciones Compatibles con las condiciones de servicio.

### 2.2.7 Factores que influyen en la performance de los pavimentos.

- El Tráfico.
- Clima.
- Geometría del proyecto (diseño vial).
- Posición de la estructura.
- Construcción y mantenimiento.

#### a. Tráfico

- Carga bruta y presión de llanta.
- Propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento.
- Repetición de carga.
- Radio de influencia de carga.
- Velocidad.

#### b. Clima

- Precipitación pluvial
- Contracción y expansión.

#### c. Geometría del proyecto (diseño vial)

- Distribución del tráfico en el pavimento
- Posición de la estructura
- Secciones de corte y relleno.

#### d. Profundidad del nivel freático

- Depósitos ligeramente profundos.

#### e. Construcción y mantenimiento

- Deficiencia en la compactación del terreno de fundación y/o cimiento.
- Fallas en la instalación y mantenimiento de juntas.
- Inadecuada colocación de guías en los niveles (mandiles o reglas metálicas).
- Escarificado y eliminación de materiales superiores al especificado.
- Durabilidad del agregado (árido) partido (fracturado).

### 2.2.8 **Análisis de tráfico.**

El análisis de tráfico y la clasificación de vehículos, probablemente pasarán diariamente por el sistema vial proyectado, para lo cual La Portland Cement Association (PCA), sólo consideran los vehículos pesados, tales como camiones, autobuses, etc. en el cálculo de la estructura, con carga superior a 5 ton. Este tipo de vehículos, generalmente corresponden a 6 o más ruedas; los de peso inferior o vehículos ligeros, camionetas o tractores sin carga, provocan un efecto mínimo sobre el pavimento y no son considerados en los cálculos estructurales del pavimento de concreto hidráulico.

### 2.2.9 **Ventajas y desventajas del pavimento rígido.**

#### **Ventajas:**

- El pavimento rígido tiene mayor durabilidad que el pavimento flexible.
- Soporta mayor capacidad de carga.
- Alta capacidad a fenómenos climáticos.
- El concreto refleja la luz, lo que aumenta la visibilidad y puede disminuir los costos de iluminación en las calles hasta un 30%, en cantidad de luminarias y consumo de energía.
- Es fácil darles rugosidad a los pavimentos de concreto rígido durante su construcción, para generar una superficie que provea de mayor adherencia.
- La rigidez del concreto favorece que la superficie de rodadura se mantenga plana.
- A diferencia del asfalto, el concreto puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzca deformaciones o lavado de áridos.
- La superficie dura del concreto hace más fácil el rodado de los neumáticos.
- El concreto se endurece a medida que pasa el tiempo. Después del primer mes, el concreto continúa lentamente ganando 40% de resistencia durante su vida útil.
- El concreto tiene una vida promedio de 30 años.
- Los pavimentos de concreto frecuentemente sobrepasan la vida de diseño y las cargas de tráfico.
- Los pavimentos de concreto se pueden diseñar para que duren desde 20 hasta 50 años, dependiendo de las necesidades del sistema.
- La durabilidad del concreto disminuye la necesidad de reparación y/o mantenciones anuales, en comparación con pavimentos asfálticos.
- Los pavimentos de concreto se pueden construir y dar al tránsito en tiempos reducidos, incluso de hasta 12 horas.

#### **Desventajas:**

- Tiene un costo inicial mucho más elevado que el pavimento flexible.



## 2.2.10 Ensayos con diamantina para concreto en estructuras, ensayo destructivo.

### a. Perforación Diamantina.

Consiste en obtener barras compactas del pavimento rígido de forma cilíndrica, con una perforadora diamantina, dicha perforadora accionada por un motor, genera la energía de rotación y la presión de empuje vertical (hacia abajo) a la barra de perforación: esta barra es un tubo de acero diamantado altamente resistente a la abrasión que corta la roca y las estructuras mineralizadas, obteniendo un material de forma cilíndrica compacta similar a las barras (testigo).

La perforación diamantina utiliza un cabezal o broca diamantada, que rota en el extremo de las barras de perforación (o tubos) y la abertura en el extremo de la broca diamantada permite cortar un testigo sólido que se desplaza hacia arriba en la tubería de perforación y se recupera luego en la superficie.

El equipo básico de perforación diamantina se compone principalmente de una unidad de rotación, un bastidor, bomba de agua y lodos, paneles de comando y una unidad de fuerza (generador). El mecanismo es sencillo, el sistema electrohidráulico de rotación genera el torque apropiado que empuja con fuerza generando el avance de la perforación, mientras que el sistema de lubricación y refrigeración mantiene el flujo y la presión suficientes para refrigerar la corona y permitir la extracción de las muestras. El cabezal diamantado gira lentamente con suave presión mientras se lubrica con agua para evitar el sobrecalentamiento; la profundidad de perforación se estima manteniendo la cuenta del número de barras de perforación que se han insertado en la perforación y el testigo de perforación al ser extraído de la zona, primero se lava y se registra.

En la figura N° 3 se aprecia la forma en la que se extraen los testigos con diamantina.



**Figura N° 3.** Perforación y extracción de núcleos.

#### 2.2.11 El control y aseguramiento de la calidad en los pavimentos de concreto

Una de las primeras preocupaciones del instituto mexicano del cemento y del concreto (IMCYC) al intensificar la promoción de los pavimentos de concreto fue el adiestrara su propio personal y al de otras empresas y adquirir el equipo de laboratorio y de campo necesarios para proporcionar servicios de asesoría y de control de calidad en las obras de pavimentación con concreto. Así, en el caso de los pavimentos de concreto compactado con rodillos (CCR), que constituyen una excelente opción en carreteras secundarias, en estacionamientos, en patios de maniobras de contenedores, etc., y en todas aquellas aplicaciones sujetas a grandes cargas y a velocidades moderadas, se decidió que resulta indispensable el control de las obras por medio del densímetro nuclear. En efecto, en los pavimentos de concreto compactado con rodillos (CCR), al utilizar una mezcla de concreto muy seca, de revenimiento cero, que se extiende con el equipo usual de pavimentación y se compacta con rodillo vibratorio, la resistencia está determinada no sólo por la reacción química de hidratación del cemento, sino por la trabazón entre las partículas finas y gruesas del agregado que se logra mediante la compactación. En este caso resulta fundamental conocer durante la marcha del proceso el grado de densidad y de humedad que se va alcanzando, y decidir de inmediato si se requieren más pasadas de rodillo vibratorio o no.

El procedimiento tradicional de determinación de la densidad y la humedad no es aplicable, por ser demasiado lento en producir resultados, por lo que la decisión de aplicar más pasadas de rodillo no puede darse después de que se haya iniciado el fraguado inicial del concreto, porque entonces resultaría contraproducente, pues rompería la reacción de unión que se estuviera logrando y reacomodaría las partículas, tal vez para darles mayor trabazón, pero ya sin aglutinamiento químico.

En el instituto mexicano del cemento y del concreto (IMCYC) se adoptó el procedimiento de control mediante el densímetro nuclear, para lo cual, además de adquirir el equipo correspondiente, fue necesario enviar personal a capacitar en la comisión de seguridad nuclear y salvaguardas, y realizar adaptaciones en el edificio para almacenar sin riesgo el equipo nuclear. Además del control instantáneo de densidad y humedad que se va obteniendo con este equipo durante la ejecución de las obras (pavimento o presas) de concreto compactado con rodillos (CCR), se obtienen muestras de referencia o de calibración por los procedimientos tradicionales de laboratorio, así como cilindros y vigas para realizar las pruebas estándar, de determinación de resistencias a la compresión, a la tensión (prueba indirecta) y a la flexión, que son las especificadas usualmente por las dependencias gubernamentales.

En relación con los pavimentos de concreto elaborados con cimbra deslizante (slip-form) que son los que están siendo utilizados con gran éxito en la actualidad, y en los que se utilizan juntas aserradas y pasa juntas, tanto longitudinales como transversales, los principales organismos gubernamentales como la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y de Tránsito (AASHTO) y la FHA Administración Federal de Carreteras (FHA), especifican las resistencias mediante la prueba de flexión en vigas, la cual correlaciona, con la prueba de compresión en cilindros. Sin embargo, ambos tipos de pruebas producen resultados a 7, 14 o 28 días después de colocado el pavimento de concreto, y no dan una guía de la resistencia a edades tempranas, cuando se pueden tomar medidas preventivas o correctivas durante la ejecución de la obra, con el consiguiente ahorro por parte del constructor y del organismo supervisor.

Por este motivo, y con objeto de proponer algún tipo de prueba no destructiva, que pueda ser utilizada con fines de control inmediato, durante el proceso de construcción de pavimentos de concreto deslizado (slip-form), en la convención anual naturalmente, cualquiera de estas pruebas deberá ser cuidadosamente homologada y calibrada con las pruebas estándar mencionadas anteriormente, pero resultaran una herramienta fundamental en el aseguramiento de la calidad. A continuación, se describen las 7 pruebas consideradas. Se han ordenado subjetivamente en el orden de su menor a mayor utilidad y aplicabilidad a la determinación de resistencias de pavimentos de concreto a edades tempranas y la extrapolación de sus resultados a las resistencias finales.

- 1. Prueba de dureza superficial:** Esta es la conocida prueba del martillo de rebote desarrollado en 1948 por el ingeniero suizo Ernst Schmid. Se basa en utilizar el rebote del martillo que mide la dureza superficial, para estimar la resistencia a la compresión del elemento de concreto in-situ. En México se utiliza solamente como una guía para determinar zonas de posible debilidad en el concreto endurecido, lo

que generalmente se comprueba mediante la extracción de corazones en dicha zona. Es más bien una prueba de uniformidad y requiere de frecuente calibración. Su precisión para determinar resistencias a la compresión es del orden de 70% a 60%. Su principal ventaja es la rapidez y la economía de su aplicación en amplias áreas, pero únicamente para dar un indicio de la uniformidad. Ver ASTM C805.

2. **Prueba de resistencia a la penetración:** Esta también es muy conocida, es la prueba del “balazo”. es también una medición de dureza superficial. La pistola Windsor dispara un émbolo de acero de 1/4 de pulgada de diámetro contra la superficie del concreto mediante una carga calibrada de un cartucho de calibre 32, y se mide la longitud de la penetración del émbolo en el concreto. Como en el mecanismo de resistencia a la penetración intervienen la dureza superficial, el aplastamiento, el cono de fractura y la fricción en el émbolo, además de la dureza del agregado grueso, no existe una base analítica, sino exclusivamente una correlación empírica entre la penetración del émbolo y la resistencia a la compresión del concreto. Esta prueba, cubierta por la norma ASTM C803 es muy popular especialmente en la producción de elementos prefabricados para definir el momento adecuado para descimbrar.
3. **Prueba de extracción:** Skramtjen desarrolló una primera versión de esta prueba en 1938 en la URSS, pero en 1962 en Dinamarca Kierkegaard y Hansen la mejoraron y la llevaron a su definición actual. La prueba consiste en dejar embebido en el concreto fresco un disco metálico de 1 pulgada de diámetro y 1/8 de pulgada de espesor, a 1 pulgada de profundidad. El disco lleva un vástago atornillable por el cual se aplica una fuerza de extracción por medio de un gato hueco que se apoya en la superficie de concreto a través de un anillo de 4 pulgadas de diámetro. Al extender el disco, se desprende un fragmento cónico de concreto. Kierkegaard y Hansen definieron así una correlación lineal entre la fuerza de extracción y la resistencia a la compresión del concreto. La prueba se usó ampliamente en la industria de la prefabricación para determinar la remoción de cimbras, la aplicación del postensado o la aplicabilidad de cargas en la estructura. Sin embargo, deberá calibrarse para cada tipo de cemento y agregado que se vaya a utilizar. La ASTM especifica un número de 5 pruebas de extracción por cada 120 tn<sup>3</sup> de concreto o por cada 500 m<sup>2</sup> de superficie de la cara a la que se vaya a aplicar. Esto la hará prohibitiva como prueba sistemática de control en los pavimentos de concreto.

- 4. Prueba de rotura tangencial:** Consiste en determinar la resistencia a la flexión en un plano paralelo y muy próximo a la superficie del concreto. Para ello se dejan en el concreto fresco cilindros huecos de plástico de 55 mm de diámetro y 70 mm de profundidad, rodeados en el borde superior por un anillo de plástico de 15 mm de grueso. Una vez fraguado el concreto se extiende el anillo y el cilindro y para probarlo se aplica una fuerza horizontal mediante un gato en forma de aro seccionado. La fuerza requerida para romper el núcleo es una medida de la resistencia a la flexión del concreto. El método se desarrolló en Noruega de 1976 a 1980, pero en 1987 en la Universidad de Wisconsin, Tarum Naik llevo a cabo una amplia serie de estudios y demostró una correlación aceptable entre la presión del gato y la resistencia del concreto, mediante una serie de curvas desarrolladas por el fabricante del equipo. La prueba resultaría muy laboriosa y difícil de aplicar en pavimentos.
- 5. Prueba ultrasónica de velocidad** Esta prueba ha sido perfectamente descrita en ASTM (2597) y se ha utilizado con éxito durante más de 50 años para evaluar la calidad del concreto. Permite determinar el módulo de elasticidad dinámico y la relación de Poisson del concreto, así como el espesor de las losas y la resistencia a la compresión. También es útil para detectar cambios estructurados en el concreto, así como deterioro químico y fracturación interna del concreto. Por ser un método realmente no destructivo, la prueba puede repetirse exactamente en el mismo lugar y las mismas circunstancias para detectar cambios inducidos por el tiempo. Para realizar las pruebas se requiere un aparato generador y transmisor de impulsos, un equipo receptor y medidor de tiempo, así como transductores para transmisión y recepción. Como la velocidad de propagación de las ondas de presión (ondas P) en el concreto es de unos 3,700 m/seg y la frecuencia de los transductores de 54,000 cps, la longitud de la onda generada será de 68 mm. Por lo tanto se recomienda usar un transductor emisor y un mínimo de 6 receptores ubicados a distancias iguales en una red de 1 m x 1 m, para determinar la uniformidad en losas grandes. Esto permite también determinar los espesores de las distintas capas si la losa se colocó en distintas etapas.
- 5. Prueba ultrasónica de velocidad:** Esta prueba ha sido perfectamente descrita en ASTM (2597) y se ha utilizado con éxito durante más de 50 años para evaluar la calidad del concreto. Permite determinar el módulo de elasticidad dinámico y la relación de Poisson del concreto, así como el espesor de las losas y la resistencia a la compresión. También es útil para detectar cambios estructurados en el concreto, así como deterioro químico y fracturación interna del concreto. Por ser un método realmente no destructivo, la prueba puede repetirse exactamente en el

mismo lugar y las mismas circunstancias para detectar cambios inducidos por el tiempo. Para realizar las pruebas se requiere un aparato generador y transmisor de impulsos, un equipo receptor y medidor de tiempo, así como transductores para transmisión y recepción. Como la velocidad de propagación de las ondas de presión (ondas P) en el concreto es de unos 3,700 m/seg y la frecuencia de los transductores de 54,000 cps, la longitud de la onda generada será de 68 mm. Por 10 tanto se recomienda usar un transductor emisor y un mínimo de 6 receptores ubicados a distancias iguales en una red de 1 m x 1 m, para determinar la uniformidad en losas grandes. Esto permite también determinar los espesores de las distintas capas si la losa se colocó en distintas etapas.

6. **Prueba del eco de un impacto:** Desde 1980 el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos (NIST) y la Universidad de Colorado han estado tratando de perfeccionar un método para determinar fallas o irregularidades en estructuras masivas de concreto en forma no destructiva. Como los impulsos de alta frecuencia no pueden penetrar profundamente en el concreto, es necesario generar el pulso por medios mecánicos, es decir, mediante un impacto que genere impulsos de baja frecuencia. Desde los años 70's se aplicó esta para determinar fallas o roturas en pilas o pilotes de concreto, golpeándolos en el extremo superior y midiendo el tiempo de viaje del eco correspondiente dentro del pilote. En el caso de losas de gran espesor como la del aeropuerto o en losas de concreto sobre capas de asfalto ("white-topping"), mediante una fuente de impacto mecánico, un transductor de recepción colocado muy cerca, y un analizador de ondas o un osciloscopio dotado de procesador digital, es muy fácil y muy rápido analizar el espesor y la calidad de la capa de concreto del pavimento. Y esto puede repetirse con mucha facilidad a 10 largo y a 10 ancho de toda la carretera. El método también permite determinar la posible existencia y la profundidad de la corrosión en las capas de acero de refuerzo provocadas por la cloración de los concretos en el medio marino o en atmósferas agresivas.
7. **Prueba de madurez:** Es una técnica útil para determinar la resistencia del concreto a edades tempranas (menos de 14 días) y proyectar con certeza su resistencia final. La madurez es una función del producto del tiempo de curado por la temperatura interna del concreto. Aunque el concepto de madurez ha tenido poca aceptación en el campo de las aplicaciones, en puentes y pavimentos, en la opinión del autor, especialmente porque el costo del alambre de termopares tipo T ha bajado notablemente, esta técnica promete llegar a ser tan utilizada como la del

densímetro nuclear en los pavimentos de concreto compactado con rodillos CCR. El concepto de madurez fue introducido por Saul en 1951.

- 8. Calidad aseguramiento de calidad:** Puede suponerse que el control de calidad en el concreto es una parte de la gestión de la calidad, orientada al cumplimiento de sus requisitos de calidad, que no son más que aquellos que les permiten a los especialistas velar porque éste cumpla con las propiedades tanto en estado fresco como endurecido. En esencia, el control de calidad tiene que ser el mismo tanto para el concreto producido en plantas (con un mayor o menor nivel de sofisticación y con independencia administrativa o no entre el productor y el usuario), como para el producido a pie de obra (por el propio usuario y en condiciones más o menos artesanales). En todo caso, debe primar el principio de que el concreto en la estructura tiene que cumplir con el desempeño para el cual ha sido diseñado, independientemente de dónde y cómo sea producido; si es o no transportado a distancia o en la obra, e independientemente del medio con que sea colocado y compactado.

Comprobar si el material cumple o no con las especificaciones de calidad establecidas en los códigos y/o establecidas en el proyecto, es el propósito fundamental del control de calidad de las materias primas, siempre antes de proceder a su empleo en la preparación de la mezcla de concreto. Por su parte, el control del diseño de la mezcla es un elemento esencial pues la correcta dosificación tiene un peso importante en el desempeño futuro de la estructura. En la actualidad, los métodos de diseño adoptado por los diferentes códigos por todo el mundo incluyen no sólo los criterios de resistencia mecánica; sino también los de durabilidad. En el control de la mezcla de concreto fresco se presentan varios ensayos que son importantes como los de: consistencia, masa volumétrica, contenido de aire, y tiempos de fraguado inicial y final.

### 2.3 Hipótesis

A medida que disminuye el valor de las propiedades físicas como: densidad absorción y permeabilidad; propiedades químicas como: conductividad, salinidad, sólidos totales suspendidos y propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión; disminuye la calidad del pavimento rígido en la Av. 10 de julio.



## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.0. Variables:

**Variable Independiente:** Pavimento rígido, ubicación de:

A. Progresiva (P) de concreto cada 37 metros: del pavimento rígido.

a1	Progresiva	1	a	1	metro.
a2	Progresiva	2	a	37	metros.
a3	Progresiva	3	a	74	metros.
a4	Progresiva	4	a	111	metros.
a5	Progresiva	5	a	148	metros.
a6	Progresiva	6	a	185	metros.
a7	Progresiva	7	a	222	metros.
a8	Progresiva	8	a	259	metros.
a9	Progresiva	9	a	296	metros.
a10	Progresiva	10	a	333	metros.
a11	Progresiva	11	a	370	metros.

**Variable Dependiente:** son propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas

B. Físicas		C. Químicas		D. Mecánicas	
<b>b1</b>	Absorción (%).	<b>C1</b>	PH	<b>d1</b>	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ).
<b>b2</b>	Densidad (g/cm <sup>3</sup> ).	<b>C2</b>	Salinidad (%).		
<b>b3</b>	Porosidad (%).	<b>C3</b>	Conductividad (μs/cm).		
<b>b4</b>	Permeabilidad (cm/seg).	<b>C4</b>	Total solidos disueltos (mg/l).		
<b>b5</b>	Capilaridad. (mm).	<b>C5</b>	Iones sulfatos (ppm).		

Adicionalmente, se hizo una inspección visual:

E. Calidad visual:

<b>e1</b>	Grieta de esquina.	<b>e7</b>	Asentamiento.
<b>e2</b>	Grietas longitudinales.	<b>e8</b>	Desplazamiento.
<b>e3</b>	Grietas transversales.	<b>e9</b>	Daño de junta.
<b>e4</b>	Grietas diagonales.	<b>e10</b>	Parche grande.
<b>e5</b>	Grietas en bloque.	<b>e11</b>	Parche pequeño.
<b>e6</b>	Baches.	<b>e12</b>	Losa dividida.



### 3.1. Operacionalización de variables

#### 3.1.1. Independiente: Progresivas de pavimento rígido

**Tabla N° 2.** Operacionalización de variable independiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Pavimento Rígido	Superficie de concreto para tránsito vehicular	Características	Resistencia a la acción de cargas.
			Sistema de drenaje.
			Resistencia agente intemperismo.
		Criterios de Pavimento	Sistema de drenaje.
			Pendiente.

**3.1.2. Dependiente:** son Visuales (B), Propiedades Físicas (C), Propiedades Químicas (D) y Mecánicas (E).

**Tabla N° 3.** Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Visuales.	Permiten observar y diferencial el tipo de falla.	Físicas	Tamaño Forma Orientación Daño de la falla
Compresión	Capacidad de soportar cargas.	Mecánicas	Resistencia a 210 kg/cm <sup>2</sup>
		Físicas	Durabilidad (Tiempo que está siendo retirada de la zona).
Absorción	Cantidad de absorber agua	Físicas	Según la granulometría del concreto
Densidad	Peso por unidad de volumen		Cantidad de agua y aire
Porosidad	Volumen de vacíos		Capilaridad del concreto
Permeabilidad	Propiedad de transmitir el agua y aire		Tamaño del agregado.
Ph	Mide la acidez o alcalinidad	Químicas	Sustancia Ph
Conductividad	Capacidad del material		Porcentaje sustancia
Total sólidos disueltos	Suma de minerales		Efectividad
Iones sulfatos	Cantidad de sales del ácido sulfúrico		Volumetría (ppm)
Alcalinidad	Capacidad de neutralizar ácidos		Color

### 3.2. Diseño de investigación

El estudio a realizar es del tipo descriptivo, analítico, y de corte transversal.

- Descriptivo porque describe la realidad, sin alterarla.
- Analítico porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.
- Corte transversal porque se está analizando en un periodo exclusivo.

### 3.3. Unidad de estudio

Concreto estructurado de la Av. 10 de Julio, Huamachuco

### 3.4. Población

Pavimento rígido in situ de la Av. 10 de Julio, Huamachuco – La Libertad.

### 3.5. Muestra

- 10 muestras cilíndricas de la superficie de rodadura de 4"pulgadas de largo x 2" pulgadas de diámetro de la Av. 10 de Julio, Huamachuco – La Libertad.
- 11 muestras de fragmentos.

### 3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

En cada proceso se está empleando formatos para recolectar los datos, bajo normas ASTM C-642, para la absorción, densidad y porosidad; ASTM C-1202 para la permeabilidad; ASTM C-1585, para la capilaridad; ASTM C-39, para la resistencia a la compresión y NTP 339.152 para los análisis químicos.

### 3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

#### a. Inspección visual:

Esta es una herramienta poderosa en las rehabilitaciones de pavimentos y forma parte esencial de toda la investigación.

#### b. Ensayos de laboratorio:

Se procederá a determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, con la finalidad de definir sus características internas.

- Absorción del concreto.
- Densidad del concreto.
- Porosidad del concreto.
- Permeabilidad del concreto.
- Ensayo de capilaridad.
- Ensayo destructivo: Obtención de muestra por diamantina (resistencia del concreto).

**c. Análisis de laboratorio:**

Se realizaron los siguientes análisis:

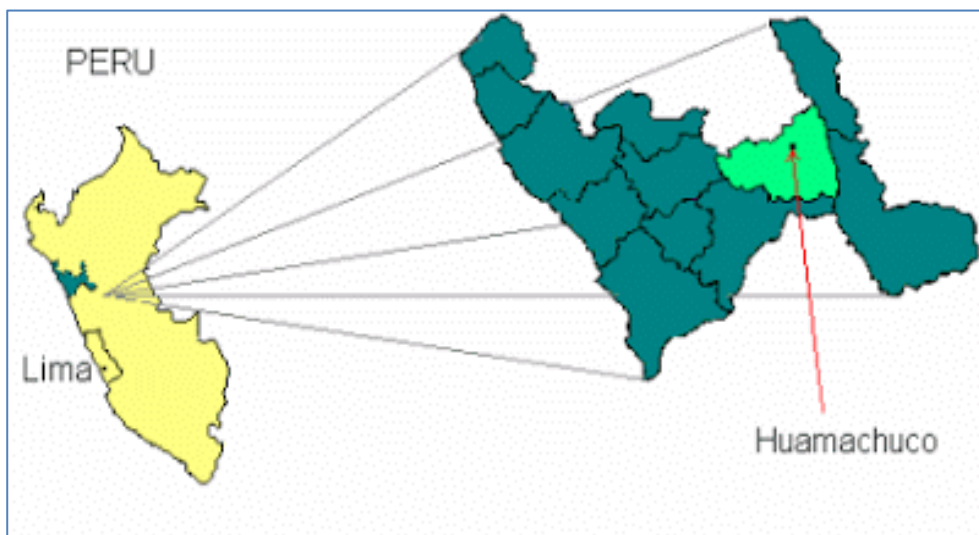
- Análisis de PH.
- Análisis de salinidad.
- Análisis de conductividad.
- Análisis total de sólidos disueltos.
- Análisis de iones sulfato.
- Análisis alcalinidad.

**1. Procedimientos:**

**1.1. Aspectos geográficos de la zona de estudio.**

**Ubicación Política:**

Distrito: Huamachuco  
Provincia: Sánchez Carrión  
Departamento: La Libertad



**Figura N° 4.** Ubicación geográfica.

Huamachuco es una ciudad localizada al norte del Perú, capital de la Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad, se encuentra a 3.169 msnm. En la vertiente oriental de la cordillera occidental de los Andes, en un valle interandino, a tan solo 184 km de Trujillo. Huamachuco capital de la provincia de Sánchez Carrión, lo que equivale a 4 horas de viaje

por carretera. Tiene una población de 52,500 habitantes aproximadamente y con una superficie de 424.13 km<sup>2</sup>.

La Avenida 10 de Julio, es la paralela al Jr. Sánchez Carrión y al Jr. Ramón Castilla, teniendo como referencia a la agencia agraria Sánchez Carrión y el paradero Sausacocha y Curgos. JNE. Autoridades regionales y municipales (2017)

### 1.2. Condiciones climáticas de la zona de estudio.

El clima de Huamachuco es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La temperatura media anual en Huamachuco se encuentra a 11.4 °C. Y las precipitaciones son alrededor de 852 mm. JNE. Autoridades regionales y municipales (2017)

### 1.3. Descripción de la Metodología de cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI).

El índice de condición de pavimento (PCI) es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. El índice de condición de pavimento (PCI) varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representan los rangos del índice de condición de pavimento (PCI) con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

**Tabla N° 4.** Rango de calificación del Índice de Condición de Pavimento (ASTM D6433-07).

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

**Fuente:** ASTM D6433-07

#### 1.3.1. Procedimiento de evaluación visual de la condición del pavimento rígido.

Comprende lo siguiente:

- Una etapa de trabajo de campo en la cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos.
- Una segunda fase que será el cálculo.

Para la evaluación de pavimentos. La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento, entre las que tenemos: asentamientos, baches, grietas, entre otros, cada uno de ellos se describe en el manual de daños de la evaluación de la condición de pavimentos.

### **Calidad de tránsito (Ride Quality)**

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (calidad del viaje), para determinar el nivel de severidad de daños, tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea.

A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

**L: (Low: Bajo):** Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad.

**M: (Medium: Medio):** Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

**H: (High: Alto):** Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas, que debe reducirse la velocidad de forma considerable, en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar, a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención, deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento, es la extensión, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de hormigón, la

calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas; de acuerdo al tipo pavimento en el cual se realiza la evaluación, se llena el formato adecuado, en el que se registran los datos de campo.

La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje, ósea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

### 1.3.2. División del pavimento en unidades de muestra.

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento, de sección elegida solamente para la inspección del pavimento.

En pavimentos de concreto, con losas de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m. el área de la unidad de muestreo, debe estar en el de  $20 \pm 8$  losas. Se debe tener similares patrones. También se toma como base el ancho de la calzada.

### 1.3.3. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación visual.

Es la evaluación del índice de condición presente (PCI) para pavimentos de acuerdo al tamaño de la muestra y con el fin de optimizar el método, en la cual se deberán inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible el número mínimo de muestreos que deben evaluarse, se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual se produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2} \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- **n** : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- **N**: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- **e**: Error admisible en la estimativa del índice de condición del pavimento (PCI) de la sección ( $e = \pm 5\%$ )
- **$\sigma$** : Desviación estándar del índice de condición del pavimento (PCI) entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del índice de condición del pavimento (PCI) de 15 para pavimentos de concreto, estos valores están basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente, el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial.

En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa, en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ( $n < 5$ ), se recomienda evaluar todas las unidades.

#### 1.3.4. Selección de las unidades de muestreo para inspección visual.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento rígido y que la primera de ellas se elija al azar. Esta técnica se la conoce como sistema aleatorio descrito en los siguientes tres pasos:

- a. El intervalo de muestreo ( $i$ ), es determinado por:

$$i = \frac{N}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

- **N:** Número total de unidades de muestreo disponible.
- **n:** Número mínimo de unidades para evaluar.
- **i:** Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo: 3.50 se redondea a 3.00).

- b. El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo  $i$ . Por ejemplo, si  $i = 3$ , la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.

- c. Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como "s", "s + i", "s + 2 i", etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.



### **Selección de unidades de muestreo visuales adicionales.**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, cruce de línea férrea) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una unidad adicional en lugar de una unidad representativa o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

#### **1.3.5. Levantamiento visual de daños en el pavimento rígido.**

El procedimiento de inspección para pavimentos de concreto, se realiza llenando los espacios en blanco en los formatos correspondientes. A continuación, se muestra en la tabla n° 5, el formato para levantar la información en pavimentos de concreto.

Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual, para obtener un valor del índice de condición de pavimento (PCI) confiable, según norma, la evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

**Tabla N° 5** Formato para realizar el Índice de Condición del Pavimento

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							
PCI – 02 CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDADES DE MUESTREO							
Nombre de la avenida.		Sección		Unidad de muestreo			
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>			
Inspeccionado por:		Área		Número de losas.			
<input type="text"/>		<input type="text"/> m <sup>2</sup>		<input type="text"/>			
<input type="text"/>				Fecha			
<input type="text"/>				<input type="text"/>			
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño		
1	Grieta de esquina.	6	Baches	11	Parche pequeño		
2	Grietas longitudinales	7	Asentamiento.	12	Losa dividida		
3	Grieta transversales	8	Desplazamiento.				
4	Grieta diagonales	9	Daño de junta.				
5	Grietas en bloque	10	Parche grande.				
Severidad:		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)			
Daño	Cantidad				Total	Densidad (%)	Valor deducido

**Hoja de datos de campo:** Documento donde se registrará toda la información obtenida durante la inspección visual: fecha, ubicación, tramo, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de severidad y cantidades. Se requiere de regla o cinta métrica, para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento en estudio.

#### 1.3.5.1. Inspección Visual.

Esta técnica es una herramienta poderosa en las rehabilitaciones de pavimentos y forma parte esencial de toda investigación. La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas:

##### a. Inspección Visual Inicial:

Consistirá en una inspección general del proyecto y definir los límites de secciones homogéneas, en las que se tengan tipos y niveles similares de deterioro.

##### b. Inspección Visual Detallada:

Consistirá en inspeccionar la vía caminando sobre ella, tomando todas las medidas de seguridad necesarias; el trabajo es realizado sobre secciones

homogéneas o sobre los tramos parcializados y se toman nota detalladas de las fallas encontradas en la superficie, y se anotan observaciones.

Verificar el cumplimiento de los requisitos de los materiales de los pavimentos de concreto hidráulico, según la Norma Técnica CE.010 de pavimentos urbanos.

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el manual de daños, y se registra la información en el formato correspondiente.

Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u hoja de información de exploración de la condición para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón, se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

Entre las características del método de evaluación del índice de condición de pavimento (PCI) tenemos:

- Es fácil de emplear.
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena repetividad y confiabilidad estadística de los resultados.
- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

Los pasos requeridos para la evaluación de cada tramo o sección de vía están orientados a:

- Recorrer la vía.
- Seleccionar dentro del tramo, un sub-tramo que represente la condición promedio del pavimento en todo el tramo.
- Determinar el valor del índice de condición de pavimento (PCI) en una sección del sub-tramo, para lo cual es importante que la sección escogida sea lo más representativa posible de la condición promedio del pavimento en todo el tramo y el grado de deterioro de un pavimento, estará dado en función del tipo de falla, su severidad (ancho de grieta, etc.) y cantidad.

### **1.3.5.2. Cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI) de las Unidades de Muestreo.**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el índice de condición de pavimento (PCI).

El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los valores deducidos de cada daño, de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas, con losas de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m., el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de  $20 \pm 8$  losas, se debe tener un patrón para asegurar la exactitud en el cálculo del índice de condición de pavimento (PCI).

Se evaluaron 5 cuadras de Av. 10 de Julio – Huamachuco – La Libertad, disponiendo un total de 100 losas. Según lo descrito en el diseño metodológico, una unidad de muestra debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas, para esta investigación se consideró 20 losas para una unidad de muestra; para ello se tuvo en cuenta 5 unidades de muestreo.

Se identificaron las unidades de muestreo a evaluar: P1; P2; P3; P4 y P5; pertenecen a la cuadra 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente. Posteriormente se realizó la evaluación registrando cada una de las fallas encontradas, cuantificando y determinando su nivel de severidad; este método se aplicó para las 5 unidades de muestreo.

Para el cálculo de pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento Portland, se describe a continuación en 5 etapas:

#### **Etapas 1.**

##### **Cálculo de los Valores Deducidos.**

- Contabilice el número de losas en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato índice de condición de pavimento (PCI)
- Divida el número de losas contabilizado en (a). entre el número de losas de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%); esta es la densidad por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

- Determine los valores deducidos para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de valor deducido de daño apropiada.

## **Etapas 2.**

### **Cálculo del Número Admisible Máximo de Deducidos "m".**

- Si ninguno o tan sólo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se usa el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido (CDV), obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos b. y c.
- Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- Determine el número máximo admisible de valores deducidos ( $m_i$ ) utilizando la siguiente ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i) \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

- **$m_i$** : Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .
- **HDV $_i$** : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .
- El número de valores individuales deducidos se reduce a "m", inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que "m" se utilizan todos los que se tengan.

## **Etapas 3.**

### **Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido", CDV.**

El máximo valor deducido corregido (CDV) se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determine el número de valores deducidos, mayores que 2.0.
- Determine el valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales.
- Determine el valor deducido corregido (CDV)
- Reduzca a 2.0 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas hasta que "q" sea igual a 1.
- El máximo valor deducido corregido (CDV) es el mayor de los valores deducido corregido (CDV) obtenidos en este proceso.

#### **Etapa 4.**

##### **Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI).**

Se calcula restando de 100 el máximo valor deducido corregido (CDV).

$$\text{PCI} = 100 - \text{máx. CDV.} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

- **PCI:** Índice de condición presente.
- **Máx. CDV:** Máximo valor corregido deducido.

#### **Etapa 5.**

##### **Buscar en el rango de calificación del Índice de Condición del Pavimento (PCI).**

Se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del "máximo valor deducido corregido" (CDV).

#### **1.3.5.3. Manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento Pórtland.**

##### **a. Asentamientos**

Desviación longitudinal de las superficies del pavimento, con relación a su perfil original. Se le considerará, cuando la deformación es mayor de 25 mm y compromete una longitud mayor de un paño.

##### **Posibles causas:**

- Mala compactación y/o falta de soporte de la sub-rasante
- Asentamiento diferencial de la sub-rasante.
- Cambio volumétrico de la sub-rasante, por modificación de su estado de humedad.
- Repetición de cargas pesadas.

##### **Niveles de Severidad:**

- L: Profundidad menor a 20 mm, no genera molestia al conductor.
- M: Profundidad entre 20 mm – 40 mm, genera poca molestia al conductor.
- H: Profundidad mayor a 40 mm, causa reducción de velocidad.

##### **Medición:**

En metros cuadrados, reportando la longitud y ancho de la zona.

**Tabla N° 6** Severidad de asentamiento.

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT

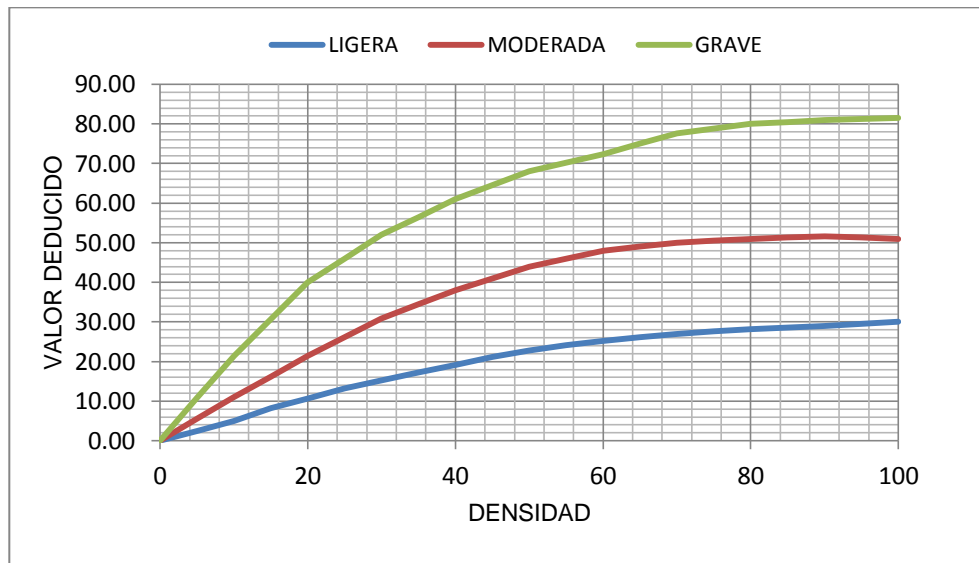
**Opciones de reparación:**

- L: No se hace nada.
- M: Parcheo profundo o parcial.
- H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa.

**Tabla N° 7** Valores deducidos para asentamientos

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	2,50	5,50	10,75
10,00	5,00	11,00	21,50
15,00	8,20	16,25	30,75
20,00	10,60	21,50	40,00
25,00	13,20	26,20	46,00
30,00	15,20	30,90	52,00
35,00	17,20	34,45	56,50
40,00	19,20	38,00	61,00
45,00	21,20	41,00	64,50
50,00	22,80	44,00	68,00
55,00	24,10	46,00	70,20
60,00	25,20	48,00	72,40
65,00	26,10	49,00	75,00
70,00	27,00	50,00	77,60
75,00	27,60	50,50	78,80
80,00	28,20	51,00	80,00
85,00	28,60	51,30	80,50
90,00	29,00	51,60	81,00
95,00	29,50	51,30	81,25
100,00	30,00	51,00	81,50

Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos



**Figura N° 5** Curva de los valores deducidos – asentamientos

*Fuente: Manual de daños pavimentos rígidos*

#### **b. Baches**

Desintegración de la losa y remoción de cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que pueden llegar a dejar expuesto el material de apoyo de las losas, para que la falla pueda considerarse como bache, debe tener un área y profundidad mínima tal, que su presencia afecte el normal desplazamiento de vehículos pequeños.

#### **Posibles causas:**

- Deficiente control de calidad de los materiales.
- Técnica inadecuada en la construcción del pavimento.
- Mala ejecución de la reparación de roturas del pavimento ocasionadas por servicios públicos.

#### **Niveles de severidad:**

- L: Profundidad de afectación mayor a 5 cm, con material de apoyo de losa expuesto.
- M: Profundidad entre 5 cm – 10 cm.
- H: Hoyos de más de 15 cm de ancho y 10 cm de profundidad.

#### **Medición:**

En metros cuadrados, reportando la longitud y ancho de la zona.



**Tabla N° 8** Severidad de bache.

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

*Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT*

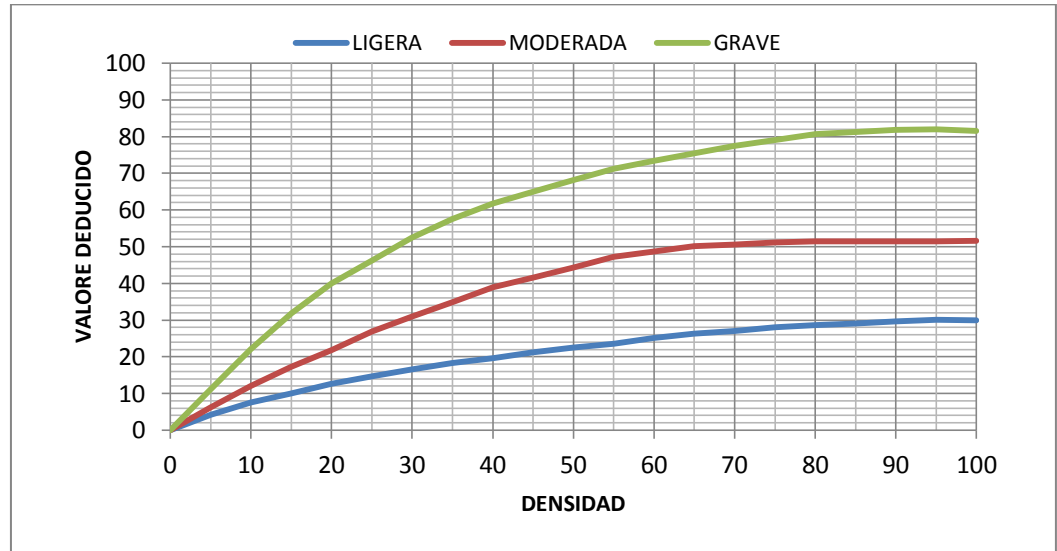
### Opciones de reparación

- L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
- M: Parcheo parcial o profundo.
- H: Parcheo profundo.

**Tabla N° 9.** Valores deducidos para baches

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
5,00	4,20	6,20	11,20
10,00	7,50	12,10	22,10
15,00	10,00	17,30	31,80
20,00	12,60	21,80	40,00
25,00	14,70	26,90	46,20
30,00	16,60	30,90	52,50
35,00	18,30	34,90	57,50
40,00	19,60	38,90	61,80
45,00	21,20	41,60	65,00
50,00	22,50	44,30	68,10
55,00	23,50	47,20	71,20
60,00	25,10	48,70	73,40
65,00	26,30	50,10	75,40
70,00	27,10	50,60	77,40
75,00	28,00	51,20	79,00
80,00	28,70	51,40	80,60
85,00	29,00	51,45	81,20
90,00	29,60	51,45	81,80
95,00	30,02	51,45	81,96
100,00	30,00	51,60	81,60

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*



**Figura N° 6.** Curva de los valores deducidos para baches

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*

### c. Superficie pulimentada

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito, cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas y cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. Además, el pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto, este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento.

#### Posibles causas:

- Tránsito que produce el desgaste superficial de los agregados.
- La rugosidad sobre la superficie es muy reducida y se presenta una superficie suave al tacto.
- Repetición de cargas de tránsito
- Concreto mal dosificado o de mala calidad.
- Mala terminación superficial del concreto.

#### Niveles de severidad:

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo, antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

**Medición:**

En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra

**Tabla N° 10** Severidad Superficie pulimentada.

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

*Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT*

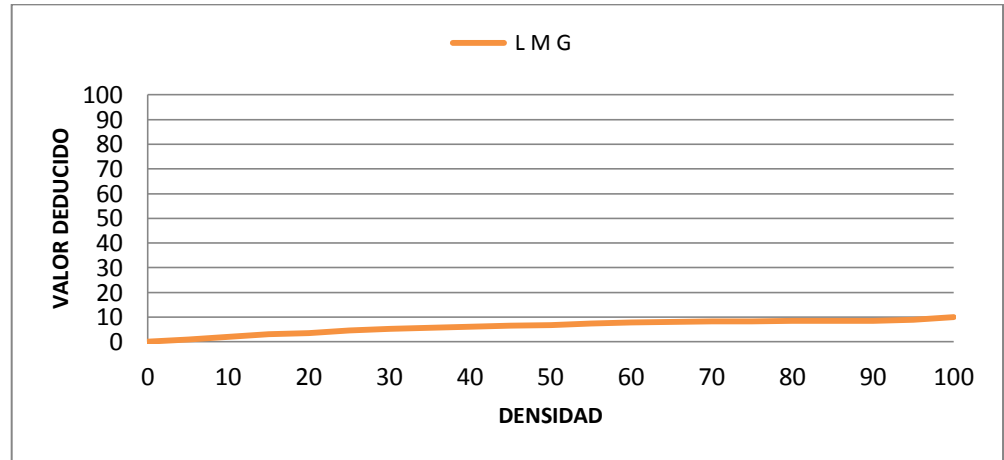
**Opciones de reparación**

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.

**Tabla N° 11** Valores deducidos - superficie pulimentada

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
0,00		0,00	
5,00		1,00	
10,00		2,00	
15,00		3,00	
20,00		3,60	
25,00		4,60	
30,00		5,20	
35,00		5,60	
40,00		6,10	
45,00		6,50	
50,00		6,80	
55,00		7,40	
60,00		7,80	
65,00		8,10	
70,00		8,20	
75,00		8,30	
80,00		8,40	
85,00		8,60	
90,00		8,60	
95,00		8,90	
100,00		10,00	

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*



**Figura N° 7** Curva de los valores deducidos - superficie pulimentada

**Fuente:** Manual - pavimentos rígidos

#### d. Grietas longitudinales

Son aquellas que siguen un curso aproximadamente paralelo a la línea central del pavimento.

#### Posibles causas:

Son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito, comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes.

#### Niveles de severidad:

- L: Grietas con ancho menor que 10 mm.
- M: Grietas con ancho de 10 mm. a 25mm.
- G: Grietas con ancho mayor que 25 mm.

#### Medición:

En metros lineales.

**Tabla N° 12** Severidad Grietas longitudinales

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

**Fuente:** Manual de tecnología de cemento y concreto UNT

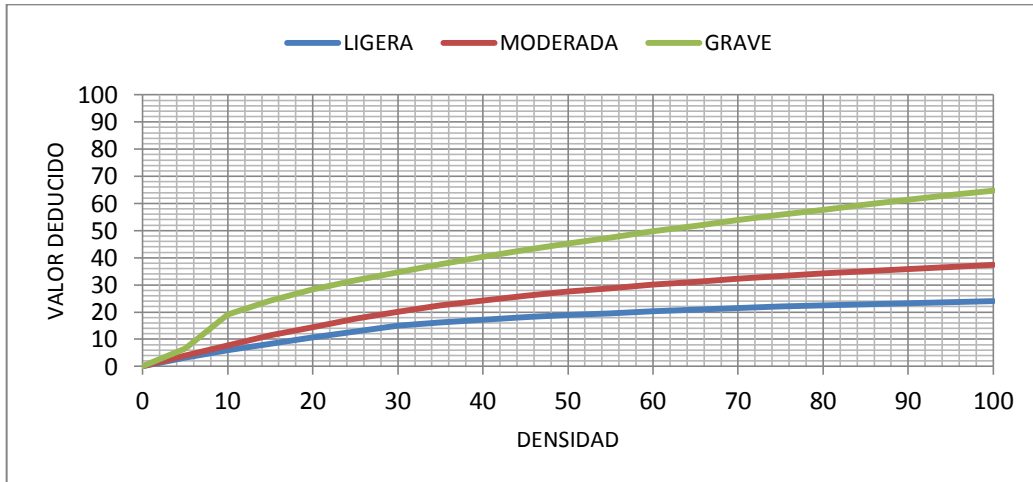
### Opciones de reparación

- L: No se hace nada.
- M: Sellado de grietas.
- H: Sellado de grietas, parcheo profundo ó reemplazo de la losa.

**Tabla 13.** Valores deducidos para grietas longitudinales

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
5,00	3,20	4,00	6,60
10,00	5,90	7,80	19,20
15,00	8,30	11,50	24,20
20,00	10,60	14,40	28,30
25,00	12,80	17,60	31,60
30,00	14,90	20,20	34,70
35,00	16,20	22,40	37,60
40,00	17,20	24,30	40,30
45,00	18,10	26,00	42,80
50,00	18,90	27,50	45,20
55,00	19,60	28,80	47,50
60,00	20,30	30,10	49,70
65,00	20,90	31,20	51,80
70,00	21,40	32,30	53,90
75,00	22,00	33,30	55,80
80,00	22,40	34,20	57,70
85,00	22,90	35,10	59,60
90,00	23,30	35,90	61,40
95,00	23,70	36,70	63,10
100,00	24,10	37,40	64,80

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*



**Figura N° 8** Curva de valores deducidos para grietas longitudinales

**Fuente:** Manual daños pavimentos rígidos

#### e. Grietas transversales

Son grietas perpendiculares al eje de la vía.

##### Posibles causas:

Son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito, pueden deberse a largos de paño excesivos (omisión o mala ejecución de las juntas transversales). Pero normalmente están asociadas con el espaciamiento entre juntas, en cuyo caso se desarrollan en la parte media de la losa. Niveles de severidad, medición, opciones de reparación: ver grietas longitudinales. Tabla de valores deducidos y curva de los valores para grietas transversales: ver Tabla N° 13 y Figura N° 8.

#### f. Grietas Diagonales

Son aquellas que siguen un curso aproximadamente diagonal a la línea central de la vía, pueden deberse a falta de soporte de la sub-rasante o calidades diferentes de sub-rasantes.

##### Causas posibles

- Asentamiento de la base o de la sub-rasante.
- Losas de longitud excesiva.
- Junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
- Alabeo por gradiente térmico.
- Problemas de drenaje.
- Cargas excesivas.

Niveles de severidad, medición, opciones de reparación: ver grietas longitudinales. Tabla de valores deducidos y curva de los valores para grietas transversales: ver Tabla N° 13 y Figura N° 8.

**g. Grietas en esquina**

Es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, está grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

**Posibles causas**

- Asentamiento de la base y/o subrasante.
- Repetición de cargas combinadas con la pérdida de soporte.
- Deficiente transferencia de cargas entre las losas adyacentes y humedad en los bordes de la losa.
- Sobrecargas en las esquinas.

**Niveles de severidad:**

- L: Definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente.
- M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad moderada.
- H: Severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

**Medición:** En metros lineales.

**Tabla N° 14** Severidad Grietas de esquina

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

**Fuente:** Manual de tecnología de cemento y concreto UNT

### Opciones de reparación

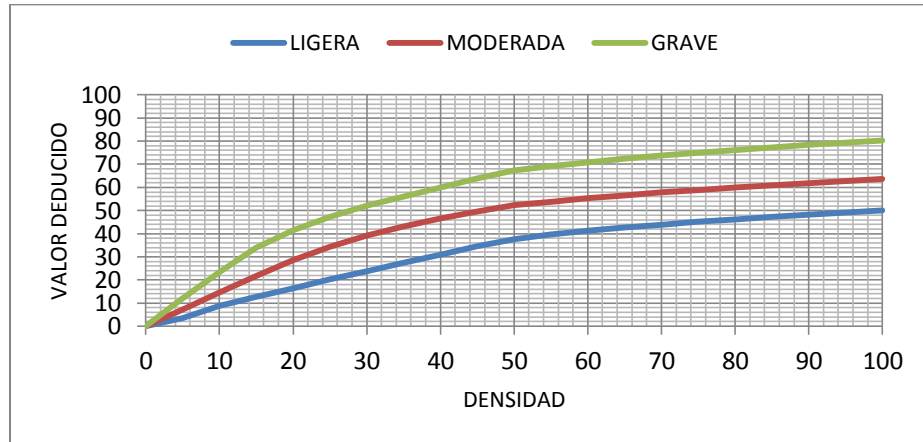
- L: No se hace nada.
- M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.
- H: Parcheo profundo.
- 

**Tabla N°15** Valores deducidos para grietas de esquina

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	3,50	7,20	12,10
10,00	8,70	14,50	23,40
15,00	12,60	21,70	34,00
20,00	16,40	28,70	41,50
25,00	20,20	34,40	47,30
30,00	23,80	39,20	52,10
35,00	27,40	43,10	56,10
40,00	31,00	46,60	60,00
45,00	34,50	49,60	64,00
50,00	37,50	52,30	67,30
55,00	39,70	53,80	69,30
60,00	41,20	55,30	70,90
65,00	42,60	56,60	72,40
70,00	43,90	57,80	73,80
75,00	45,10	58,90	75,00
80,00	46,20	60,00	76,20
85,00	47,30	61,00	77,30
90,00	48,30	61,90	78,30
95,00	49,20	62,80	79,30
100,00	50,10	63,70	80,30

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*





**Figura N° 9** Curva de valores deducidos - grietas de esquina

**Fuente:** Manual de daños para pavimentos rígidos

#### **h. Grietas de bloque**

Fracturamiento; que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloques, son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga del concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente.

Es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y el continuo deflexionar de los planos aceleran la subdivisión en bloques más pequeños, favoreciendo el despostillamiento de sus bordes.

#### **Posibles causas**

- Mala ubicación de las dovelas.
- Corrosión de los pasadores.
- Movimiento durante el proceso constructivo.
- Carga de tráfico muy alta.

#### **Niveles de severidad:**

- L: Bloques definidos por fisuras de severidad baja; los planos relativamente amplios y se mantienen ligados.
- M: Bloques definidos por fisuras de severidad moderada; los planos son más pequeños evidenciándose un moderado despostillamiento de los bordes de las fisuras.
- H: Bloques definidos por fisuras de severidad alta; los planos son más pequeños evidenciándose un severo despostillamiento de los bordes de las fisuras, con tendencia a formar bache.

**Medición:**

En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.

**Tabla N° 16** Severidad grietas en bloque

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

*Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT*

**Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

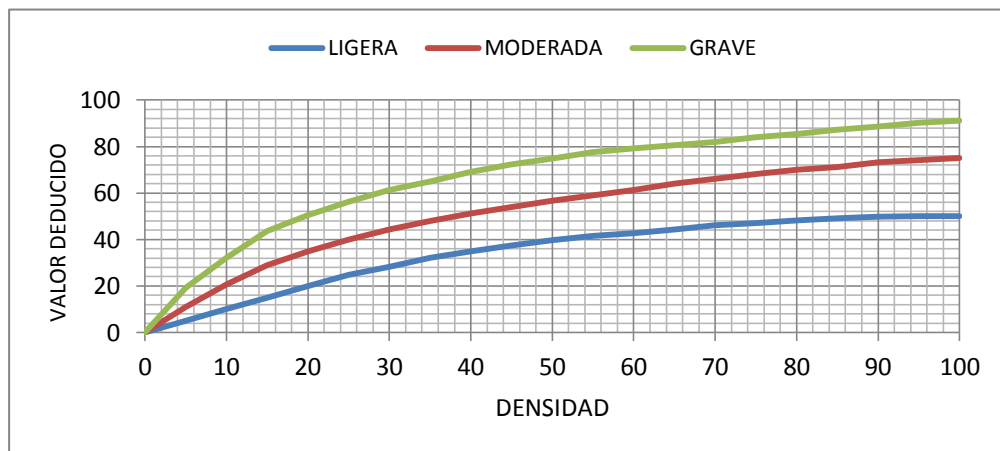
M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

**Tabla N° 17** Valores deducidos para grietas bloque

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	5,00	11,10	19,20
10,00	10,00	20,60	32,10
15,00	15,00	28,90	43,60
20,00	20,00	35,00	50,60
25,00	24,80	40,00	56,20
30,00	28,20	44,20	61,20
35,00	32,10	48,00	65,00
40,00	34,90	51,20	69,00
45,00	37,50	54,00	72,20
50,00	39,80	56,80	74,80
55,00	41,50	58,90	77,50
60,00	42,60	61,20	79,20
65,00	44,20	64,00	80,50
70,00	46,10	66,10	82,00
75,00	47,10	68,20	84,10
80,00	48,20	70,00	85,40
85,00	49,10	71,20	87,20
90,00	49,80	73,20	88,60
95,00	50,00	74,20	90,30
100,00	50,00	75,00	91,10

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*



**Figura N° 10** Curva de valores deducidos - grietas de bloque

*Fuente: Manual de daños pavimentos rígidos*

#### i. Desplazamiento

Cuando la línea de la junta transversal se ha desplazado de su posición original, respecto de la adyacente al otro lado de la junta longitudinal.

##### Posibles causas

- Contracción o expansión diferencial de las losas, originalmente alineadas, cuando la junta longitudinal que las separa no lleva pasa juntas.
- Deslizamiento de la losa del paño de un canal por efecto de fuerzas laterales.

##### Niveles de severidad:

- L: Menos de 12 mm. fuera de línea.
- M: De 12 a 25 mm. fuera de línea
- H: Más de 25 mm. fuera de línea

##### Medición:

En metros lineales.

#### j. Daño del sello de la junta

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en

fragmentación, levantamiento o descascamiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra.

**Posibles causas**

- Desprendimiento del sellante de la junta.
- Extrusión del sellante.
- Crecimiento de vegetación.
- Endurecimiento del material llenante (oxidación).
- Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
- Falta o ausencia del sellante en la junta.

**Niveles de severidad:**

- L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.
- H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

**Medición:**

No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

**Tabla N° 18** Severidad daño de sello de la junta

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

*Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT)*

**Opciones de reparación**

- L: No se hace nada.
- M: Resellado de juntas.
- H: Resellado de juntas.

**Tabla N° 19** Valores deducidos para daño de sello de la junta

DENSIDAD	LIGERA	MODERADA	GRAVE
VALORES DEDUCIDOS	2 puntos	4 puntos	8 puntos

*Fuente: Manual de daños pavimentos rígidos*

**k. Parche pequeño**

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

**Niveles de severidad:**

- L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
- H: El parche está muy dañado. La extensión del daño exige reemplazo.

**Medición:**

En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.

**Tabla N° 20 Severidad** parche pequeño

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

*Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT*

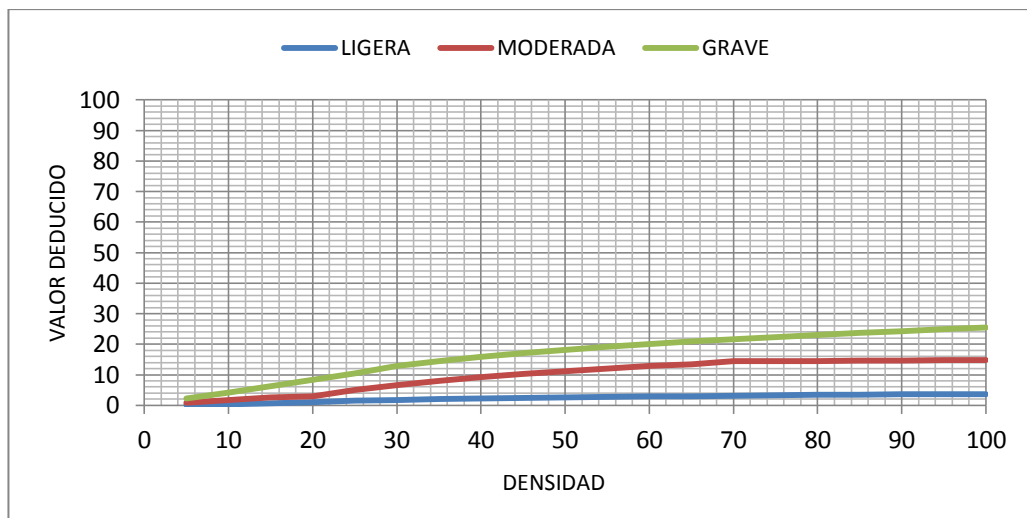
**Opciones de reparación**

- L: No se hace nada. M: Reemplazo de la losa.
- M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
- H: Reemplazo del parche.

**Tabla N° 21** Valores deducidos para parche pequeño

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
5,00	0,20	0,90	2,20
10,00	0,40	1,70	4,20
15,00	0,60	2,60	6,30
20,00	1,10	3,00	8,40
25,00	1,50	5,00	10,50
30,00	1,80	6,60	12,90
35,00	2,00	8,00	14,50
40,00	2,20	9,20	15,90
45,00	2,40	10,20	17,10
50,00	2,60	11,20	18,20
55,00	2,70	12,00	19,20
60,00	2,90	12,90	20,10
65,00	3,00	13,50	21,00
70,00	3,10	14,40	21,70
75,00	3,30	14,40	22,40
80,00	3,40	14,50	23,10
85,00	3,50	14,60	23,70
90,00	3,60	14,70	24,30
95,00	3,60	14,80	24,90
100,00	3,70	14,80	25,40

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*



**Figura N° 11** Curva de valores deducidos - parche pequeño

*Fuente: Manual de daños pavimentos rígidos*

### I. Parche grande

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Presenta un área mayor de 0.45 m<sup>2</sup>.

#### Niveles de severidad:

- L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- M: El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes.
- H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

#### Medición:

En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.

**Tabla N° 22** Severidad parche grande

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

*Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT*

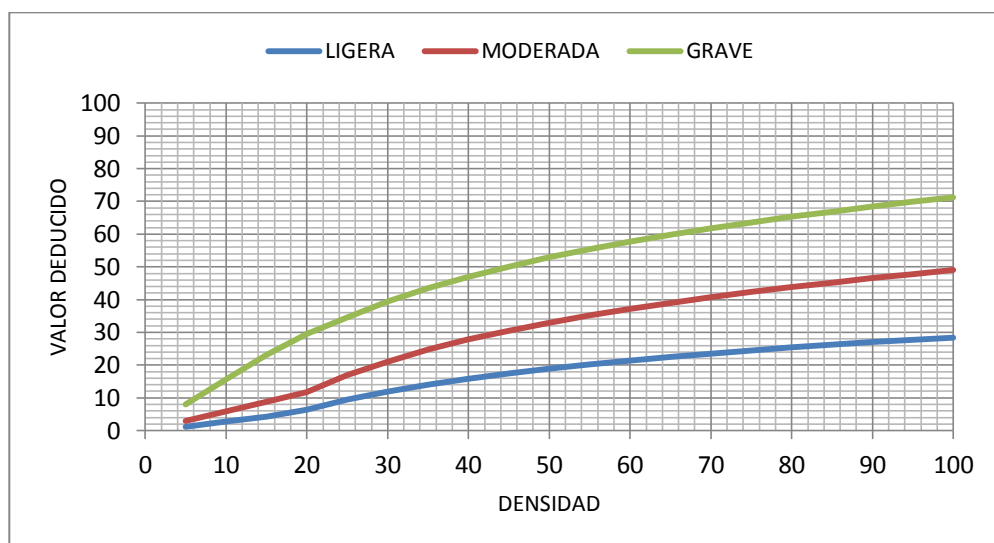
#### Opciones de reparación

- L: No se hace nada. M: Reemplazo de la losa.
- M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
- H: Reemplazo del parche.

**Tabla N° 23** Valores deducidos para parche grande

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	LIGERA	MODERADA	GRAVE
5,00	1,10	2,90	8,00
10,00	2,70	5,80	15,70
15,00	4,30	8,80	23,20
20,00	6,30	11,70	29,50
25,00	9,40	16,90	34,60
30,00	11,90	21,10	39,40
35,00	14,00	24,70	43,50
40,00	15,80	27,80	47,00
45,00	17,50	30,50	50,10
50,00	18,90	33,00	52,90
55,00	20,20	35,20	55,40
60,00	21,40	37,20	57,70
65,00	22,50	39,00	59,80
70,00	23,50	40,70	61,80
75,00	24,50	42,30	63,60
80,00	25,40	43,80	65,30
85,00	26,20	45,20	66,90
90,00	27,00	46,60	68,50
95,00	27,70	47,80	69,90
100,00	28,40	49,00	71,20

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*



**Figura N° 12** Curva de los valores deducidos - parche grande

*Fuente: Manual de daños pavimentos rígidos*



### m. Losa dividida

La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

#### Niveles de severidad:

En el Cuadro se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

**Tabla N° 24** Severidad Losa Dividida

CALLE	DISTANCIA	SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS		
		L	M	H

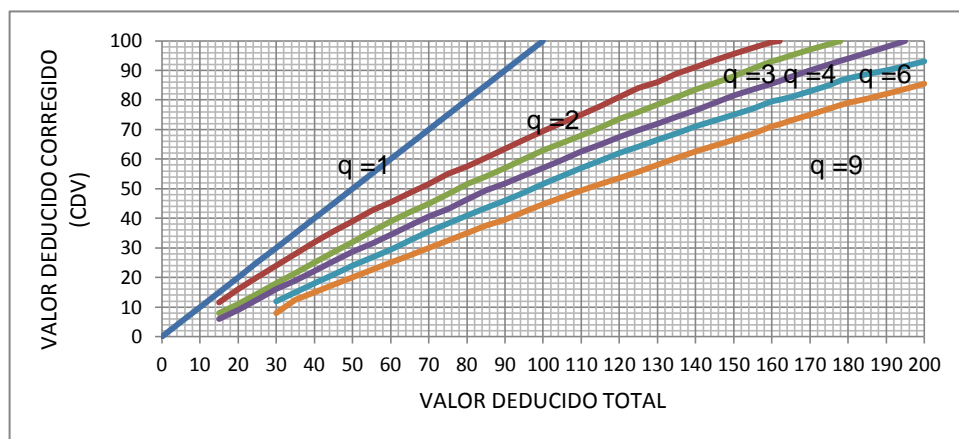
*Fuente: Manual de tecnología de cemento y concreto UNT*

#### Medida:

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

#### Opciones de reparación:

- L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.
- M: Reemplazo de la losa.
- H: Reemplazo total de la losa.



**Figura N° 13** Curva valor deducido corregido

*Fuente: Manual de daños para pavimentos rígidos*

#### 1.4. Ensayos físicos y mecánicos en laboratorio.

##### 1.4.1. Ensayo de absorción (ensayo físico en estado endurecido – ASTM C642).

Absorción se define como el incremento de peso de un árido poroso seco hasta lograr su condición de saturación con la superficie seca, debido a la penetración de agua a sus poros permeables.

La absorción es el valor de la humedad del concreto (agregado) cuando tiene todos sus poros llenos de agua, pero su superficie se encuentra seca.

El valor de la absorción es un concepto necesario para el cálculo de la relación A/C de la mezcla de concreto, pero, en algunos casos, puede ser que también refleje una estructura porosa que afecte la resistencia a la congelación y deshielo del concreto. No se suelen fijar límites de aceptación para la absorción debido a que ésta no solo depende de la porosidad de la roca, sino también de otros aspectos tales como la distribución granulométrica, contenido de finos, tamaño máximo de los agregados, forma de las partículas. Sin embargo, se puede considerar como rocas de buena calidad aquellas que presentan una absorción menor 3% para agregado grueso, y menores a 5% para el caso de agregado fino.

Para realizar ese ensayo, se contó balanza con capacidad de 2 kg. De 0.1 g. de sensibilidad, se empleó el uso de una estufa, con temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ . Las muestras (progresivas), son pesadas e identificadas, se sumerge en agua por 24 horas; después de estar sumergidas por 24 horas se saca las muestras del agua, se seca con una toalla húmeda superficialmente, se pesa y luego se deja en la estufa por 24 horas, finalmente se saca las muestras, se pesa y se realiza los cálculos mediante la siguiente formula:

$$\text{Absorción} = A = \frac{M - D}{D} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

- M: masa de la muestra saturada (kg).
- D: masa de la muestra seca al horno (kg).

**Tabla N° 25** *Recolección de datos del ensayo de absorción*

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
Progresiva	Distancia (m)	Wn (g)	B (g)	C (g)	A (g)	ABS (%)

Dónde:

**Wn:** Peso natural muestra (g)

**A:** Peso seco (g)

**B:** Peso superficialmente seco (g)

**C:** Peso sumergido (g)

**ABS:** Absorción

#### 1.4.2. Ensayo de densidad (ensayo físico en estado endurecido – ASTM C642).

La densidad se define como el peso por unidad de volumen. Depende de la densidad real y de la proporción en que participan cada uno de los diferentes materiales, constituyentes del concreto. Para los concretos convencionales, formados por materiales granulares provenientes de rocas no mineralizadas de la corteza terrestre, su valor oscila entre 2.35 y 2.55 kg/dm<sup>3</sup>. La densidad normalmente experimenta ligeras variaciones con el tiempo, las que provienen de la evaporación del agua de amasado hacia la atmósfera y que en total puede significar una variación de hasta alrededor de un 7% de su densidad inicial. Los concretos livianos se obtienen por medio de la incorporación de aire, ya sea directamente en la masa del concreto o incorporado en los áridos utilizando áridos livianos. Su densidad puede alcanzar valores tan bajos como 0.5 kg/dm<sup>3</sup> y se utilizan principalmente cuando se desea obtener aislación térmica y acústica mayor que las del concreto convencional. Los concretos pesados se obtienen mediante el uso de áridos mineralizados, cuya densidad real es mayor que la de los áridos normales. Su densidad puede alcanzar valores hasta de 5.0 kg/dm<sup>3</sup> y se utilizan principalmente cuando se desea obtener aislamiento contra las partículas radiactivas.

Para la determinación del ensayo, se usó una balanza con capacidad de 2 kg., de 0.1 g. de sensibilidad, se empleó el uso de una estufa de tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura de 110 +- 5°C. Teniendo las muestras a la que llamamos progresivas, pesadas e identificadas por algún número o código, se sumerge en agua por 24 horas; después de estar sumergidas por 24 horas se

sacan las muestras (progresivas) del agua, se seca con una toalla húmeda superficialmente el espécimen de concreto, para determinar su masa saturada, esto se demora en un lapso de 5 segundos (m). Después se toma el peso sumergido bajo el procedimiento de Arquímedes, se pesa y luego se deja en la estufa a una temperatura de 110 +- 5° C por 24 horas. Finalmente se sacan los especímenes de la estufa y se dejan enfriar hasta una temperatura adecuada para su manejo, se pesan en estado seco y se realiza los cálculos de cada muestra (Progresiva).

La densidad se expresa por la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{D}{(M-S)/\delta\text{H}_2\text{O}} \dots\dots\dots (6)$$

Dónde:

- D: masa de la muestra seca al horno (kg).
- M: masa de la muestra saturada (kg).
- S: masa de la muestra sumergida
- $\delta\text{H}_2\text{O}$ : densidad del agua. (kg/m<sup>3</sup>)

La densidad del agua se tomó a una temperatura de 23° C, siendo este valor de 997.5 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla N° 26** Recolección de datos del ensayo de densidad

ENSAYO DE DENSIDAD									
Progresiva	Distancia (m)	Wn (g)	B (g)	C (g)	A (g)	Dimensiones		V (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
						$\phi$ (cm)	H (cm)		

Dónde:

- Wn:** Peso natural muestra (g)
- A:** Peso seco (g)
- B:** Peso superficialmente seco (g)
- C:** Peso sumergido (g)
- $\phi$ : Diámetro (cm)
- H:** Altura (cm)
- V:** Volumen (cm<sup>3</sup>)
- $\rho$ : Densidad (g/cm<sup>3</sup>)

#### 1.4.3. Ensayo de porosidad (ensayo físico en estado endurecido – ASTM C642).

La porosidad se refiere a la medida del espacio intersticial entre gramo y gramo, el cual representa la relación entre el volumen poroso y el volumen total de la roca.

Se expresa por el porcentaje de volumen de poros respecto al volumen total de la roca (porosidad total o bruta). Además de esta porosidad total, se define como porosidad útil la correspondiente a huecos interconectados, es decir huecos que pueden ser ocupados por fluidos. La porosidad útil es, en general, inferior en un 20 -50% a la total, dependiendo, sobre todo, del tamaño del grano de la roca: cuanto menor sea este tamaño de grano, más baja será la porosidad útil respecto a la total. La porosidad es la capacidad de un material de absorber líquidos o gases. Para realizar ensayo de porosidad, se usó una balanza con capacidad de 2 kg. De 0.1 g. de sensibilidad. Teniendo las progresivas, pesadas e identificadas, se toma el peso sumergido bajo el procedimiento de Arquímedes, se pesa y se procede a realizar los cálculos.

La porosidad se expresa por la siguiente ecuación:

$$P = \frac{m_s - m_c}{m_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

Dónde:

- $m_s$  = masa de muestra (progresiva). (kg)
- $m_c$  = masa del mismo material sumergido. (kg)

**Tabla N° 27** *Recolección de datos del ensayo de porosidad*

ENSAYO DE POROSIDAD						
Progresiva	Distancia (m)	Wn (g)	B (g)	C (g)	A (g)	P (%)

Dónde:

- Wn:** Peso natural muestra (g)
- A:** Peso seco (g)
- B:** Peso superficialmente seco (g)
- C:** Peso sumergido (g)
- P:** Porosidad (%)

#### 1.4.4. Ensayo de permeabilidad (ensayo físico estado endurecido – ASTM C 1202)

Un material permeable, al estar sometido a presión de agua exteriormente, se produce escurrimiento a través de su masa. El grado de permeabilidad del concreto depende de su constitución, estando normalmente comprendido su coeficiente de permeabilidad entre  $10^6$  y  $10^{10}$  cm/seg. Las medidas que pueden tomarse para lograr un mayor grado de impermeabilidad son:

- Utilizar la relación a/c más baja posible, compatible con la obtención de una trabajabilidad adecuada para el uso en obra del concreto; también la dosis de cemento más baja posible, compatible con la resistencia y otras condiciones que establezcan las especificaciones del proyecto.
- Emplear un contenido apropiado de granos finos, incluidos los aportados por el cemento, para lograr un buen relleno del esqueleto de áridos del concreto. La cantidad ideal de granos finos puede establecerse a partir de los métodos de dosificación granulométricos.

Para la determinación del ensayo, se usó una balanza con capacidad de 2 kg. De 0.1 g. de sensibilidad, teniendo las muestras a la que llamamos progresivas, pesadas e identificadas por algún número o código.

La permeabilidad se expresa por la siguiente ecuación:

$$Q = k \frac{h}{L} A \quad \dots\dots\dots (8)$$

Dónde:

- Q = flujo.
- A = área de permeado.
- K = constante.
- H = carga que disipa en la filtración.
- L = distancia que se disipa la carga.

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

**Tabla N° 28** *Recolección de datos del ensayo de permeabilidad*

ENSAYO DE PERMEABILIDAD								
Progresiva	Distancia (m)	Ws (g)	Ws+d (g)	Wi (g)	Wf (g)	$\phi$ (cm)	L (cm)	Flujo (Q)
K=								
H=								

Dónde:

**Ws:** Peso seco (g)

**Ws+d:** Peso seco +deposito (g)

**Wi:** Peso inicial de agua (g)

**Wf:** Peso final de agua (g)

$\phi$ : Diámetro (cm)

**L:** Altura (cm)

#### 1.4.5. Ensayo de capilaridad. (ASTM – C 1585 -04)

Los ensayos de capilaridad se requieren siempre que los materiales que van a colocar total o parcialmente enterrados o en contacto directo con agua. Existen materiales que son anisotrópicos en cuanto a la absorción de agua por capilaridad, en cuyo caso hay que realizar el ensayo con probetas cortadas en las diferentes direcciones de interés.

La capilaridad es el porcentaje que aumenta el peso de una probeta del material, cuando se satura con agua. Para cada tipo de material de construcción, existe un ensayo normalizado que regula su determinación. El agua penetra fácilmente por los poros y grietas de pequeño tamaño, bien directamente o ayudada por la capilaridad. En algunos materiales el agua produce un aumento del volumen que trae consigo el mismo tipo de problemas que la dilatación térmica diferencial.

Además, en su recorrido por el interior del material, el agua disuelve y arrastra las sales solubles, aumentando la porosidad original y creando depósitos de sales en lugares no deseados. Una vez que contiene sales o ácidos (lluvia ácida) el agua se vuelve aún más corrosiva.

Probetas de un material de construcción (tres unidades), Calibre Balanza de sensibilidad de al menos 0.01g, baño de agua para capilaridad (nivelado horizontalmente con una rejilla metálica en el interior para sumergir las probetas en agua sólo 3 mm). Agua del grifo Cronómetro Paño húmedo.

La forma y dimensiones que indica la norma, para las probetas con la que se va a realiza el ensayo de capilaridad, son de un cubo de lado entre 70 y 50 mm o un cilindro recto de entre 70 y 50 mm de diámetro y de altura. Las muestras deben tener al menos una cara no pulida (cortada a disco), que será por donde se sumerja. Según norma se deben ensayar 6 probetas de cada material. Por limitaciones de tiempo, en esta práctica se ensayaron únicamente 3 probetas. Se comprueba que las probetas están marcadas con algún número o letra para identificarlas a lo largo de todo el ensayo. Con las manos limpias y libres de grasa, se pesan tres probetas de cada material en la balanza de sensibilidad 0.01g.

Se vierte agua del recipiente en el baño justo hasta cubrir 3 mm., de las muestras (probetas); se coloca un papel absorbente sobre la balanza de sensibilidad 0.01 g y se pondrá en 0 la balanza. Se coloca cerca el cuaderno y bolígrafo para anotar lo más rápidamente el resultado de las pesadas y se pone en cero el cronómetro. Cuando todo esté preparado, se coloca la probeta en el interior del baño con la cara seleccionada para sumergirla hacia abajo, de modo que quede sumergido 3 mm en agua, al mismo tiempo que se pone en marcha el cronómetro. Pasado 1 minuto, saca la probeta del agua, se seca ligeramente apoyándola sobre el paño húmedo y se pesa en la balanza. Devuélvela al agua lo más rápidamente posible ya que el tiempo del ensayo sigue corriendo. Así sucesivamente se debe realizar al menos 7 medidas durante una hora, a diferentes tiempos: 1, 3, 5, 10, 15, 30 y 60 minutos. Luego se hace pesadas a 1, 2, 3, 4, 5, 6 horas y después a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 días con el cual se termina el ensayo.

Las probetas no deben mojarse por otro sitio que no sea por la cara sumergida. Se tendrá cuidado de no salpicar o chocar unas con otras al manipularlas para realizar las pesadas. Cuando la primera de las probetas se haya pesado, a los 5 minutos se puede comenzar a realizar el ensayo con la segunda probeta, y luego con la tercera, así sucesivamente con todas las probetas (testigos).



La tasa inicial de absorción de agua por capilaridad (I) se define como:

$$I = \frac{mt}{a/d} \dots\dots\dots (9)$$

Dónde:

- mt = el cambio en la masa en gramos, en Tiempo diferente (t)
- a = área expuesta de la muestra, mm<sup>2</sup>.
- d = densidad de agua en g / mm<sup>3</sup>

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

**Tabla N° 29** *Recolección de datos del ensayo de capilaridad*

Resultados de capilaridad-progresiva						
Tiempo		Tiempo <sup>1/2</sup> (S <sup>0.5</sup> )	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ Masa/área/densidad (I) mm	
Días	Segundos					

**1.4.6. Resistencia a la compresión (ASTM C39).**

La resistencia es una de las propiedades más importantes del concreto, principalmente cuando se le utiliza con fines estructurales. El concreto, en su calidad de constituyente de un elemento estructural, queda sometido a las tensiones derivadas de las sollicitaciones que actúan sobre éste. Si sobrepasan su capacidad resistente se producirán fracturas, primero de origen local y posteriormente generalizadas, que podrán afectar la seguridad de la estructura. Por este motivo, los elementos estructurales deben ser dimensionados de manera que las tensiones producidas, no sobrepasen la capacidad resistente del material constituyente, lo cual muestra la importancia de conocer esa característica.

Sirve para evaluar la resistencia del concreto en una estructura, eventualmente, este procedimiento puede emplearse en diferentes casos, por ejemplo:

- Cuando han ocurrido anomalías en el desarrollo de la construcción.
- Fallas de curado.
- Aplicación temprana de cargas.
- Estructuras antiguas, etc.

**a. Equipos:**

- Los testigos cilíndricos se extraen con un equipo sonda previsto de brocas diamantadas.
- Calibrador de vernier con apreciación de por lo menos 0.5 mm.
- Tamaño, número de muestras, localización y procedimientos de extracción

**b. Tamaño muestras.**

- El diámetro de los testigos será por lo menos tres veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso usado en el concreto.
- La longitud del espécimen deberá ser tal que, cuando esté refrendado, sea prácticamente el doble de su diámetro.
- No deberán utilizarse testigos cuya longitud antes del refrendado sea menor que el 95% de su diámetro.
- Podrán emplearse testigos de 8.75 cm. de diámetro o más, para agregados mayores de una pulgada.
- La determinación de la longitud de un testigo estará dada por el promedio de 5 mediciones con el vernier, con una aproximación de  $\pm 1$  mm.

**c. Número de muestras.**

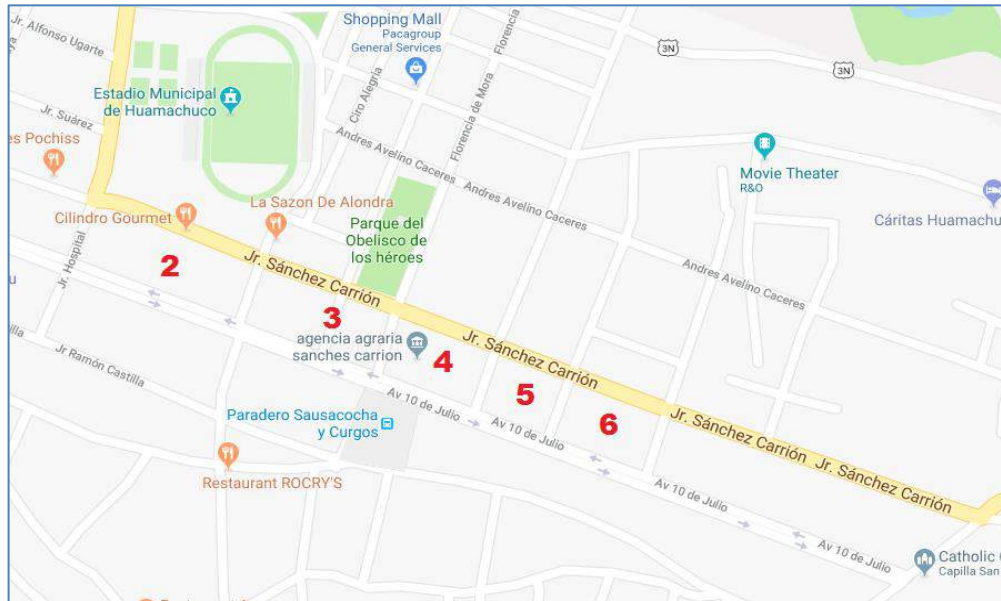
La norma española EN 13791, sugiere que la evaluación de la resistencia del hormigón en una zona determinada, debe estar basada en los resultados de al menos nueve testigos de 100mm de diámetro, mientras que la resistencia de un elemento estructural en particular, debe estimarse a partir de un mínimo de tres testigos. Si el testigo es de 50 mm de diámetro, estos números han de triplicarse.

**d. Localización y procedimientos de extracción**

Los puntos de extracción dependerán del propósito del ensayo. Si se persigue estimar el efecto de una sobrecarga o fatiga en la estructura, un ataque químico, fuego o explosión, o un envejecimiento por exposición, en la resistencia in-situ, es recomendable definir el área afectada previamente mediante algún tipo de ensayo no destructivo (NDT), como el martillo Schmidt o ultrasonidos, para posteriormente extraer testigos, tanto de la zona afectada, como de un área sana a efectos de comparación. Los resultados permitirán evaluar tanto la resistencia del hormigón in-situ, como la reducción en resistencia causada por el daño. Debe evitarse el extraer testigos de la zona con asentamiento, situada en el tramo superior del 20% del total de las

dimensiones del elemento, y nunca a menos de 50 mm del extremo final, a menos que no quede otro remedio al ser esa la zona específica bajo sospecha. Del mismo modo, es muy probable que el hormigón de los primeros 5 cm de recubrimiento haya experimentado unas condiciones de curado muy distintas a la del hormigón del cuerpo central del elemento. Por tanto, estos 5 primeros cm. deberían eliminarse posteriormente de la probeta de ensayo. A la hora de decidir la localización, es imprescindible la inspección de la zona mediante un pachómetro, con objeto de elegir los puntos de extracción evitando las barras de refuerzo. La localización final y el tamaño de los testigos dependerán en muchas ocasiones del tamaño de barras y su espaciamiento

La extracción debe realizarse por personal experimentado, con un equipo calador refrigerado con agua con coronas de corte diamantadas. El bastidor se fija habitualmente al hormigón mediante tornillos de anclaje, y se debe prestar atención a la velocidad de giro y avance de la corona, para asegurar que el testigo se extrae en la dirección perpendicular a la superficie. El testigo se desprende una vez calado, mediante un cincel introducido en el anillo aserrado por la corona, golpeándolo de tal forma que se produzca la rotura del material por el extremo final taladrado. Una vez que las muestras se han cortado, se deben identificar con un número de referencia, la dirección de extracción y la localización dentro de la estructura, y deben envolverse en un film impermeable. La extracción debe realizarse en forma perpendicular a la superficie, cuidando que en la zona no existan juntas, ni se encuentren próximas a los bordes. Deberán descartarse las probetas dañadas o defectuosas.



**Figura N° 14.** Ubicación de las cuadras donde fueron extraídos los testigos.

Cuadra	Coordenadas UTM	
	S	W
2	7°49'4.18''	78°2'32.82''
3	7°49'5.27''	78°2'30.46''
4	7°49'5.57''	78°2'29.31''
5	7°49'6.16''	78°2'26.22''
6	7°49'7.29''	78°2'24.57''

**e. Acondicionamiento de los testigos para el ensayo a compresión**

Los testigos deben tener sus caras planas, paralelas entre ellas y perpendicular al eje de la probeta, las protuberancias o irregularidades de las caras del ensayo deben ser eliminadas. Si los testigos van a emplearse para estimar la resistencia del concreto a pie de obra, es recomendable ensayar los testigos en condición de saturación. Se estima que la inmersión durante 48 horas de los testigos en balsa de curado con agua a temperatura controlada de 20 a 22°C es suficiente para saturar la mayor parte de los poros del testigo. La norma ASTM establece, a diferencia del criterio del La American Concrete Institute (ACI), que las probetas serán curadas en húmedo, por 40 horas, antes de la rotura. Sin embargo, si la investigación busca conocer la resistencia del

hormigón in-situ en elementos que van a permanecer secos en su condición habitual de servicio, entonces resulta más apropiado el secar los testigos. La American Concrete Institute (A.C.I) recomienda que, si el concreto de la estructura va a estar seco durante las condiciones de servicio, los corazones deban sacarse al aire (temperatura entre 15° y 30°C, humedad relativa menor del 60%), durante 7 días antes de la prueba. Antes del ensayo de compresión, la probeta deberá ser refrendada en ambas caras, de manera de obtener superficies adecuadas. En este caso son de aplicación los métodos: ASTM C 17 y ASTM c 192;

**f. Ensayo**

- Para la determinación de este ensayo se usó la máquina de ensayo a compresión de la marca FORNEY, modelo F-25EX-F-CPILOT con una capacidad de 250000 lbf.
- Ensayar los especímenes dentro de los 7 días siguientes a su extracción a menos que se especifique de otro modo.
- Según el ACI 318.5.6.5.3 no se deben ensayar antes de 48 horas y no después de 7 días, si se usa agua durante el aserrado o esmerilado de los extremos de los núcleos, la longitud de un testigo estará dada por el promedio de 5 mediciones con el vernier, con una aproximación de +- 1 mm.
- Se realizó la nivelación de la superficie de los especímenes, mediante una capa de capping de azufre a una temperatura de 130°C a 145°C, dejándola enfriar durante 1 minuto hasta endurecer, esta capa consistió en un espesor de 1 mm a 3 mm aproximadamente.
- Luego se prosiguió a realizar la alineación dentro de la máquina de compresión, de los testigos. Posteriormente se aplicó la carga con una velocidad de carga de 0.5 KN/seg
- Cuando se presentó la falla, se tomó lectura de la máxima carga que se ejerció en la muestra de testigo.
- La resistencia a la compresión se expresa por la siguiente ecuación:

$$R_c = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (10)$$

Dónde:

- $R_c$  = Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>).
- $F$  = Fuerza (KN).
- $A$  = Área (c m<sup>2</sup>).

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

**Tabla N° 30** *Recolección de datos del ensayo de resistencia a la compresión*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
Progresiva	Distancia (m)	Dimensiones			Área (cm <sup>2</sup> )	F(KN)	V	Rc. (kg/cm <sup>2</sup> )	Rc. Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
		φ	R	H					

Dónde:

φ: Diámetro

R: Radio

H: Altura

F: Fuerza

V: Velocidad

Rc: Resistencia a la compresión

Calcular la resistencia a la compresión de cada espécimen, usando el área de la sección transversal calculada en base a su diámetro promedio. Si la relación longitud – diámetro (L/D) del núcleo es de 1.75 o menor, corrija el resultado obtenido, multiplicándolo por el factor de corrección aplicable señalado en la siguiente tabla.

**Tabla N° 31** *Coeficiente de corrección por esbeltez de probetas cilíndricas*

Relación Longitud/Diámetro	Factor de corrección NTP	Factor de corrección ASTM
2	1	1
1.75	0.99	0.98
1.5	0.97	0.96
1.25	0.94	0.94
1	0.91	0.92

#### 1.4.7. Análisis Químicos.

La composición química natural de las aguas puede verse alterada por actividades humanas: agrícolas, ganaderas e industriales, principalmente. La consecuencia es la incorporación de sustancias de diferente naturaleza a través de vertidos de aguas residuales o debido al paso de las aguas por terrenos tratados con productos agroquímicos o contaminados. Estas incorporaciones ocasionan la degradación de la calidad del agua, provocando diferentes efectos negativos. Para tener una

construcción de buena calidad se debe usar cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto. Las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. El agua que contiene menos de 2,000 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente puede ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto.

Se realizaron los siguientes análisis, tales como:

- Análisis de Ph.
- Análisis de salinidad.
- Análisis de conductividad.
- Análisis de total de solidos disueltos.
- Análisis de sulfatos.
- Análisis de alcalinidad.

**Tabla N° 32** *Recolección de datos de Ph, salinidad, conductividad y TDS*

<b>ANALISIS DE TDS - SALINIDAD - CONDUCTIVIDAD</b>					
<b>Progresiva</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>PH</b>	<b>TDS mg/l</b>	<b>Salinidad %</b>	<b>Conductividad (µs/cm)</b>

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultado visual de la unidad de muestra P - 1:

**Tabla N° 33** Resultado visuales de la cuadra 1 - Muestra P1

MUESTRA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
P - 1	0.9	1.2
	0.9	2.8
	0.7	0.7
	3.3	2.4
	1.2	1.1
	0.7	0.9
	2.5	2.5
	18.1	32.7
	8.6	4.0
	2.2	0.2

CDV	Máx. CDV	PCI	CLASIFICACIÓN
25.8	46.6	53.4	REGULAR
28.0			
30.9			
37.3			
46.6			

En los resultados se obtiene como máximo valor deducido corregido 46.6, teniendo como resultado un índice de 53.4, que se clasifica como pavimento rígido regular.

### 4.2. Resultado visual de la unidad de muestra P - 2:

**Tabla N° 34** Resultado visuales de la cuadra 2 - muestra P2

MUESTRA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
P - 2	3.8	3.7
	3.5	2.8
	2.0	2.2
	1.3	1.2
	22.3	53.2
	1.2	1.7
	0.4	1.1
	2.5	2.8
	0.8	1.7
	20.9	6.8
	1.2	2.2



CDV	Máx. CDV	PCI	CLASIFICACIÓN
38.5	70.9	29.2	MALO
40.5			
43.1			
45.1			
49.8			
55.3			
70.9			

En los resultados se obtiene como máximo valor deducido corregido 70.9, teniendo como resultado un índice de 29.2, que se clasifica como pavimento rígido malo.

#### 4.3. Resultado visual de la unidad de muestra P – 3

**Tabla N° 35** Resultado visuales de la cuadra 3 - muestra P3

MUESTRA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
P 3	7.2	12.3
	24.9	56.1
	1.7	4.0
	4.6	1.0
	1.6	0.9
	2.2	0.4

CDV	Máx. CDV	PCI	CLASIFICACIÓN
48.1	62.4	37.6	MALO
53.4			
62.4			

En los resultados se obtiene como máximo valor deducido corregido 62.4, teniendo como resultado un índice de 37.6, que se clasifica como pavimento rígido malo.

#### 4.4. Resultado visual de la unidad de muestra P – 4

**Tabla N° 36** Resultado visuales de la cuadra 4 - muestra P4

MUESTRA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
P - 4	0.8	1.1
	1.2	0.4
	1.7	1.5
	1.0	0.4
	0.4	0.5
	0.9	0.9
	4.8	10.6
	10.1	33.1
	1.7	3.7
	1.8	0.4
	20.8	30.8

CDV	Máx. CDV	PCI	CLASIFICACIÓN
48.9	54.2	45.9	REGULAR
52.8			
54.2			
45.0			

En los resultados se obtiene como máximo valor deducido corregido 54.2, teniendo como resultado un índice de 45.9, que se clasifica como pavimento rígido regular.

#### 4.5. Resultado visual de la unidad de muestra P – 5

**Tabla N° 37** Resultado visuales de la cuadra 5 - muestra P5

MUESTRA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
P - 5	2.4	1.8
	6.1	4.8
	3.5	2.4
	6.6	5.9
	15.5	29.5
	15.0	43.5
	1.1	1.7
	7.3	7.2
	5.3	1.1

CDV	Máx. CDV	PCI	CLASIFICACIÓN
39.2	58.0	42.0	REGULAR
41.5			
42.7			
45.9			
50.6			
58.0			

En los resultados se obtiene como máximo valor deducido corregido 58.0, teniendo como resultado un índice de 42.0, que se clasifica como pavimento rígido regular.

Teniendo el resultado cada unidad, sacamos un promedio de las 5 unidades de muestra:

1. Muestra P - 1 : 53.4
2. Muestra P - 2 : 29.2
3. Muestra P - 3 : 37.6
4. Muestra P - 4 : 45.9
5. Muestra P - 5 : 42.0

Promediando: 41.6

Teniendo como resultado un índice de condición de pavimento (PCI) promedio de 41.6 que se clasifica como pavimento rígido regular; estando ya este al margen de ser malo.

**Resultados de ensayos y análisis en laboratorio:**

**4.6. Resultados de ensayos de absorción, densidad, porosidad y permeabilidad del pavimento rígido.**

**Tabla N° 38** Resultados del ensayo de absorción, densidad, porosidad y permeabilidad

ENSAYOS					
Progresiva	Distancia (m)	Absorción (%)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Permeabilidad (Q)
P - 1	1	3.6	2227.9	70.1	0.000002692
P - 2	37	6.5	2051.7	72.9	0.000002799
P - 3	74	3.1	2254.3	69.8	0.000003313
P - 4	111	4.1	2204.8	69.8	0.000002948
P - 5	148	5.2	2163.0	69.2	0.000002948
P - 6	185	5.2	2164.3	69.1	0.000002628
P - 7	222	4.8	2127.8	72.5	0.000002779
P - 8	259	6.3	2073.7	71.7	0.000002861
P - 9	296	5.0	2165.7	69.5	0.000003371
P - 10	333	5.6	2117.7	70.9	0.000003217
P - 11	370	7.1	2150.9	64.7	0.000002664

4.7. Ensayo de capilaridad

Tabla N° 39 Resultado del ensayo de capilaridad

		RESULTADO ENSAYO DE CAPILARIDAD										
Dias	Tiempo	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11
	seg.											
0 m	0	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
1 m	60	0.00000054	0.00000041	0.00000047	0.00000047	0.00000065	0.00000044	0.00000040	0.00000043	0.00000048	0.00000059	0.00000023
5 m	300	0.00000094	0.00000094	0.00000080	0.00000058	0.00000096	0.00000087	0.00000089	0.00000090	0.00000074	0.00000098	0.00000106
10 m	600	0.00000105	0.00000118	0.00000088	0.00000089	0.00000110	0.00000111	0.00000102	0.00000121	0.00000082	0.00000119	0.00000142
20 m	1200	0.00000127	0.00000140	0.00000114	0.00000097	0.00000143	0.00000145	0.00000123	0.00000144	0.00000082	0.00000145	0.00000195
30 m	1800	0.00000151	0.00000162	0.00000144	0.00000129	0.00000172	0.00000166	0.00000148	0.00000180	0.00000100	0.00000189	0.00000224
1 h	3600	0.00000179	0.00000215	0.00000163	0.00000154	0.00000208	0.00000216	0.00000197	0.00000228	0.00000135	0.00000208	0.00000281
2 h	7200	0.00000227	0.00000266	0.00000205	0.00000206	0.00000275	0.00000282	0.00000244	0.00000304	0.00000168	0.00000264	0.00000367
3 h	10800	0.00000253	0.00000292	0.00000221	0.00000249	0.00000322	0.00000308	0.00000287	0.00000353	0.00000189	0.00000299	0.00000355
4 h	14400	0.00000259	0.00000308	0.00000245	0.00000252	0.00000350	0.00000331	0.00000302	0.00000381	0.00000209	0.00000331	0.00000415
5 h	18000	0.00000286	0.00000331	0.00000267	0.00000273	0.00000375	0.00000359	0.00000324	0.00000406	0.00000229	0.00000351	0.00000443
6 h	21600	0.00000310	0.00000350	0.00000291	0.00000294	0.00000409	0.00000380	0.00000351	0.00000434	0.00000255	0.00000378	0.00000471
1	9220	0.00000320	0.00000312	0.00000399	0.00000466	0.00000657	0.00000555	0.00000507	0.00000666	0.00000406	0.00000614	0.00000490
2	19320	0.00000366	0.00000357	0.00000419	0.00000523	0.00000752	0.00000643	0.00000551	0.00000740	0.00000466	0.00000724	0.00000517
3	26850	0.00000406	0.00000649	0.00000464	0.00000600	0.00000853	0.00000714	0.00000601	0.00000787	0.00000515	0.00000849	0.00000536
4	34560	0.00000446	0.00000732	0.00000514	0.00000658	0.00000936	0.00000822	0.00000668	0.00000854	0.00000562	0.00000970	0.00000563
5	43200	0.00000528	0.00000852	0.00000602	0.00000733	0.00000949	0.00000862	0.00000701	0.00000943	0.00000649	0.00001027	0.00000603
6	527580	0.00000534	0.00000878	0.00000617	0.00000773	0.00000985	0.00000875	0.00000719	0.00000963	0.00000656	0.00001049	0.00000614
7	622200	0.00000550	0.00000908	0.00000638	0.00000812	0.00001002	0.00000895	0.00000728	0.00000978	0.00000665	0.00001085	0.00000626
8	691200	0.00000586	0.00000968	0.00000666	0.00000857	0.00001040	0.00000920	0.00000748	0.00000989	0.00000675	0.00001108	0.00000642

#### 4.8. Resistencia a la compresión

*Tabla N° 40 Resultado de resistencia a la compresión*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
Progresiva	Distancia (m)	Área (cm <sup>2</sup> )	Rc (N/mm <sup>2</sup> )	F(KN)	Rc. (kg/cm <sup>2</sup> )	Rc. Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P - 1	1	23.25	12.53	24.6	128	116
P - 2	37	23.25	28.56	56.1	291	274
P - 3	74	23.25	42.65	83.7	435	395
P - 4	111	23.25	20.23	39.7	206	188
P - 5	148	23.25	10.14	20.6	103	94
P - 6	185	23.25	16.7	32.8	170	155
P - 7	222	23.25	16.01	31.4	163	148
P - 8	259	23.25	13.36	26.2	136	124
P - 9	296	23.25	7.19	14.1	73	67
P - 10	333	23.25	28.67	56.3	292	266
P - 11	370	23.25	11.53	22.6	117	117

Dónde

Rc.: Resistencia a la compresión

#### 4.9. Análisis de Ph, total solidos disueltos (TDS), salinidad, conductividad.

*Tabla N° 41 Resultado de Ph, TDS, salinidad, conductividad.*

ANÁLISIS DE TDS - SALINIDAD - CONDUCTIVIDAD					
Progresiva	Distancia (m)	PH	TDS mg/l	Salinidad (ppm)	Conductividad (µs/cm)
P - 1	1	10.48	960	1000	1915
P - 2	37	11.16	864	900	1728
P - 3	74	10.73	940	900	1881
P - 4	111	10.98	943	900	1877
P - 5	148	10.92	938	900	1875
P - 6	185	10.93	893	900	1887
P - 7	222	10.55	888	900	1777
P - 8	259	11.12	946	1000	1891
P - 9	296	11.14	910	900	1821
P - 10	333	10.86	893	900	1785
P - 11	370	11.16	1007	1000	2010

#### 4.10. Análisis de iones de sulfato y alcalinidad.

*Tabla N° 42 Resultado de análisis de sulfatos y alcalinidad*

<b>ANÁLISIS DE IONES DE SULFATO Y ALCALINIDAD</b>			
<b>Progresiva</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Sulfatos (ppmSO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)</b>	<b>Alcalinidad (ppm)</b>
P - 1	1	23.2	58.8
P - 2	37	13.2	47.7
P - 3	74	22.4	66.6
P - 4	111	22.6	60.6
P - 5	148	15.9	76.4
P - 6	185	16.7	29.4
P - 7	222	20.7	51.0
P - 8	259	15.0	98.0
P - 9	296	18.2	62.7
P - 10	333	21.2	64.7
P - 11	370	13.4	68.6

## CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

El índice de condición de pavimento (PCI) promedio ponderado para la sección evaluada, conformada por 5 cuadras de Av. 10 de Julio Huamachuco – La Libertad, resultó 41.6%, clasificándose como un pavimento bueno; sin embargo, se apreció en la inspección que existen losas que presentan fallas de severidad grave, a pesar que se encontraron estas fallas, no influyeron por presentar áreas no representativas comparadas con el área total inspeccionada.

En la cuadra 2, el índice de condición de pavimento (PCI) promedio fue de 29,2%, considerándose la cuadra más deteriorada por presentar el índice de condición de pavimento (PCI) más bajo. Las fallas determinantes fueron las grietas de bloque presentando severidad alta y losa dividida, presentando severidad media y alta.

En la cuadra 1 el índice de condición de pavimento (PCI) fue de 53.4%, siendo éste el índice de condición de pavimento (PCI) más alto, considerándose la cuadra que se encuentra en mejor estado.

Las fallas con mayor incidencia fueron las grietas longitudinales de severidad alta, grietas transversales de severidad moderada, grietas de bloque de severidad moderada y alta, daño del sello de la junta de severidad moderada, y parche grande de severidad moderada y alta, parche pequeño severidad moderada, estas fallas aceleraron el deterioro de las losas del pavimento rígido.

Superficialmente sabemos por las condiciones climáticas de la zona, el pavimento tiende a presentar fallas, debido a que no se usaron adecuadamente aditivos o quizás no usaron, un mal curado de la losa, pronta circulación de vehículos, juntas mal selladas, concreto debilitado; a esto se suma el clima de la ciudad, que si bien es seco y caluroso o frío y lluvioso; Además de todo por ser una zona minera.

Teniendo en cuenta el expediente técnico de la Av. 10 de julio, Huamachuco, su diseño de mezcla elaborado fue de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo a las especificaciones ASTM – C192, C31 y ASTM – C39; partiendo de estos datos se realizó el ensayo de resistencia a la compresión, dando como resultado lo siguiente: de los 11 testigos extraídos, tan solo 2 de ellos superan dicha resistencia que fueron tomados de la cuadra 2, con una resistencia a la compresión de (273.56 kg/cm<sup>2</sup> y 395.49 kg/cm<sup>2</sup>), mayor al  $f'c$  del expediente; teniendo dichos valores se encontró que los testigo extraídos en esta cuadra tenían un concreto uniformemente mezclado en proporción del agregado fino y grueso. Por lo que consiste en

algunos testigos (probetas) se encontró con un diámetro del agregado grueso muy grande, el cual no se debería usar. Ver figura N° 15, se muestra claramente que es agregado grueso de más de 3" de diámetro, dicho esto es que no es un concreto bien graduado, a esto se suma que en las especificaciones se indica que el espesor de la calzada es de 0.20 m, pero durante las extracciones de testigos en algunos puntos solo fue de 0.15 m. de espesor, siendo motivos por los cuales la pavimentación de la Av. 10 de Julio no es actualmente la mejor, por lo que se encuentra deteriorada y por ende tiene un corto periodo de vida. Todo esto teniendo en cuenta la norma técnica de edificaciones NTE-050, y de la misma manera la verificación del diseño de pavimento con la norma vigente CE-010.

En el expediente se dice que se usa piedra chancada, en contrario se encontró piedra de canto rodado y con una granulometría variada que no es como indica el expediente.

En la cuadra 4 de la Av. 10 de Julio, se obtuvo la progresiva 5 teniendo como resultado una resistencia a la compresión de 94.03 kg/cm<sup>2</sup>, fue el testigo que menos resistencia a la compresión tenía, esto indica que la dosificación que se usó en ese momento no era uniforme ni adecuada, por tal motivo se obtuvo la resistencia más baja del área en estudio; teniendo en cuenta que en todo el tramo el comportamiento no es uniforme a causa de dicha dosificación, a esto se suman los cambios climáticos variados, a las intensas lluvias y calor, respectivamente, según sea la temporada.



## CONCLUSIONES

- La calidad actual del pavimento de Av. 10 de Julio, Huamachuco – La Libertad, se clasificó como un pavimento regular; sin embargo, existen losas que presentan fallas de severidad grave; éstas fallas no influyeron, por presentar áreas no representativas comparadas con el área total inspeccionada. El resultado promedio del índice de condición del pavimento rígido (PCI) de 5 unidades de muestreo presentes en las 5 cuadras del tramo de Av. 10 de Julio, Huamachuco – La Libertad, es de 41.6%.
- El grado de severidad que presentaron las fallas es ligero, moderado y alto. Las fallas más frecuentes son grietas longitudinales de severidad alta, grietas transversales de severidad moderada, grietas de bloque de severidad moderada y alta, daño del sello de la junta de severidad moderada, y parche grande de severidad moderada y alta, parche pequeño severidad moderada, teniendo mayor severidad en la cuadra 2 y cuadra 3. En cuanto los resultados de ensayos de absorción, densidad, porosidad, permeabilidad y capilaridad; los resultados muestran que la progresiva 2 tiene menor absorción y mayor porosidad, menos densa y tiene mayor permeabilidad, y la progresiva 2 es la que mejores resultados positivos se obtuvieron.
- Al evaluar las propiedades químicas del pavimento en la avenida 10 de Julio, independiente de la distancia, el pH está en un rango entre 10 y 11, demostrando de esta manera, que tiene un pH ácido, la salinidad tiene valores de 900 y 1000 ppm, para toda la progresiva de concreto; la conductividad entre 1700 y 2010  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y los sólidos totales disueltos están en un rango entre 860 y 1000 mg/L.
- Analizando y comparando las resistencias a la compresión, según el expediente técnico nuestros resultados fueron: según su diseño de mezcla elaborado y tomados con diamantina, fue de  $f'c$  210  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; tan solo 2 testigos superan dicha resistencia a la compresión de (273.56  $\text{kg}/\text{cm}^2$  y 395.49  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), mayor al  $f'c$  del expediente; y el que menos resistencia se obtuvo fue de la progresiva 5, teniendo como resultado una resistencia a la compresión de ( $f'c$ ) 94.03  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; el promedio de todas las progresivas dan como resultado una resistencia a la compresión de 176.73  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; demostrando así que el pavimento rígido se encuentra en mal estado o baja calidad.
- El expediente técnico, se trabajó con la norma técnica de edificaciones NTE-0.50, y nosotros corroborando la calidad de dicho pavimento, con ayuda de la norma vigente CE-010, del pavimento urbano, de concluyó que la resistencia a la compresión no alcanzó los

valores requeridos, dado que la norma CE-010, nos dice que debemos llegar al 80% de  $f'c$  del diseño de mezcla inicial, es decir  $168 \text{ kg/cm}^2$ , para lo cual 7 de las 11 probetas, no llegaron a dicho valor, inclusive la progresiva P-4, llegó a  $188 \text{ kg/cm}^2$ ; pero las demás, superaron el valor del diseño de mezcla inicial.

- Al evaluar las fallas de las juntas, se concluye que no tenían un compuesto elástico y adhesivo, y eso debido al desgaste de los bordes de las losas. Según los resultados obtenidos, el estado actual del pavimento rígido en las cuadras 2, 3, 4, 5 y 6 Av. 10 de Julio, Huamachuco – La Libertad, arrojó un pavimento rígido de mala calidad.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar la influencia de la humedad, así como las bajas temperaturas presentes en cada localidad.
- Se recomienda dar mayor énfasis al control de calidad y las condiciones meteorológicas, como la humedad y temperatura en zonas de calor y frío; dado que la supervisión de toda obra, es la responsable de la calidad de un buen pavimento
- Se recomienda tener el cuidado necesario en el proceso de curado de los pavimentos, en toda obra de construcción.
- Se recomienda, seguir el expediente técnico, en las ejecuciones de obra, dado que, en dicho expediente, se han tomado las consideraciones necesarias para una buena ejecución y un buen producto final, independientemente del tiempo.
- Se recomienda utilizar aditivos especiales para contrarrestar los cambios bruscos de temperatura en la sierra Peruana.

## REFERENCIAS

1. Asociación de productores del cemento del Perú (ASOCEM - 2000), Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos.
2. Carreón, Loyola (2009). Investigación “Mejora de la productividad para los procesos de pavimentación con concreto hidráulico de vías”. Ecuador.
3. Díaz Misael, (2017). Diseño de pavimentos. Duran L, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes. [http://www.academia.edu/12904147/CURSO\\_CAMINO\\_II](http://www.academia.edu/12904147/CURSO_CAMINO_II)
4. Durán Luis Felipe, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes. [http://www.academia.edu/12904147/CURSO\\_CAMINO\\_II](http://www.academia.edu/12904147/CURSO_CAMINO_II)
5. Espinoza Ordinola T, (2010). Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica los Angeles de Chimbote. Facultad de Ingeniería.
6. Expediente técnico, (2001). Pavimento Av. 10 de julio (Cdrs. 2,3,4,5 y 6. Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión – Huamachuco
7. JNE Autoridades regionales y municipales 2017. [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Huamachuco](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Huamachuco).
8. Manual de Carreteras Conservación Vial - Ministerio de Transportes. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4877.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf).
9. Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos”. De la Asistencia Técnica en Estudios de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao- Perú.
10. Manual de laboratorio de tecnología del cemento y concreto - Universidad Nacional de Trujillo.
11. Miranda Rebolledo (2010). Investigación “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”. Universidad Austral de Chile. Chile.
12. Norma CE.010 pavimentos urbanos. Reglamento nacional de edificaciones.

13. Norma técnica de edificaciones E -10
14. Norma técnica de edificaciones E - 0.50.
15. Norma de (Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte, AASHTO - 1993) - Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.
16. Norma de la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM 5340) (1998). Método de evaluación.
17. Pavimentos de concreto – estado de arte de los pavimentos en el Perú.  
<http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-Perú>
18. Pino A, (2017) diagrama esfuerzo- deformación.
19. Shiraz Tayabji, et. al. (2009). Construcción y tecnología en concreto: pavimentos  
<http://www.imcyc.com/revistacyt/may10/pavimentos.htm>.
20. Tulio, J, (2010), en su tesis determinación y evolución de las fallas del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba.

## APÉNDICE

### 1. Ensayo de absorción.

**Tabla N° 43** Datos y resultado de ensayo de absorción

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
Progresiva	Distancia (m)	Wn (g)	B (g)	C (g)	A (g)	Abs. (%)
P - 1	1	542.97	550.27	312.38	531.32	3.57
P - 2	37	482.23	494.07	268.46	464.04	6.47
P - 3	74	550.87	558.21	318.71	541.25	3.13
P - 4	111	536.08	545.64	308.62	523.90	4.15
P - 5	148	514.10	523.79	294.24	497.75	5.23
P - 6	185	561.69	573.88	322.55	545.32	5.24
P - 7	222	517.79	527.49	291.64	503.11	4.85
P - 8	259	546.38	557.38	305.22	524.21	6.33
P - 9	296	540.07	549.64	308.65	523.22	5.05
P - 10	333	536.96	549.22	304.26	520.06	5.61
P - 11	370	251.77	259.84	147.32	242.63	7.09

### 2. Ensayo de densidad.

**Tabla N° 44** Datos y resultado de ensayo de densidad

ENSAYO DE DENSIDAD									
Progresiva	Distancia (m)	Wn (g)	B (g)	C (g)	A (g)	Dimensiones		V (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
						$\phi$ (cm)	H (cm)		
P - 1	1	542.97	550.27	312.38	531.32	5.441	9.95	231.42	<b>2227.89</b>
P - 2	37	482.23	494.07	268.46	464.04	5.441	9.36	217.73	<b>2051.68</b>
P - 3	74	550.87	558.21	318.71	541.25	5.441	9.97	231.70	<b>2254.27</b>
P - 4	111	536.08	545.64	308.62	523.90	5.441	9.90	230.07	<b>2204.84</b>
P - 5	148	514.10	523.79	294.24	497.75	5.441	9.59	222.98	<b>2162.95</b>
P - 6	185	561.69	573.88	322.55	545.32	5.441	10.55	245.18	<b>2164.31</b>
P - 7	222	517.79	527.49	291.64	503.11	5.441	9.72	225.93	<b>2127.84</b>
P - 8	259	546.38	557.38	305.22	524.21	5.441	10.64	247.35	<b>2073.68</b>
P - 9	296	540.07	549.64	308.65	523.22	5.441	10.01	232.75	<b>2165.70</b>
P - 10	333	536.96	549.22	304.26	520.06	5.441	10.16	236.28	<b>2117.73</b>
P - 11	370	251.77	259.84	147.32	242.63	5.441	4.89	113.77	<b>2150.94</b>

### 3. Ensayo de porosidad.

*Tabla N° 45 Datos y resultado de ensayo de porosidad*

ENSAYO DE POROSIDAD						
Progresiva	Distancia (m)	Wn (g)	B (g)	C (g)	A (g)	P (%)
P - 1	1	542.97	550.27	312.38	531.32	<b>70.09</b>
P - 2	37	482.23	494.07	268.46	464.04	<b>72.85</b>
P - 3	74	550.87	558.21	318.71	541.25	<b>69.83</b>
P - 4	111	536.08	545.64	308.62	523.90	<b>69.76</b>
P - 5	148	514.10	523.79	294.24	497.75	<b>69.16</b>
P - 6	185	561.69	573.88	322.55	545.32	<b>69.07</b>
P - 7	222	517.79	527.49	291.64	503.11	<b>72.51</b>
P - 8	259	546.38	557.38	305.22	524.21	<b>71.75</b>
P - 9	296	540.07	549.64	308.65	523.22	<b>69.52</b>
P - 10	333	536.96	549.22	304.26	520.06	<b>70.93</b>
P - 11	370	251.77	259.84	147.32	242.63	<b>64.70</b>

Dónde:

**Wn:** Peso natural muestra (g)

**A:** Peso seco (g)

**B:** Peso superficialmente seco (g)

**C:** Peso sumergido (g)

**ABS:** Absorción

$\phi$ : Diámetro (cm)

**H:** Altura (cm)

**V:** Volumen (cm<sup>3</sup>)

$\rho$ : Densidad (g/cm<sup>3</sup>)

**P:** Porosidad (%)

#### 4. Ensayo de permeabilidad.

**Tabla N° 46** Datos y resultado de ensayo de porosidad

ENSAYO DE PERMEABILIDAD								
Progresiva	Distancia (m)	Ws (g)	Ws+d (g)	Wi (g)	Wf (g)	$\phi$ (cm)	L (cm)	Flujo (Q)
P - 1	1	531.32	531.78	88.24	85.5	3.661	2.88	0.000002692
P - 2	37	464.04	463.64	88.24	83.64	3.661	2.77	0.000002799
P - 3	74	541.25	543.43	88.24	81.93	3.661	2.34	0.000003313
P - 4	111	523.90	526.34	88.24	81.47	3.661	2.63	0.000002948
P - 5	148	497.75	497.29	88.24	81.49	3.661	2.63	0.000002948
P - 6	185	545.32	546.73	88.24	86.99	3.661	2.95	0.000002628
P - 7	222	503.11	501.16	88.24	83.97	3.661	2.79	0.000002779
P - 8	259	524.21	524.24	88.24	82.38	3.661	2.71	0.000002861
P - 9	296	523.22	524.39	88.24	75.16	3.661	2.3	0.000003371
P - 10	333	520.06	520.09	88.24	78.96	3.661	2.41	0.000003217
P - 11	370	242.63	251.88	88.24	86.43	3.661	2.91	0.000002664

<b>K =</b>	0.000000024
<b>H =</b>	88.24

Dónde:

**Ws:** Peso seco (g)

**Ws+d:** Peso seco +deposito (g)

**Wi:** Peso inicial de agua (g)

**Wf:** Peso final de agua (g)

$\phi$ : Diámetro (cm)

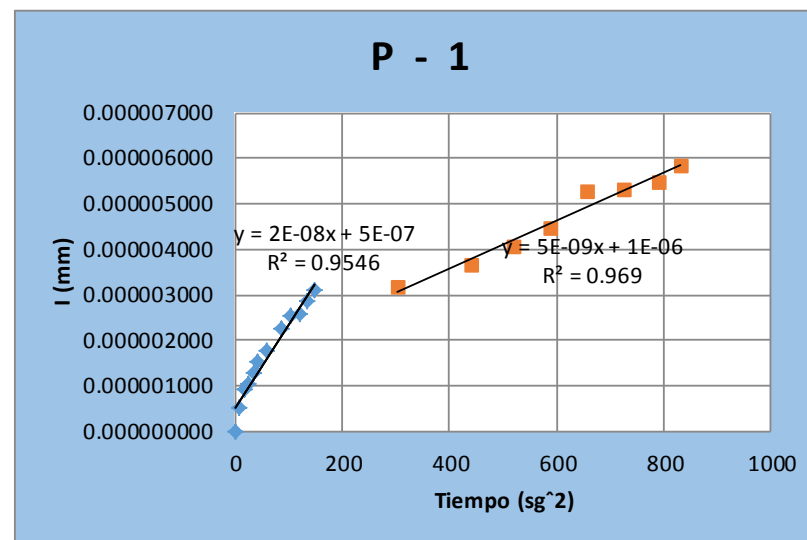
**L:** Altura (cm)



## 5. Ensayo de capilaridad

**Tabla N° 47** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 1

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 1					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Días	s				
0 m	0	0	532.59	0.00	0.0000
1 m	60	8	533.84	1.25	0.00000054
5 m	300	17	534.78	2.19	0.00000094
10 m	600	24	535.03	2.44	0.00000105
20 m	1200	35	535.54	2.95	0.00000127
30 m	1800	42	536.11	3.52	0.00000151
1 h	3600	60	536.75	4.16	0.00000179
2 h	7200	85	537.87	5.28	0.00000227
3 h	10800	104	538.48	5.89	0.00000253
4 h	14400	120	538.62	6.03	0.00000259
5 h	18000	134	539.25	6.66	0.00000286
6 h	21600	147	539.8	7.21	0.00000310
1	92220	304	540.04	7.45	0.00000320
2	193200	440	541.11	8.52	0.00000366
3	268500	518	542.03	9.44	0.00000406
4	345600	588	542.97	10.38	0.00000446
5	432000	657	544.87	12.28	0.00000528
6	527580	726	545.01	12.42	0.00000534
7	622200	789	545.38	12.79	0.00000550
8	691200	831	546.22	13.63	0.00000586

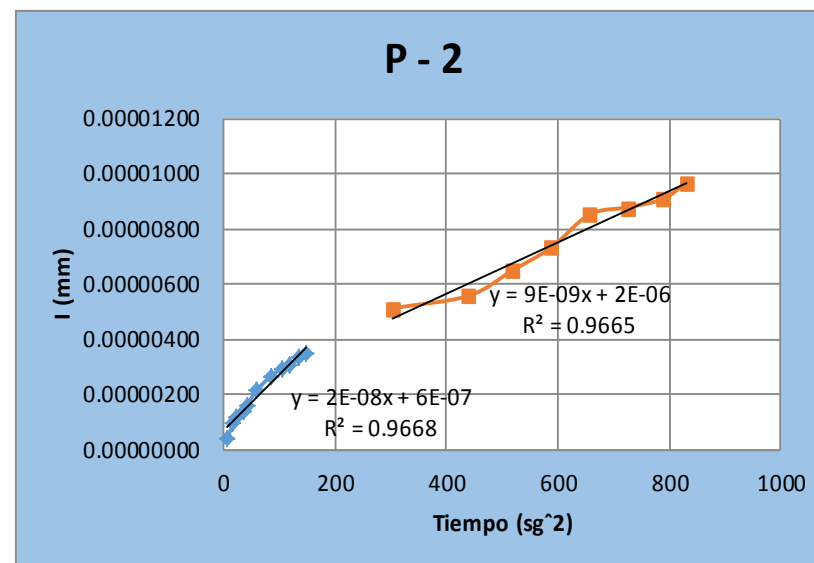


Absorción inicial	
r=	0.977

Absorción final	
r=	0.98

**Tabla N° 48** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 2

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 2					
Tiempo		$\sqrt{tiempo}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Días	s				
0 m	0	0	465.07	0.00	0.0000
1 m	60	8	466.03	0.96	0.00000041
5 m	300	17	467.26	2.19	0.00000094
10 m	600	24	467.82	2.75	0.00000118
20 m	1200	35	468.33	3.26	0.00000140
30 m	1800	42	468.83	3.76	0.00000162
1 h	3600	60	470.06	4.99	0.00000215
2 h	7200	85	471.26	6.19	0.00000266
3 h	10800	104	471.85	6.78	0.00000292
4 h	14400	120	472.22	7.15	0.00000308
5 h	18000	134	472.76	7.69	0.00000331
6 h	21600	147	473.21	8.14	0.00000350
1	92220	304	476.97	11.90	0.00000512
2	193200	440	478.02	12.95	0.00000557
3	268500	518	480.15	15.08	0.00000649
4	345600	588	482.08	17.01	0.00000732
5	432000	657	484.88	19.81	0.00000852
6	527580	726	485.48	20.41	0.00000878
7	622200	789	486.18	21.11	0.00000908
8	691200	831	487.58	22.51	0.00000968

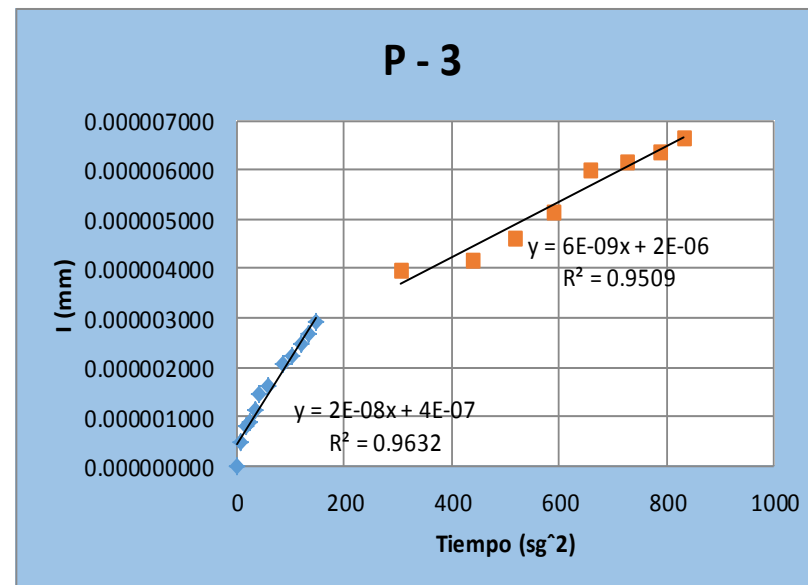


Absorción inicial	
r=	0.98

Absorción final	
r=	0.98

**Tabla N° 49** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 3

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 3					
Tiempo		$\sqrt{tiempo}$ (s0.5)	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s		(g)	(g)	I (mm)
0 m	0	0	542.43	0.00	0.000000000
1 m	60	8	543.52	1.09	0.000000469
5 m	300	17	544.28	1.85	0.000000796
10 m	600	24	544.48	2.05	0.000000882
20 m	1200	35	545.07	2.64	0.000001135
30 m	1800	42	545.77	3.34	0.000001437
1 h	3600	60	546.21	3.78	0.000001626
2 h	7200	85	547.2	4.77	0.000002052
3 h	10800	104	547.57	5.14	0.000002211
4 h	14400	120	548.13	5.70	0.000002452
5 h	18000	134	548.63	6.20	0.000002667
6 h	21600	147	549.2	6.77	0.000002912
1	92220	304	551.7	9.27	0.000003987
2	193200	440	552.17	9.74	0.000004189
3	268500	518	553.22	10.79	0.000004641
4	345600	588	554.38	11.95	0.000005140
5	432000	657	556.43	14.00	0.000006022
6	527580	726	556.77	14.34	0.000006168
7	622200	789	557.26	14.83	0.000006378
8	691200	831	557.92	15.49	0.000006662

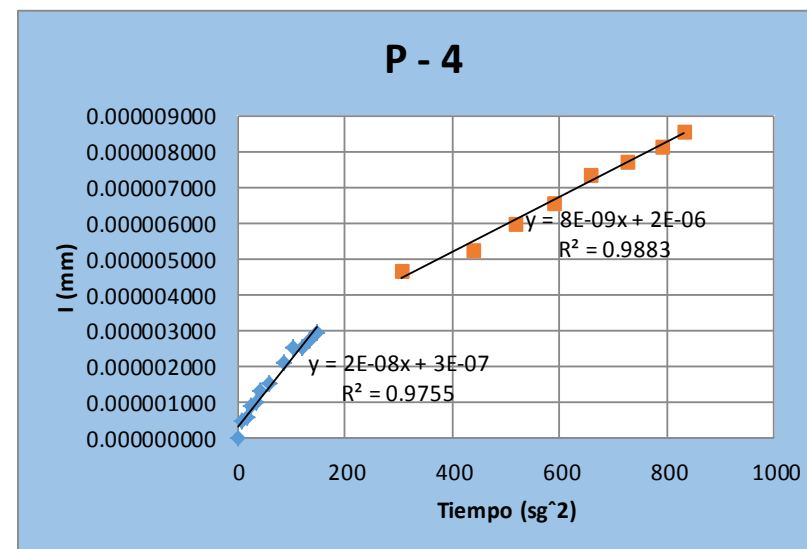


Absorción inicial	
r=	0.98142753

Absorción final	
r=	0.97514102

**Tabla N° 50** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 4

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 4					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Días	s				
0 m	0	0	524.99	0.00	0.000000000
1 m	60	8	526.09	1.10	0.000000473
5 m	300	17	526.33	1.34	0.000000576
10 m	600	24	527.05	2.06	0.000000886
20 m	1200	35	527.25	2.26	0.000000972
30 m	1800	42	527.99	3.00	0.000001290
1 h	3600	60	528.56	3.57	0.000001535
2 h	7200	85	529.79	4.80	0.000002065
3 h	10800	104	530.79	5.80	0.000002495
4 h	14400	120	530.86	5.87	0.000002525
5 h	18000	134	531.33	6.34	0.000002727
6 h	21600	147	531.82	6.83	0.000002938
1	92220	304	535.83	10.84	0.000004662
2	193200	440	537.16	12.17	0.000005234
3	268500	518	538.95	13.96	0.000006004
4	345600	588	540.28	15.29	0.000006576
5	432000	657	542.04	17.05	0.000007333
6	527580	726	542.97	17.98	0.000007733
7	622200	789	543.88	18.89	0.000008125
8	691200	831	544.91	19.92	0.000008568

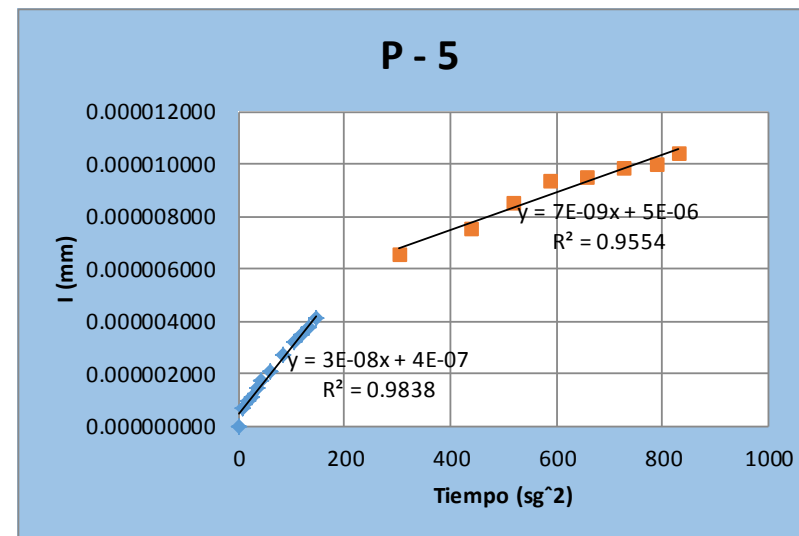


Absorción inicial	
r=	0.98767404

Absorción final	
r=	0.99413279

**Tabla N° 51** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 5

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 5					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Dias	s				
0 m	0	0	498.84	0.00	0.000000000
1 m	60	8	500.35	1.51	0.000000649
5 m	300	17	501.07	2.23	0.000000959
10 m	600	24	501.4	2.56	0.000001101
20 m	1200	35	502.16	3.32	0.000001428
30 m	1800	42	502.83	3.99	0.000001716
1 h	3600	60	503.68	4.84	0.000002082
2 h	7200	85	505.23	6.39	0.000002748
3 h	10800	104	506.32	7.48	0.000003217
4 h	14400	120	506.97	8.13	0.000003497
5 h	18000	134	507.56	8.72	0.000003751
6 h	21600	147	508.34	9.50	0.000004086
1	92220	304	514.12	15.28	0.000006572
2	193200	440	516.33	17.49	0.000007523
3	268500	518	518.67	19.83	0.000008529
4	345600	588	520.6	21.76	0.000009359
5	432000	657	520.91	22.07	0.000009492
6	527580	726	521.74	22.90	0.000009849
7	622200	789	522.13	23.29	0.000010017
8	691200	831	523.01	24.17	0.000010396

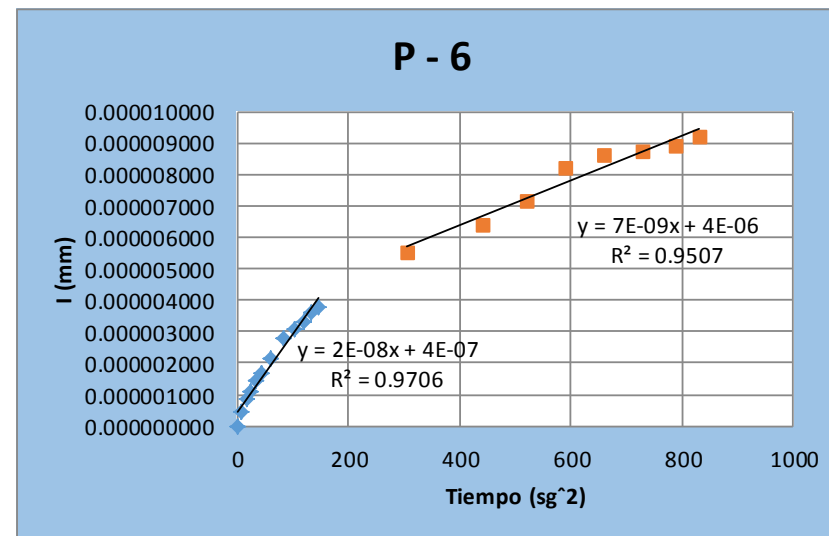


Absorción inicial
r= 0.99186693

Absorción final
r= 0.97744565

**Tabla N° 52** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 6

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 6					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Dias	s				
0 m	0	0	546.58	0.00	0.000000000
1 m	60	8	547.61	1.03	0.000000443
5 m	300	17	548.61	2.03	0.000000873
10 m	600	24	549.16	2.58	0.000001110
20 m	1200	35	549.95	3.37	0.000001449
30 m	1800	42	550.45	3.87	0.000001665
1 h	3600	60	551.6	5.02	0.000002159
2 h	7200	85	553.13	6.55	0.000002817
3 h	10800	104	553.74	7.16	0.000003080
4 h	14400	120	554.27	7.69	0.000003308
5 h	18000	134	554.93	8.35	0.000003591
6 h	21600	147	555.41	8.83	0.000003798
1	92220	304	559.48	12.90	0.000005548
2	193200	440	561.52	14.94	0.000006426
3	268500	518	563.19	16.61	0.000007144
4	345600	588	565.7	19.12	0.000008224
5	432000	657	566.63	20.05	0.000008624
6	527580	726	566.92	20.34	0.000008748
7	622200	789	567.39	20.81	0.000008951
8	691200	831	567.97	21.39	0.000009200

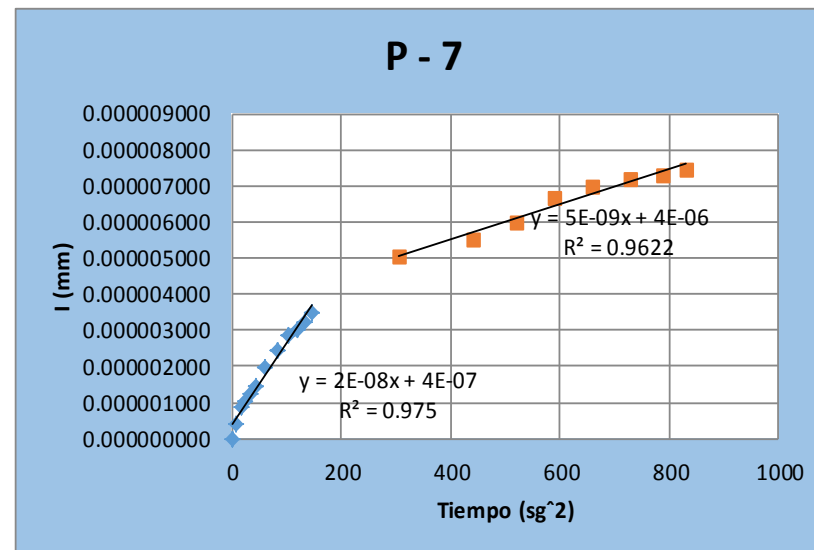


Absorción inicial	
r=	0.98519034

Absorción final	
r=	0.97503846

**Tabla N° 53** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 7

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 7					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$ (s <sup>0.5</sup> )	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s		(g)	(g)	I (mm)
0 m	0	0	504.26	0.00	0.000000000
1 m	60	8	505.18	0.92	0.000000396
5 m	300	17	506.34	2.08	0.000000895
10 m	600	24	506.63	2.37	0.000001019
20 m	1200	35	507.12	2.86	0.000001230
30 m	1800	42	507.69	3.43	0.000001475
1 h	3600	60	508.84	4.58	0.000001970
2 h	7200	85	509.93	5.67	0.000002439
3 h	10800	104	510.94	6.68	0.000002873
4 h	14400	120	511.29	7.03	0.000003024
5 h	18000	134	511.8	7.54	0.000003243
6 h	21600	147	512.43	8.17	0.000003514
1	92220	304	516.05	11.79	0.000005071
2	193200	440	517.07	12.81	0.000005510
3	268500	518	518.23	13.97	0.000006009
4	345600	588	519.8	15.54	0.000006684
5	432000	657	520.56	16.30	0.000007011
6	527580	726	520.98	16.72	0.000007191
7	622200	789	521.19	16.93	0.000007282
8	691200	831	521.65	17.39	0.000007480

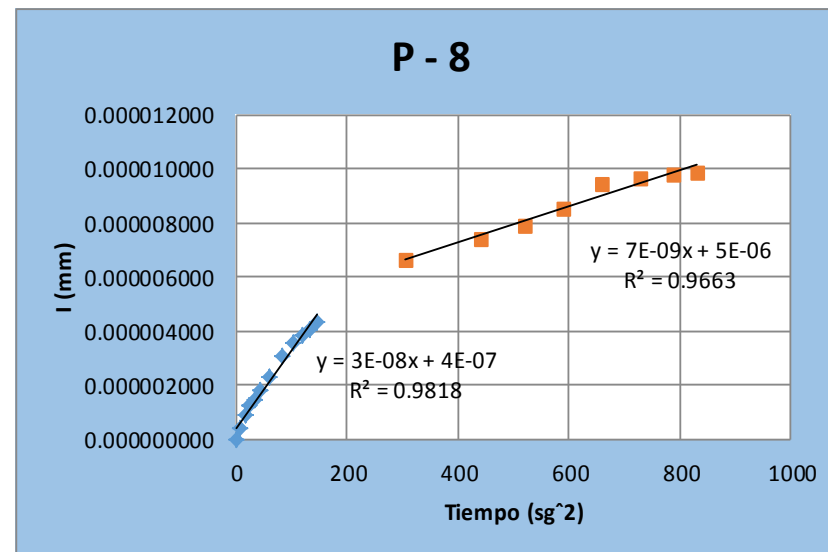


Absorción inicial	
r=	0.98742088

Absorción final	
r=	0.98091794

**Tabla N° 54** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 8

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 8					
Tiempo		$\sqrt{t_{\text{tiempo}}}$ (s <sup>0.5</sup> )	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Días	s				
0 m	0	0	525.59	0.00	0.000000000
1 m	60	8	526.58	0.99	0.000000426
5 m	300	17	527.68	2.09	0.000000899
10 m	600	24	528.41	2.82	0.000001213
20 m	1200	35	528.93	3.34	0.000001437
30 m	1800	42	529.77	4.18	0.000001798
1 h	3600	60	530.9	5.31	0.000002284
2 h	7200	85	532.66	7.07	0.000003041
3 h	10800	104	533.79	8.20	0.000003527
4 h	14400	120	534.45	8.86	0.000003811
5 h	18000	134	535.02	9.43	0.000004056
6 h	21600	147	535.68	10.09	0.000004340
1	92220	304	541.07	15.48	0.000006658
2	193200	440	542.8	17.21	0.000007402
3	268500	518	543.89	18.30	0.000007871
4	345600	588	545.45	19.86	0.000008542
5	432000	657	547.51	21.92	0.000009428
6	527580	726	547.99	22.40	0.000009634
7	622200	789	548.34	22.75	0.000009785
8	691200	831	548.59	23.00	0.000009892



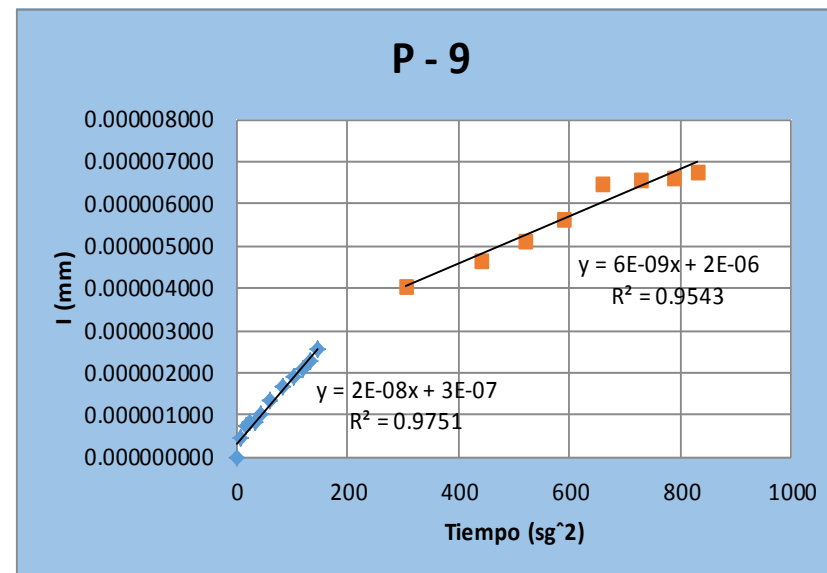
Absorción inicial	
r=	0.99908959

Absorción final	
r=	0.9830056



**Tabla N° 55** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 9

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 9					
Tiempo		$\sqrt{tiempo}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Días	s				
0 m	0	0	524.73	0.00	0.000000000
1 m	60	8	525.84	1.11	0.000000477
5 m	300	17	526.44	1.71	0.000000735
10 m	600	24	526.63	1.90	0.000000817
20 m	1200	35	526.63	1.90	0.000000817
30 m	1800	42	527.06	2.33	0.000001002
1 h	3600	60	527.88	3.15	0.000001355
2 h	7200	85	528.64	3.91	0.000001682
3 h	10800	104	529.13	4.40	0.000001892
4 h	14400	120	529.6	4.87	0.000002095
5 h	18000	134	530.06	5.33	0.000002292
6 h	21600	147	530.65	5.92	0.000002546
1	92220	304	534.16	9.43	0.000004056
2	193200	440	535.56	10.83	0.000004658
3	268500	518	536.71	11.98	0.000005153
4	345600	588	537.8	13.07	0.000005622
5	432000	657	539.81	15.08	0.000006486
6	527580	726	539.98	15.25	0.000006559
7	622200	789	540.18	15.45	0.000006645
8	691200	831	540.43	15.70	0.000006753

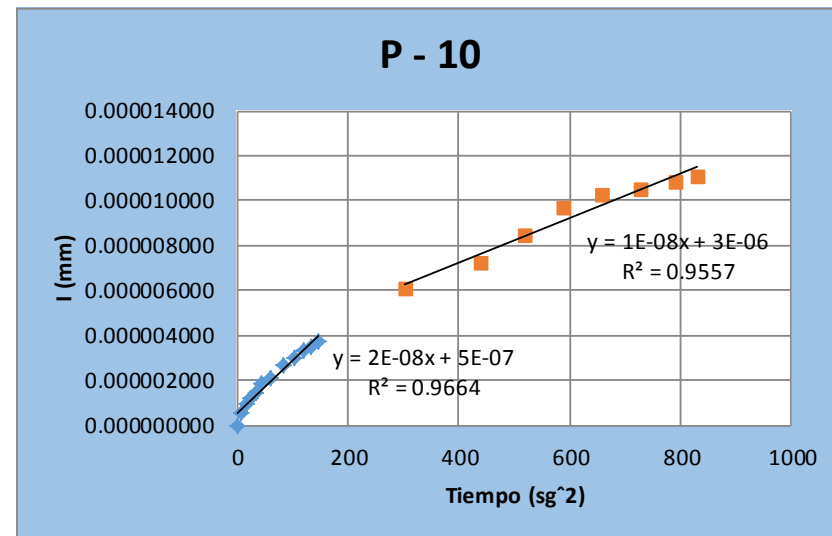


Absorción inicial	
r=	0.98747152

Absorción final	
r=	0.9768828

**Tabla N° 56** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 10

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 10					
Tiempo		$\sqrt{tiempo}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Dias	s				
0 m	0	0	521.21	0.00	0.000000000
1 m	60	8	522.58	1.37	0.000000589
5 m	300	17	523.5	2.29	0.000000985
10 m	600	24	523.98	2.77	0.000001191
20 m	1200	35	524.59	3.38	0.000001454
30 m	1800	42	525.61	4.40	0.000001892
1 h	3600	60	526.05	4.84	0.000002082
2 h	7200	85	527.34	6.13	0.000002637
3 h	10800	104	528.17	6.96	0.000002994
4 h	14400	120	528.9	7.69	0.000003308
5 h	18000	134	529.37	8.16	0.000003510
6 h	21600	147	529.99	8.78	0.000003776
1	92220	304	535.49	14.28	0.000006142
2	193200	440	538.04	16.83	0.000007239
3	268500	518	540.96	19.75	0.000008495
4	345600	588	543.77	22.56	0.000009703
5	432000	657	545.09	23.88	0.000010271
6	527580	726	545.61	24.40	0.000010495
7	622200	789	546.44	25.23	0.000010852
8	691200	831	546.98	25.77	0.000011084

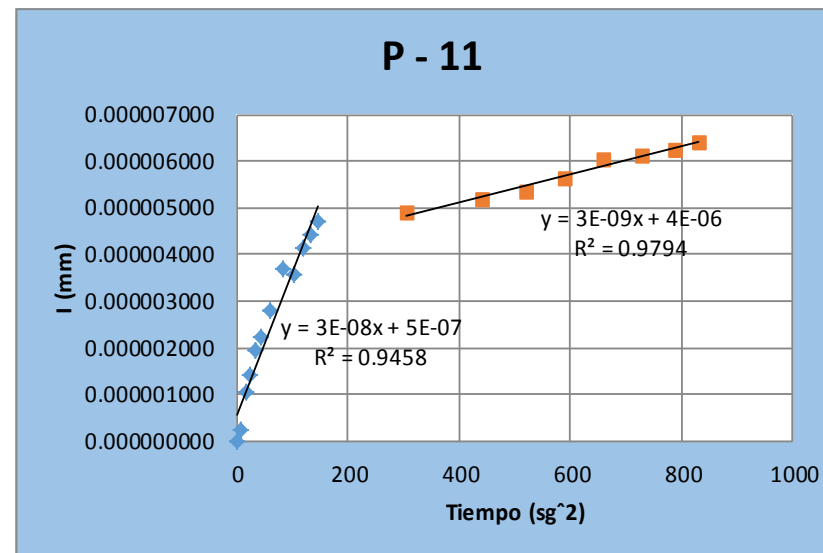


Absorción inicial	
r=	0.98305646

Absorción final	
r=	0.9775991

**Tabla N° 57** Datos y resultado de ensayo de capilaridad – progresiva 11

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 11					
Tiempo		$\sqrt{tiempo}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density I (mm)
Dias	s				
0 m	0	0	245.96	0.00	0.000000000
1 m	60	8	246.49	0.53	0.000000228
5 m	300	17	248.42	2.46	0.000001058
10 m	600	24	249.27	3.31	0.000001424
20 m	1200	35	250.5	4.54	0.000001953
30 m	1800	42	251.17	5.21	0.000002241
1 h	3600	60	252.5	6.54	0.000002813
2 h	7200	85	254.5	8.54	0.000003673
3 h	10800	104	254.22	8.26	0.000003553
4 h	14400	120	255.62	9.66	0.000004155
5 h	18000	134	256.25	10.29	0.000004426
6 h	21600	147	256.9	10.94	0.000004705
1	92220	304	257.35	11.39	0.000004899
2	193200	440	257.99	12.03	0.000005174
3	268500	518	258.43	12.47	0.000005363
4	345600	588	259.06	13.10	0.000005634
5	432000	657	259.98	14.02	0.000006030
6	527580	726	260.23	14.27	0.000006138
7	622200	789	260.52	14.56	0.000006262
8	691200	831	260.88	14.92	0.000006417



Absorción inicial
r= 0.97252249

Absorción final
r= 0.9896464

## 6. Resistencia a la compresión.

**Tabla N° 58** Datos y resultado de resistencia a la compresión.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
Progresiva	Distancia (m)	Diámetro (cm)	Rc (N/mm <sup>2</sup> )	F(KN)	Rc. (kg/cm <sup>2</sup> )	Rc. Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
P - 1	1	5.08	12.53	24.6	128	116
P - 2	37	5.08	28.56	56.1	291	274
P - 3	74	5.08	42.65	83.7	435	395
P - 4	111	5.08	20.23	39.7	206	188
P - 5	148	5.08	10.14	20.6	103	94
P - 6	185	5.08	16.7	32.8	170	155
P - 7	222	5.08	16.01	31.4	163	148
P - 8	259	5.08	13.36	26.2	136	124
P - 9	296	5.08	7.19	14.1	73	67
P - 10	333	5.08	28.67	56.3	292	266
P - 11	370	5.08	11.53	22.6	117	117

Dónde:

**Rc:** Resistencia a la compresión

**F:** Fuerza

## 7. Análisis químicos de Ph. Tds, Salinidad, Conductividad.

**Tabla N° 59** Datos y resultado de Ph. Tds, Salinidad, Conductividad.

	(TDS) mg/l	SALINIDAD %	CONDUCTIVIDAD (µs/cm)
AGUA	1037	0.10	0.00
AGUA DESTILADA	2.62	0.00	5.41

Dónde:

**TDS:** Total de sólidos disueltos

ANÁLISIS DE TDS - SALINIDAD - CONDUCTIVIDAD					
Progresiva	Distancia (m)	PH	TDS mg/l	Salinidad %	Conductividad (µs/cm)
P - 1	1	10.48	960	1000	1915
P - 2	37	11.16	864	900	1728
P - 3	74	10.73	940	900	1881
P - 4	111	10.98	943	900	1877
P - 5	148	10.92	938	900	1875
P - 6	185	10.93	893	900	1887
P - 7	222	10.55	888	900	1777
P - 8	259	11.12	946	1000	1891
P - 9	296	11.14	910	900	1821
P - 10	333	10.86	893	900	1785
P - 11	370	11.16	1007	1000	2010

## 8. Análisis químicos de Sulfatos

Tabla N°60 Datos y resultado de sulfatos

ANÁLISIS DE IONES DE SULFATO			
Progresiva	Distancia (m)	Absorbancia	Sulfatos (ppmSO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )
P - 1	1	0.204	23.2
P - 2	37	0.108	13.15
P - 3	74	0.196	22.37
P - 4	111	0.198	22.57
P - 5	148	0.134	15.87
P - 6	185	0.142	16.71
P - 7	222	0.180	20.69
P - 8	259	0.126	15.03
P - 9	296	0.156	18.18
P - 10	333	0.186	21.23
P - 11	370	0.110	13.36

## 9. Análisis Químicos de Alcalinidad.

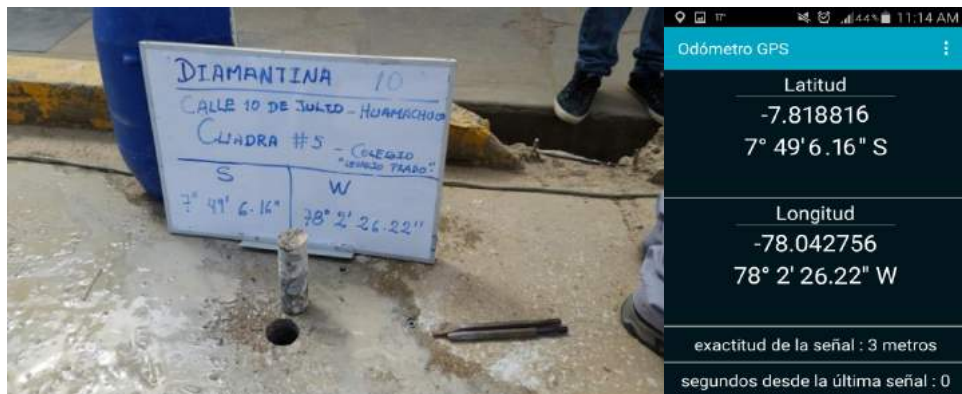
*Tabla N° 61 Datos y resultado de alcalinidad.*

ANÁLISIS DE ALCALINIDAD		
Progresiva	Distancia (m)	Alcalinidad (ppm)
P - 1	1	58.8
P - 2	37	47.70
P - 3	74	66.64
P - 4	111	60.64
P - 5	148	76.44
P - 6	185	29.40
P - 7	222	50.96
P - 8	259	98.00
P - 9	296	62.72
P - 10	333	64.68
P - 11	370	68.60

**ANEXOS.**

# ***Anexo 1:***

## **Panel fotográfico.**



**Figura N.º 15** Perforación y extracción con diamantina

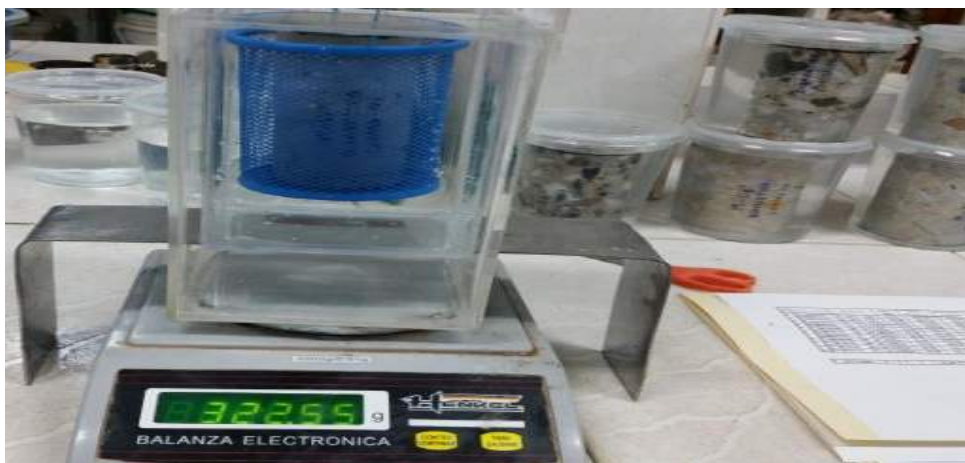


**Figura N.º 16** Peso y medidas de testigos





**Figura N.º 17** Testigos sumergidos en agua destilada



**Figura N.º 18** Testigos sumergidos – Arquímedes



*Figura N.º 19*      *Contenido de humedad*



*Figura N.º 20*      *Capilaridad*



**Figura N.º 21** Prueba Los Ángeles



**Figura N.º 22** Permeabilidad



**Figura N.º 23** Resistencia a compresión

# ***Anexo N° 2:***

## **Expediente Técnico**

### **Pavimentación Av. 10 de Julio (CDRs. 2, 3, 4, 5y 6).**



# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SANCHEZ CARRION HUAMACHUCO

## EXPEDIENTE TÉCNICO

PROYECTO:

"PAVIMENTACION AV. 10 DE JULIO (CDRs. 2,3,4,5 y 6)"

UBICACIÓN :

REGIÓN :	LA LIBERTAD
PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO

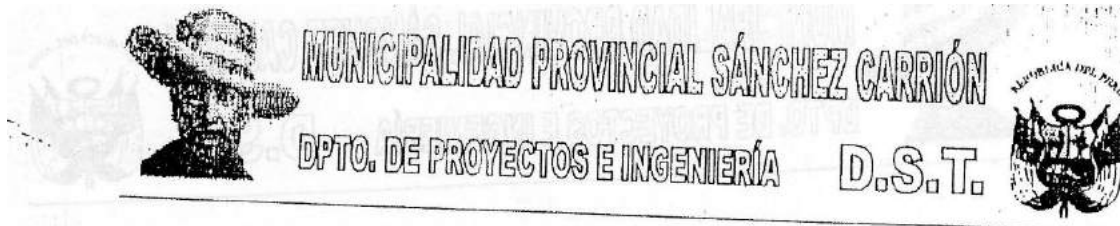


HUAMACHUCO: Abril del 2001

## CONTENIDO

- † INTRODUCCIÓN
- † MEMORIA DESCRIPTIVA
- † CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIDAD
- † ESTUDIO DE SUELOS
- † ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- † METRADO
- † RESUMEN COSTO TOTAL DE FINANCIAMIENTO
- † DEDUCCIÓN DEL COSTO DE FINANCIAMIENTO
- † PRESUPUESTO ANALÍTICO
- † PRESUPUESTO COSTO DIRECTO DE OBRA
- † PRESUPUESTO POR COMPONENTES Y COSTOS
- † GRAFICO: INVERSIÓN DE COMPONENTES DEL C.D.
- † INSUMOS DEL PROYECTO
- † ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS
- † CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA
- † PLANOS





## II.- MEMORIA DESCRIPTIVA

### 2.1.- ASPECTOS GENERALES :

- NOMBRE DEL PROYECTO : PAVIMENTACIÓN AV. 10 DE JULIO (CDRs. 2, 3, 4, 5 Y 6)

- PROGRAMA Y/O RUBRO : OBRAS MUNICIPALES

#### - UBICACIÓN GEOGRAFICA:

REGION	:	LA LIBERTAD
DEPARTAMENTO	:	LA LIBERTAD
PROVINCIA	:	SÁNCHEZ CARRION
DISTRITO	:	HUAMACHUCO

#### - VIAS DE ACCESO:

La ciudad de Huamachuco dista de la capital departamental, un promedio de 182 Km., siendo los 32 Km. Iniciales asfaltada y los 150 Km. restantes afirmada.

#### - CLIMA, TOPOGRAFÍA Y COORDENADAS GEOGRAFICAS:

El Distrito de Huamachuco posee un clima frío y seco, llegando a alcanzar temperaturas mínimas de 3°C y máximas hasta 18°C. Presenta una topografía que varía de ondulada a escarpada, a una altitud promedio de 3169 m.s.n.m. y ubicado en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud	:	07°49'03" S
Longitud	:	78°03'11" W

Fuente: Mapa Político Vial Orográfico de la División de Planificación y Estadística.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



## I.- INTRODUCCION

### 1.1.- ANTECEDENTES:

La infraestructura y habilitación urbana de accesos y vías del distrito de Huamachuco, requiere de una pavimentación adecuada que favorezca el tránsito vehicular y peatonal, así como de un adecuado sistema de drenaje de aguas de lluvia y/o escorrentía superficial.

La Av. 10 de Julio en las cuadras 2, 3, 4, 5 y 6, carece de pavimento y/o afirmado adecuado en el carril, la misma que por su importancia, y al contar con los servicios básicos para tal fin, los vecinos de dicho sector requieren de la atención de la Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión, para considerar la pavimentación de dicho tramo, solucionando de esta manera el problema del tránsito vehicular.

### 1.2.- SITUACION ACTUAL:

La Av. 10 de Julio es una vía importante y necesaria para interconectar la ciudad de Huamachuco con las demás calles y la salida a los diferentes distritos. Actualmente se encuentra a nivel de afirmado, contando con redes de agua potable y alumbrado eléctrico, faltando principalmente la pavimentación y construcción del sistema colector de desagüe en el carril a pavimentar, así como el revestimiento del canal que pasa al costado de la avenida y algunos sardineles, que permitan elevar el nivel de vida de los pobladores y desarrollo de la ciudad.

### 1.3.- DESCRIPCION DEL PROYECTO:

El presente proyecto consiste en la Pavimentación de la Av. 10 de Julio en el tramo comprendido entre la mitad de la cuadra 2 de la avenida, ubicada entre Pasaje Hospital y Jr. Junín, cruzando los Jirones Santiago Zavala, Florencia de Mora, Ponce de León hasta la Intersección con Jr. Julio Basurto (final de la cuadra 6 de la avenida), en una longitud de 400.00 m.

La pavimentación de dicha vía, en cuanto a trabajos preliminares comprende el trazo y replanteo; en movimiento de tierras comprende las partidas: corte y/o excavación de terreno a nivel de sub-rasante, relleno con material propio, eliminación de material exedente, escarificado de sub-rasante, nivelación y compactación de la sub-rasante; para la calzada: conformación de base granular de 0.20 m. de espesor, refino de base, colocación de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sus respectivas juntas de dilatación; para las obras de arte: revestimiento de canal con concreto armado  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  sobre una base granular de 0.10 m. de espesor.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



También se tiene previsto la colocación de tub. PVC D= 4" para la evacuación de aguas de lluvia la que va a cada 3 m en el sardinel proyectado; así mismo la colocación de estructuras para el tránsito vehicular en la intersección de las calles y el canal.

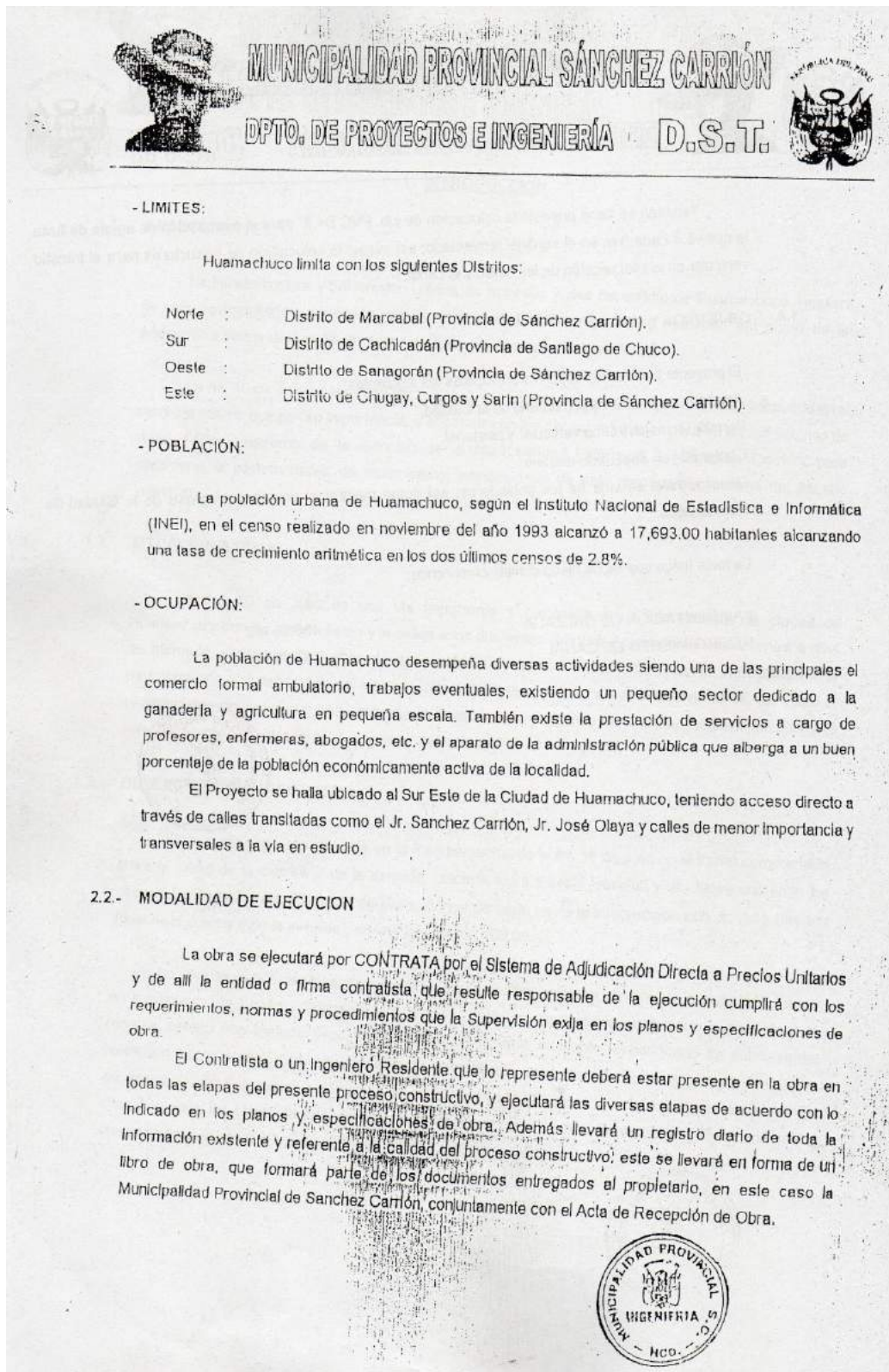
#### 1.4.- OBJETIVOS Y METAS

El proyecto tiene como objetivos principales los siguientes:

- Ampliar y mejorar el casco urbano de la Ciudad.
- Permitir un mejor tráfico vehicular y peatonal.
- Contar con un adecuado drenaje.
- Elevar el nivel de vida de los pobladores, así como mejorar el ornato y progreso de la Ciudad de Huamachuco.
- La meta física que se ha fijado cumplir comprende:

PAVIMENTACIÓN DE CALZADA	3,436.35 M <sup>2</sup>
REVESTIMIENTO DE CANAL	337.00 ML









MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



La Municipalidad como ente ejecutor nombrará un Supervisor, el cual velará por el fiel cumplimiento de los planos y especificaciones técnicas de Obra y normas respectivas.

Cualquier modificación de los planos o especificaciones de obra por parte del Contratista, requiere de autorización escrita de la Supervisión, quien puede solicitar aprobación del Proyectista cuando ella lo considere necesario; así mismo el Contratista debe brindar a la Supervisión todas las facilidades que ella requiera para el cabal cumplimiento de sus funciones.

### 2.3.- PERSONAL Y EQUIPO:

Todo el personal profesional, técnico y obrero que participa en las diversas etapas del proceso, deberá ser presentado por el Contratista al Ingeniero Supervisor.

El Supervisor se reservará el caso de cambio de personal, incluyendo el de Residente de Obra, que a su juicio o en el transcurso de los trabajos demuestren ineptitud e ineficiencia.

Debe contarse en obra con todas las facilidades, equipo: materiales e instalaciones que permitan una ejecución eficiente y ordenada de los trabajos. El Contratista está obligado a tener en obra todo lo declarado disponible para la ejecución de las diversas etapas del proyecto.

### 2.4.- PLANOS Y ESPECIFICACIONES:

Las obras se ejecutarán en estricto cumplimiento de los planos y detalles especificados. Las dimensiones deben estar claramente indicadas y deben contener toda la información necesaria para la correcta ejecución de los diferentes elementos constructivos.

Si se modifica un plano, las correspondientes correcciones deben ser efectuadas en todos planos correlacionados, precisando los datos complementarios.

### 2.5.- CUADERNO DE OBRA:

El Libro o Cuaderno de Obra contendrá todas las anotaciones referente al desarrollo de los trabajos, el uso y control de los materiales, el avance físico, consultas, absoluciones y modificaciones, este permanecerá en obra y a disposición de la Supervisión cuando lo requiera.

En el caso de requerir autorización previa para ejecutar determinados aspectos de la obra, el Contratista solicitará a la Supervisión, la autorización respectiva con 48 horas de anticipación.

### 2.6.- PLAZO DE EJECUCIÓN:

La obra se ejecutará en un plazo de 75 días calendario.





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



#### 2.7. - FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

La ejecución del proyecto será financiada con fondos correspondientes a las transferencias realizadas por el Gobierno Central por concepto de fondo de Compensación Municipal de acuerdo a lo distribuido en el cronograma de obras del presente año fiscal.

### III. - COSTO DE OBRA

#### 3.1.- METRADOS GENERALES:

Los metrados corresponden al análisis efectuado en base a los planos proyectados, teniendo en cuenta las diversas especificaciones técnicas indicadas en los ítems anteriores.

#### 3.2.- COSTOS UNITARIOS:

Se ha efectuado el Análisis de Costos Unitarios de las partidas específicas que integran el Valor Referencial de Obra.

Los costos son los que se hallan vigentes a la fecha.

#### 3.3.- VALOR REFERENCIAL DE OBRA:

Es el análisis final del costo total de la obra a ejecutar. Este Presupuesto constituye el resultado de los metrados obtenidos en los Planos y el Análisis de Costos Unitarios que aparecen en el anexo correspondiente.

#### 3.4.- VALOR REFERENCIAL POR RECURSOS:

Comprende el análisis desgregado del valor referencial base en cada uno de los recursos que intervienen directamente en la ejecución de la obra, específicamente en lo que respecta a mano de obra, materiales, desgaste de herramientas y alquiler de equipo y maquinaria, determinándose las cantidades necesarias y los costos de cada recurso.

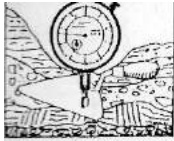
### IV.- DISPOSICIONES FINALES

Todos los aspectos relacionados con la calidad de materiales, procedimientos en la ejecución de la obra, que no estén expresamente contemplados en las especificaciones técnicas deberán ser resueltos en obra.

Por último, las especificaciones técnicas, deben ser interpretadas correctamente descartando cualquier tipo de subjetividades ajenas a toda buena ejecución de trabajos de Ingeniería.







## **LAB. GEOTECNICA S.A.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
ESTUDIOS - PROYECTOS Y ASESORIA

### ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN

PROYECTO : Pavimentación de calles diversas en al ciudad de Huamachuco  
Dpto. De La Libertad.  
INFORME :

#### 1.0 ALCANCE DEL ESTUDIO.

El presente Estudio tiene la finalidad de determinar las características y condiciones actuales del suelo, mediante Ensayos de Campo y Laboratorio, obteniendo resultado para efectuar el diseño adecuado del Pavimento Rígido, que se construirá en las calles de la Ciudad de Huamachuco Dpto. De La libertad.

#### 2.0 ESTRUCTURAS PROPUESTAS

En el sector de estudio se colocara Pavimento Rígido, donde los diseños de mezcla serán de acuerdo a norma ACI con cemento PORTLAND ASTM – TIPO I, los agregados deben cumplir la norma ASTM C-33, el Pavimento llevara una pendiente de 1.0% considerando de ambos ejes, para protección del Pavimento en épocas de lluvias, se diseñaran cunetas en todas las vías.

#### 3.0 UBICACIÓN

Los terrenos materia de estudio se encuentran ubicado en la ciudad de Huamachuco Dpto. De La Libertad.

#### 4.0 TRABAJOS EFECTUADOS : De acuerdo Norma Técnica B-0.50.

##### 4.01.1 TRABAJOS DE CAMPO .- Norma ASTM –D-420, ASTM-D-1455, ASTM – D-2487

El programa de exploración de campo, consistió en la ejecución de calicatas, sondajes hasta profundidades comprendidas de 0.80 cm a 1.0 mt.

Los sondajes consistieron en excavaciones a cielo abierto. Así mismo, se extrajeron muestras representativas de los extractos para la determinación de sus propiedades, características y mecánicas en el laboratorio en el presente informe se adjunta las laminas, ubicaciones de los sondajes y el perfil estratigráfico.

Tomados las muestras necesarias, para los ensayos en el Laboratorio, luego se realizó, el ensayo de densidad IN SITU a una profundidad de 0.80 cmt. y 1.0 mt, con la finalidad de conseguir exactamente su densidad natural y humedad en el momento del ensayo, para realizar todo estos ensayos se traslado equipos de laboratorio y personal técnico, los trabajos efectuados fueron inspeccionados por los Ingenieros del Dpto. de Proyectos e Ingeniería de la Municipalidad de Huamachuco.

  
**LAB. GEOTECNICA S.A.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
FREDY A. CHALCO ATAYUPANQUI  
C.P. - 28425  
SUELOS Y PAVIMENTOS







**LAB. GEOTECNICA S.A.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
ESTUDIOS - PROYECTOS Y ASESORIA

7.0 PAVIMENTACIÓN

7.0.1 CAPACIDAD SOPORTE DE LA SUB RASANTE EN LAS CALLES A PAVIMENTAR.

Las observaciones efectuadas en el campo, los datos de los registros Estratigráficos y de los ensayos de Laboratorio, se distinguen los siguientes materiales en la potencia que se indica.

Un primer estrato de potencia variable de acuerdo al espesor tenemos entre 0.30 a 0.40 cmt. conformado por material de relleno, conteniendo una contaminación de materiales orgánicos, con suelos gravosos, limosos, arenosos y arcillosos, teniendo una clasificación de suelos según SUCS de GM, SM, SP, CL, SW y OL.

Por debajo de este relleno se ubica el terreno natural, conformado por suelos con muy buena densidad, mas adelante se indica sus características de cada suelo.

Los materiales que serán considerados para la Sub Rasante, se tomó muestras representativas, para realizar ensayo de CBR, donde establece con este método una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su valor como Base de sustentación de pavimento.

Los materiales ensayados en el Laboratorio corresponden al nivel de la Sub rasante. Donde se consiguió los siguiente resultados.

• AV. 10 DE JULIO C/2, 3, 4, 5 y 6 "RESULTADO EN PROMEDIOS"

- Densidad máxima teórica	=	2.03 gr/cc.
- Densidad suelo natural	=	8.6 %
- Humedad Natural	=	10.9 %
- Granulometría	=	Arena limosa y grava limosa.
- Clasificación Unificada SUCS	=	ML y GM
- CBR. Arena Limosa	=	14 %
- CBR. Grava Limosa	=	46 %

Nota : Ver recomendaciones para el diseño de pavimento.

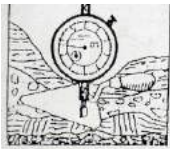
• JR. BOLIVAR C/ 1 "RESULTADO EN PROMEDIOS"

- Densidad máxima teórica	=	2.13 gr/cc.
- Densidad suelo natural	=	7.8 %
- Humedad Natural	=	11.9 %
- Granulometría	=	Grava limosa y grava arcillosa.
- Clasificación Unificada SUCS	=	GM y GC.
- CBR.	=	30.0 %

Nota : Ver recomendaciones para el diseño de pavimento.



LAB. GEOTECNICA S.A.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
FREDY A. CHALCO ATAYUPANQUI  
CIP: 23425  
SUELOS Y PAVIMENTOS



## LAB. GEOTECNICA S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
ESTUDIOS - PROYECTOS Y ASESORIA

### 8.0.0 RECOMENDACIONES RELATIVAS A LA PAVIMENTACIÓN

#### 8.01 SUB RASANTE.

La capa de sub rasante estará construida por el suelo de la terracería libre de raíces y materia orgánica, donde el Ingeniero inspector verificara IN SITU, que todos los materiales sean eliminados de obra para no perjudicar al Pavimento.

#### 8.02 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO.

El tráfico de estas calles se considera de tráfico pesado, adoptándose un diseño como mínimo de carga con Eje sencillo: 18.000 Lbs. (8,280 Kgrs.)

**SUB RASANTE** .- Se recomienda cortar 0.30 cmt. y eliminar el material de relleno que se encuentre contaminado con material orgánico. Los perfiles estratigráficos que tenemos en diferentes calles a pavimentar, varían por que la zona puede considerarse como deposito aluvial con suelos de origen también Eólico.

Visto los resultados de cada uno de los ensayos realizados, en el campo y laboratorio, podemos sugerir, el tratamiento constructivo de cada uno de las calles, de la siguiente forma:

#### a) CALLES QUE NO NECESITAN MATERIAL DE PRESTAMO PARA SU MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE

- Av. 10 de Julio c/ 2, 3, 4, 5 y 6
- Jr. Bolívar c/1
- Jr. Castilla C/7
- Pasaje hospital c/1 y c/2
- Jr. Salaverry c/2
- Jr. San Roman c/ 1, 2, 9, 14, y c/ 15
- Jr. Garcilazo De La Vega c/6 y 8.
- Jr. Miraflores c/2 y c/3

Hacer un corte de 30 cmt., una vez hecho el corte, escarificar con una motóniveladora hasta una profundidad de 0.20 cmt. luego batirlo, después agregar agua uniformemente hasta conseguir el optimo contenido de humedad, para después esparcir a su nivel, para compactar con ródillo vibratorio de 8 a 11 toneladas. Hasta conseguir mínimo el 95 % de (DMT) según norma ASTM – D 1557 Proctor Modificado, su verificación se realizara cada 300 m<sup>2</sup> ; los puntos a verificar será indicado por el Ingeniero Inspector de obra.

#### b) CALLES QUE SI NECESITAN MATERIAL DE PRESTAMO PARA REALIZAR MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE – COLOCAR COMO SUB BASE ( Hacer corte de 0.40 cmt.)

- Jr. Sánchez Carrión c/2 c/11
- Jr. San Roman c/9
- Jr. Leoncio Prado c/10
- Jr. Garcilazo De La Vega c/9 – altura de Universidad
- Jr. Suárez. c/ 2, 8, 4y c/ 9



LAB. GEOTECNICA S.A.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
FREDY A. AHUALCO ATAYUPANQUI  
CIP. 25425  
SUELOS Y PAVIMENTOS





## LAB. GEOTECNICA S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
ESTUDIOS - PROYECTOS Y ASESORIA

- Calle Luis Blondet c/1
- Jr. Bolognesi c/3

El 99 % de estas calles, actualmente se encuentran con material de relleno y a su vez contaminado con materiales orgánicos y algunas por el tipo de suelo Limoso. De baja densidad, visto el perfil de cada uno se recomienda, hacer un corte de 40 cmt. como mínimo, una vez hecho el corte y eliminado, todo el material contaminado, se colocara una capa de 0.15 cmt. De material granular que tengan las características de GP o GM, conteniendo el 60% de agregado grueso, donde no debe existir piedras mayor de 4"

Una vez colocado el material de préstamo en el espesor indicado escarificar con una motoniveladora, hasta una profundidad de 0.20 cmt. luego batirlo o mezclarlo para uniformizar los agregados, después agregar agua, uniformemente hasta conseguir mínimo el 95% de compactación según norma ASTM – D1557 Proctor Modificado, su verificación se realizara cada 300 m<sup>2</sup>. Los sectores donde se tomaran las pruebas de compactación serán elegidos por el Ingeniero Inspector de Obra.

### • BASE GRANULAR – "AFIRMADO 20' cmt."

Afirmado será colocado como base del pavimento rígido un espesor mínimo de 0.20 cmt. El material debe ser de préstamo clasificado, con buena durabilidad, construido por material selecto del tipo A-1 ó A-1-b, de la clasificación SUCS, que a su vez debe cumplir con las normas ASTM – D 1241-68 y AASHTO – M147-65.

CBR	=	70 % mínimo
Límite Líquido	=	25 % máximo
Índice Plástico	=	6.0 %
Equivalente de Arena	=	30 a 50 %
Ensayo de Abrasión	=	50% máximo

Para construir la capa Base del pavimento rígido en obra, el afirmado se debe humedecer homogéneamente hasta conseguir su óptimo contenido de humedad, esparcir uniformemente y compactar hasta conseguir el 98 % de (DMT) según norma ASTM – D 1557 Proctor Modificado, su compactación se debe realizar con rodillos vibratorios de un peso 8 a 11 toneladas, para su control de compactación se realizara cada 240 m<sup>2</sup>, los puntos de prueba elegirá el Ingeniero Inspector.



LAB. GEOTECNICA S.A.  
INGENIERO FREDY A. CHALCO ATAYUPANQUI  
C.P. 25425  
SUELOS Y PAVIMENTOS



## **LAB. GEOTECNICA S.A.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
ESTUDIOS - PROYECTOS Y ASESORIA

### 8.03 PAVIMENTO RIGIDO CONTROL DE CALIDAD

- Los agregados a utilizar en diseño de mezcla deben cumplir con las normas ASTM-C33.
- **Diseño de mezcla** se recomienda que sea F' C 210 Kgr/cm<sup>2</sup>.
- El agua para la preparación del concreto será fresca, limpia y bebible.
- El SLUMP de diseño no debe ser menor de 3" si la temperatura es 26 a 34 °C

La mezcla debe tener:

- **TRABAJABILIDAD** :- es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto.
- **IMPERMEABILIDAD** :- Es importante propiedad de concreto, que puede mejorarse, con frecuencia reduciendo la cantidad de agua en la mezcla, el exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación.
- **RESISTENCIA** :- Es una propiedad del concreto que casi siempre, es motivo de preocupación, por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión, que son ensayos en el Laboratorio en edades de 7, 14 y 28 días de acuerdo con las especificaciones ASTM-C192, C31 y ASTM-C39.
- **CURADO DEL CONCRETO:**  
Si no se cura el concreto esto no alcanzará su resistencia potencial, a demás podrá figurarse y tendrá durabilidad reducida.
- **COMPACTACIÓN DEL CONCRETO:**  
**MECÁNICOS:** El método de compactación mecánico mas usual. Es la vibración, la vibración se adapta especialmente a mezclas de consistencia tiesa y, plástica, debiendo en cada caso suministrarse la cantidad de energía necesaria.
- El acabado de superficie de rodadura en el pavimento rígido, se debe hacer con yute. Lo que se quiere que la superficie quede áspero y no pulido.
- Juntas de dilatación :- deben sellarse con mortero asfáltico, compactar por capas de 0.3 cmt. de espesor, hasta conseguir su uniformidad y adherencia. Al concreto.

Los diseños del buen pavimento y su control de calidad nos permitirá tener una duración no menor de 40 años.



LAB. GEOTECNICA S.A.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
EREDY A. CHALCO ATAYUPANQUI  
CIP. 28425  
SUELOS Y PAVIMENTOS





## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### GENERALIDADES:

Las Especificaciones Técnicas tienen como finalidad establecer los lineamientos en los que se fundamenta el desarrollo de los trabajos. Asimismo se proporciona algunas recomendaciones para el proceso constructivo de cada una de las partes conformantes del Pavimento. Estas especificaciones técnicas conjuntamente con todas las notas y detalles indicados en los planos respectivos, forman parte del proyecto y describen las normas a las que se debe sujetar la construcción.

Las especificaciones técnicas describen el trabajo que se debe realizar para la construcción de la obra, tanto por la entidad Contratista, como por la Contratante.

En caso de existir diferencias entre los documentos del proyecto, los Planos tienen validez sobre las Especificaciones Técnicas, Metrados y Presupuesto. Las Especificaciones Técnicas tienen validez sobre el Presupuesto.

Las especificaciones se complementan con los planos y los metrados respectivos de tal manera que la obra debe ser ejecutada en su totalidad, aunque éstas aparezcan en un solo documento.

Todos los materiales o artículos suministrados para las obras que cubren estas especificaciones, deberán ser nuevos, de primer uso, de utilización actual tanto en el mercado nacional como internacional, de la mejor calidad dentro de su respectiva clase. Del mismo modo toda la mano de obra que se emplea en la ejecución de los trabajos deberá ser altamente calificada de acuerdo a sus requerimientos.

### 1.00.- TRABAJOS PRELIMINARES

#### - GENERALIDADES:

Las obras preliminares son aquellas tomadas en cuenta antes de iniciar la ejecución física de los trabajos. De acuerdo a la magnitud y tiempo de duración de la obra se tendrá en cuenta la construcción de un campamento, almacén y caseta de guardiana, o un local provisional.

### 1.01.- TRAZO Y REPLANTEO

#### DESCRIPCIÓN

Se refiere a los trabajos topográficos que se ejecutarán en el lugar de la obra, con el personal y equipo de precisión necesarios a fin de ejecutar el replanteo de los datos y especificaciones indicadas de acuerdo a los planos, además de realizar algunos reajustes y controlar los resultados.





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



Se tendrá fijo el Bench Mark o Cota de Referencia, planillas de cotas, estacas o puntos auxiliares, etc, los que serán cuidadosamente observados en los planos y que representen fielmente la topografía del terreno a fin de que la obra cumpla al concluir, con los requerimientos y especificaciones formuladas y estipuladas.

La rasante deberá sujetarse a las cotas del perfil longitudinal, aceptándose tolerancias de 01 cm. de diferencia, siendo el Contratista o Residente el responsable por el replanteo de las obras y por la exactitud de las posiciones, niveles, dimensiones y alineamiento de las diversas partes de la obra.

Los planos de referencia, señales y estacas de nivelación serán permanente visibles, y serán controladas por la Supervisión, antes del inicio y durante el proceso constructivo de la obra.

Como la vía se halla prácticamente definida, el trazo de la calzada, se hará teniendo en consideración el ancho disponible y las áreas a expropiar, necesarias para obtener una vía adecuada y de gran importancia por su funcionalidad y diseño.

#### UNIDAD DE MEDIDA

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### FORMA DE PAGO

Se hará por metro cuadrado. La medición para el pago será el número de metros cuadrados replanteados en el área de trabajo, de acuerdo con las prescripciones antes mencionadas.

### 2.00.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 2.01.- CORTE HASTA NIVEL DE LA SUB – RASANTE CON MAQUINARIA

##### DESCRIPCION

Se refiere al corte y extracción del material existente a lo ancho de la vía que comprende la calzada y de acuerdo a lo establecido en los alineamientos, rasante y sub-rasante, así como secciones indicadas en los planos.

El corte se efectuará hasta la cota indicada del nivel de subrasante, teniendo especial cuidado en no dañar ni destruir u obstruir el funcionamiento de las instalaciones de agua y desagüe. De suceder o producir algún daño por este concepto, el contratista deberá hacer las reparaciones por su cuenta y en el menor tiempo posible.

El material proveniente del corte deberá ser retirado de obra y conforme a las indicaciones del Ingeniero Supervisor se desechará todo material suelto e inestable que no se compacte fácilmente, además se eliminarán raíces, hierbas, material orgánico y elementos extraños que conformen huecos o desniveles considerables. Estos serán reemplazados por material estable proveniente de esta operación.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



El corte se hará con tractor de características D6 o similares y de acuerdo a las consideraciones del Expediente Técnico, considerando un porcentaje del volumen de corte en forma manual, por la existencia de buzones, postes y otras, las mismas que impiden la realización del trabajo con maquinaria.

UNIDAD DE MEDIDA

Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

FORMA DE PAGO

Se hará por metro cúbico. El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos de material aceptablemente excavado.

**2.02.- CORTE HASTA NIVEL DE LA SUB – RASANTE MANUAL**

DESCRIPCIÓN

Se hará el corte en forma manual debido a la existencia de tuberías, buzones, postes y otras, las mismas que impiden la realización del trabajo con maquinaria, se considera un 10% del corte con maquinaria.

UNIDAD DE MEDIDA

Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

FORMA DE PAGO

Se hará por metro cúbico. El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos, de material excavado.

**2.03.- RELLENO CON MATERIAL PROPIO**

DESCRIPCIÓN

Consiste en la colocación y compactación por capas de materiales provenientes de cortes y préstamos para formar terraplenes o rellenos de ser necesarios, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicas en los planos.

UNIDAD DE MEDIDA

Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

FORMA DE PAGO

Se hará por metro cúbico. El monto a pagar será por el número de metros cúbicos, de relleno medidos en obra.





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



#### 2.04.- ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

##### DESCRIPCION

Se refiere a los sobrantes de las diferentes etapas de la construcción, incluyendo el material excedente o inadecuado procedente del corte con maquinaria y/o por otros conceptos.

Para los trabajos en el área urbana, se evitará amontonar los excedentes para no ocasionar interrupciones del tránsito vehicular y/o peatonal, así como molestias con el polvo provocado por la remoción, el carguo y el transporte. Depositándose luego en lugares determinados por el residente, con autorización del Ing. Supervisor, con la finalidad de no perjudicar a los pobladores de la zona.

##### UNIDAD DE MEDIDA

Metro cúbico (m3).

##### FORMA DE PAGO

Se hará por metro cúbico. Se determinará el volumen de material retirado de la obra, cubicando los volquetes que se destinen para el transporte hacia los lugares de depósito establecidos.

#### 2.05.- ESCARIFICADO DE LA SUB - RASANTE

##### DESCRIPCION

Una vez efectuado el corte y relleno, de conformidad con los alineamientos y secciones transversales indicadas en los planos. Se realiza el escarificado del terreno de fundación en todo el ancho de la plataforma. Se realizará el escarificado del terreno de sub-rasante, hasta una profundidad de: 0.30 m. utilizando motor niveladora.

##### UNIDAD DE MEDIDA

Metro cuadrado (m2).

##### FORMA DE PAGO

Se hará por metro cuadrado. El área a pagar será, el número de metros cuadrados, de escarificado medidos en obra para un espesor promedio de 0.30 m.

#### 2.06.- REFINE, RIEGO, NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB - RASANTE

##### DESCRIPCION

Una vez efectuado el escarificado de la sub-rasante, de conformidad con los alineamientos y secciones transversales, se realiza la nivelación y compactación.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA D.S.T.



La subrasante es el nivel ubicado debajo de la capa base o afirmado y es paralelo al nivel de la rasante, esto se logrará conformando el terreno natural o semi - compacto, mediante los cortes, escarificados o rellenos considerados en los planos.

Concluidos los trabajos de explanación y después de completar las conexiones domiciliarias de agua y desagüe, se procederá a la nivelación respectiva mediante una motoniveladora y el riego repellido y alternativo de camiones cisternas que garanticen un riego uniforme antes y después del mismo, en el momento y en las cantidades adecuadas.

Finalmente la sub-rasante conformada y perfilada, será completamente compactada, esta operación se efectuará con rodillo liso vibratorio de 8 tn. Como mínimo para la calzada y plancha compactadora en las cunetas y demás obras de arte. El número de pasadas se lo determinará en campo, al hacer las pruebas respectivas.

#### PARAMETROS DE CONTROL DE SUB RASANTE

- Se tolerará como máximo +/- 2 cm. por encima o debajo del nivel de subrasante indicado.
- La comprobación de la compactación se hará cada 250 m<sup>2</sup>, a cada 50 ml. de pista, el método a emplear será el que crea conveniente el Ingeniero Supervisor.
- Si la subrasante es arcillosa el grado de compactación tolerable será de 90% de la máxima densidad seca de laboratorio en puntos aislados.

#### UNIDAD DE MEDIDA

metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### FORMA DE PAGO

Se hará por metro cuadrado. El área a pagar será el número de metros cuadrados, de terreno de sub-rasante nivelado y compactado medidos en obra.

### 3.00.- CALZADA

#### 3.01.- CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E = 0.20 m.

##### DESCRIPCION

##### - Colocación y preparación del afirmado para la base

La firma contratista está obligada a emplear en obra un material adecuado y de calidad igual exigida por las especificaciones, que certificará los resultados de los estudios, muestreos y/o ensayos realizados, cumpliendo con las condiciones requeridas, la selección y aprobación final de la cantera o canteras de las cuales se ha de extraer el material de Base, deberá ser determinada por la Supervisión, debiendo rechazar los agregados inadecuados para esta tarea.





## MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



El material de Base cumplirá con las funciones siguientes:

- Ser resistente y distribuir ordenadamente las presiones solicitadas.
- Servir de área para eliminar el agua superficial o Interrumpir la ascensión capilar de agua de niveles inferiores.
- Absorber las deformaciones de la subrasante debido a cambios volumétricos.

La construcción de la capa contendrá grava o piedra natural o fracturada, con sus respectivos finos; los materiales serán selectos y provistos de una suficiente cantidad de vacíos para garantizar su resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje.

La Base para la calzada , tendrá un espesor de 0.20 m.

### Requerimientos de Granulometría:

Uno de los requisitos básicos de la base es la granulometría, ya sea material proveniente de depósito natural, chancado de rocas (planta chancadora), o de una combinación de agregado zarandeado y chancado, libre de material vegetal y terrenos de tierra, deberá cumplir con la siguiente gradación:

TAMANO DE LA MALLA TIPO AASHO T - 11Y	% EN PESO QUE PASA			
	A	B	C	D
T - 27	100	100	- -	- -
2 plg.	- -	75 - 95-	100	100
1 plg.	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
3/8 plg.	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
N° 4 (4.76 mm)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
N° 10 (2.00 mm)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
N° 40 (0.42 mm)	2 - 8	5 - 20	5 - 15	10 - 25
N° 200 (0.074 mm)				

\* Gradación:

En el caso de mezclarse dos o más materiales para lograr granulometría requerida, los porcentajes serán requeridos en volumen.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



Otras condiciones físicas y mecánicas para satisfacer serán:

- CBR : de 60 - 75%
- Límite Líquido : 25% máx.
- Índice de plasticidad : 4 - 9% máx.
- Equivalencia de arena : 50% mín.
- Desgaste de abrasión : menos de 50%

**- Nivelación, Riego y Compactación de la Base:**

Quando la mezcla se encuentre uniforme y homogénea, el material será otra vez esparcido con la motoniveladora, y se procederá a la perfilación hasta el nivel indicado en los planos, luego el material será compactado hasta por lo menos el 100% de la densidad obtenida con el Proctor Modificado AASHO T-180

Cualquier irregularidad o depresión que se presente después de la compactación, debe ser corregida, removiendo el material en esos lugares y añadiendo o retirado el material hasta que la superficie sea llana y uniforme.

Después del proceso de compactación, la superficie será refinada mediante una motoniveladora, preparando la base de la pista en la forma y condiciones establecidas en los planos.

Al término de la operación de compactación el Supervisor dispondrá efectuar ensayos de densidad de acuerdo con el método AASHO T-147 Modificado.

**PARAMETROS DE CONTROL DE LA BASE**

- El espesor de la capa de base no diferirá en más de 01 cm. de lo indicado en los planos.
- Se comprobará la compactación cada 200 m<sup>2</sup>, exigiéndose un grado del 100% según el Proctor Modificado, con un mínimo del 90% en los puntos aislados.

**UNIDAD DE MEDIDA**

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**FORMA DE PAGO**

Se hará por metro cuadrado, y por el área resultante de medir, en sitio, dicha conformación tiene un espesor de 0.10 m.





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



### 3.02.- REFINE DE BASE PARA LOSA DE PISTA

#### DESCRIPCION

Previo al vaciado del concreto, la base será perfilada por paños y dentro del área correspondiente con la finalidad de precisar el espesor de la losa de concreto.

#### UNIDAD DE MEDIDA

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### FORMA DE PAGO

El pago se hará por m<sup>2</sup>, resultado de medir en campo el área refinada, sobre la cual se vaciará el concreto.

### 3.03.- CONCRETO F'C = 210 KG/CM<sup>2</sup> – LOSA E = 8"

#### DESCRIPCION

##### - Materiales y Concreto:

El concreto requerido y la selección de las proporciones resultará de un balance adecuado entre la economía y los requisitos de colocación, resistencia, durabilidad y apariencia.

El concreto deberá ser de calidad especificada, capaz de ser colocado sin segregación y desarrollar durante los procesos de fraguado y endurecimiento, todas las propiedades y/o características indicadas en los planos y especificaciones de obra.

Los requisitos de resistencia se basan en el valor de f'c a los 28 días. Los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión o a la tracción por compresión diametral, no deberán ser utilizados como criterio para la aceptación del concreto.

El peso del concreto normal estará entre 2,200 y 2,500 Kg/m<sup>3</sup> para los cálculos estructurales y la selección de las proporciones de la mezcla.

El concreto será una mezcla de cemento, agregados y agua en proporciones necesarias y capaz de ser colocado sin segregaciones, con condiciones de resistencia y durabilidad favorables, además de presentar un alto grado de trabajabilidad.

Para la calzada, se utilizará concreto de resistencia a la compresión f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> y un espesor e=0.20 m. cuya dosificación en volumen será de cemento ; arena gruesa ; piedra chancada.

Dosificación: 1 : 1.75 : 2.

##### Cemento Portland:

Será del tipo I y cumplirá con las especificaciones de la Norma ASTM C-150, considerándose oficialmente por pie<sup>3</sup> de volumen un peso de 42.5 Kg.







## MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



El cemento utilizado en obra debe ser del mismo tipo y marca que el empleado en la selección de las proporciones de la mezcla de concreto; además esta prohibido el empleo de cementos cuya pérdida por calcinación sea mayor de 3%.

El almacenaje se hará en un lugar preferentemente construido por una losa de concreto o en un nivel algo más elevado que el del terreno natural, debe aplicarse en rumas de no más de 10 bolsas recepcionándose tan solo aquellas sanas y que no presenten roturas o endurecimientos en su superficie.

### Agregados:

Los agregados seleccionados deben ser provenientes de río, limpios de buena calidad y aprobados por la supervisión, antes de ser utilizados en la preparación del concreto. Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes.

Los agregados seleccionados deberán ser procesados, transportados, manipulados, almacenados y pesados de manera tal que se garantice que la pérdida de finos sea mínima, que se mantendrá la uniformidad de los mismos, no se producirán contaminación por sustancias extrañas y no se presentará rotura o segregación importante en ellos.

El agregado fino o grueso no deberá contener sales solubles totales en no más del 0.015 % en peso del cemento.

### . Agregado Fino:

Esto puede consistir de arena natural o manufacturada o una combinación de ambas, estará compuesto de partículas limpias, duras, compactas y resistentes; de perfil angular y libres de partículas escamosas o blandas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

El módulo de fineza del agregado fino no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 y se mantendrá dentro de mas o menos el 20% del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto.

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los siguientes límites para mallas de la serie Tyler:

MALLA	%QUE PASA
3/8" (9.5 mm)	100
Nº 4 (4.75 mm)	95 a 100
Nº 8 (2.36 mm)	80 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	50 a 85
Nº 30 (600 micrones)	25 a 60
Nº 50 (300 micrones)	10 a 30
Nº 100 (150 micrones)	2 a 10





## MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



Los porcentajes de partículas inconvenientes no deberá exceder de los siguientes límites:

- Lentas de arcilla y partículas desmenuzables	3.00 %
- Material más fino que la malla 200	3.00 %
- Lutitas	1.00 %
- Total de materiales deletéreos	5.00 %

### Agregado Grueso:

Este puede consistir de grava natural o triturada. Estará conformada por fragmentos, cuyo perfil sea preferentemente angular o semi-angular, limpios, duros, compactos, resistentes, de textura preferentemente rugosa, y libres de material escamoso o de partículas blandas.

La resistencia a la compresión del agregado grueso no será menor de 600 Kg/cm<sup>2</sup>.

Estas limitaciones pueden ser obviadas por el Residente, si a su juicio, la trabajabilidad del concreto y los procedimientos de compactación son tales que el concreto puede ser colocado sin que se forme cangrejas o vacíos.

El agregado grueso cumplirá con los siguientes límites granulométricos.

MALLA	%QUE PASA
1 1/2"	100
1"	95 - 100
1/2"	25 - 60
# 4	10 máx.
# 8	5 máx.

Las partículas perjudiciales presentes en el agregado grueso no deberán exceder los siguientes valores:

- Arcilla	0.25 %
- Partículas blandas	5.00 %
- Material más fino que la malla 200	1.00 %

El lavado de las partículas de agregado grueso se deberá hacer con agua libre de materia orgánica o sólidos en suspensión.

El almacenamiento de los agregados se hará en un espacio lo suficientemente extenso, para evitar que se produzca mezclas entre ellos, de modo preferente debe ser una losa de concreto, para evitar su mezcla con elementos nocivos.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN  
DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA D.S.T.



**- Proceso Constructivo:**

**a.- Encofrado:**

Tiene como función confinar el concreto no endurecido a fin de lograr una estructura con el perfil, niveles, alineamientos y dimensiones especificadas.

La Supervisión deberá aprobar el diseño y el proceso constructivo de los encofrados y su ejecución permitirá obtener las dimensiones finales de los elementos estructurales con diferencias menores que las tolerancias máximas establecidas.

Toda la manera en contacto con el concreto deberá estar libre de agujeros, nudos, hendiduras, rajaduras, alabeos y, en general, cualquier defecto que pueda atentar contra la apariencia de la estructura terminada. Las maderas defectuosas que atentan contra su resistencia deben ser rechazadas.

**b.- Colocación del concreto:**

La colocación del concreto, se hará desde la mezcladora, empleándose carretillas o buggies, para distancias cortas o para depositarlo en los encofrados. Para estos procedimientos deberá evitarse:

- Variaciones en la consistencia del concreto.
- Segregación, y
- Evaporación del agua de mezclado.

Previamente a la colocación del concreto, el Contratista y/o la Supervisión deberán verificar:

- Que las cotas y dimensiones de los elementos estructurales corresponden con las de los planos.
- La presencia y correcta ubicación de las varillas de refuerzo.
- Que los encofrados estén terminados adecuadamente arriostros, humedecidos y aceitados.
- Que se cuenta en obra con los equipos y materiales necesarios para la protección y curado.
- Perfectas condiciones de empleo de los equipos.

En ningún caso la temperatura del concreto a se colocado será mayor de 32°C ni menor de 13°C. Será menor de 25°C si la menor dimensión lineal de la sección no excede a 75 cm.

El programa de trabajo y el equipo de colocación deben ser aprobados por la Supervisión.

**c.- Compactación:**

Después de colocar el concreto por franjas, una después de otras y luego de iniciado el fraguado de cada franja anterior, es recomendable la compactación por vibración.





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN  
DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA D.S.T.



El vibrado no debe prolongarse demasiado tiempo en un solo punto, recomendándose tiempos de vibrado de 8 a 15 segundos cada 30 cm. Particularmente para la compactación se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Si la consolidación se efectúa con equipos de compactación mecánicos, se elegirán asentamientos que varíen en el rango de 1 a 3 cm.
- Para espesores de menos de 20 cm. es recomendable el empleo de vibradores de superficie.

**d.- Protección y Desencofrado:**

El concreto colocado deberá ser protegido de los efectos de la lluvia, agua en movimiento, viento, sol, secado prematuro, sobrecargas y, en general, de toda acción mecánica o química que pueda dañarlo.

El retiro temprano de los encofrados tiene la doble finalidad de iniciar sin demora el proceso de curado y, efectuar cualquier reparación a la superficie del concreto mientras éste está poco endurecido.

La Supervisión autorizará la remoción de los encofrados únicamente cuando la resistencia del concreto alcance un valor doble del que sea necesario para soportar las tensiones que aparecen en el elemento estructural en el momento de desencofrar.

En ningún caso se hará actuar totalmente las cargas de diseño en tanto no hayan transcurrido por lo menos 28 días contados a partir de la fecha de vaciado del elemento estructural.

Las juntas de contracción, las de dilatación o expansión y las articulaciones, deberán ser liberadas en todos los elementos de los encofrados que puedan oponerse a su funcionamiento.

**e.- Reparaciones Superficiales y Curados:**

El proceso de reparación y la ejecución de esta operación no afectará la resistencia ni durabilidad del concreto, se realizará con personal especializado y bajo la Supervisión permanente.

La superficie reparada, una vez endurecida, deberá estar libre de grietas por contracción.

Para el curado, el constructor deberá:

- Mantener el concreto con un contenido de humedad adecuado.
- Mantener la temperatura del concreto por encima de los 13°C y uniformemente distribuida.
- Protección del elemento estructural contra cualquier tipo de alteración mecánica.
- Mantener el curado durante el tiempo necesario para obtener la hidratación del cemento y el endurecimiento del concreto en el rango de valores requeridos por la seguridad de la estructura.

Los concretos preparados con Cemento Tipo I que han sido curados bajo condiciones atmosféricas normales, deberá mantenerse sobre los 10°C, en condición húmeda, por lo menos 21 días después de ser colocados.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



UNIDAD DE MEDIDA

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

FORMA DE PAGO

Se hará por metro cuadrado. Área resultante de medir en campo la cantidad de concreto vaciado con un espesor de 8" y que garantice calidad.

**3.04.- JUNTAS LONGITUDINALES:**

DESCRIPCION

Estas se emplean para evitar la formación de grietas por efectos estructurales del pavimento y condiciones climáticas respectiva. Pueden ser ranuras acuñadas a tope, conformadas mecánicamente.

Su finalidad es disminuir los esfuerzos de compresión en los pavimentos de concreto, dejando un espacio entre placas para permitir su libre movimiento, por efecto del aumento de temperatura de los bordes de la junta. Tendrán 1" de espesor, las juntas serán rellenados con asfalto RC-250 y Arena, de acuerdo a especificaciones técnicas respectivas.

Entre la caja de canal (existente y proyectado) y el pavimento se colocará una junta longitudinal con las características descritas en el acápite anterior.

UNIDAD DE MEDIDA

Metro lineal (m).

FORMA DE PAGO

Se hará por metro lineal. Se medirá en campo la longitud en metros y aceptado de acuerdo a la forma de trabajo que demuestre calidad.

**3.05.- JUNTAS TRANSVERSALES:**

DESCRIPCION

**Generalidades:**

Estas se emplean para evitar la formación de grietas por efectos estructurales del pavimento y condiciones climáticas respectiva. Pueden ser ranuras acuñadas a tope, conformadas mecánicamente.





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



**Juntas de Dilatación:**

Su finalidad es disminuir los esfuerzos de compresión en los pavimentos de concreto, dejando un espacio entre placas para permitir su libre movimiento, por efecto del aumento de temperatura de los bordes de la junta. El distanciamiento de estas Juntas será cada 04 m. entre ellas y de 1" de espesor, las juntas serán rellenas con asfalto RC-250 y Arena, de acuerdo a especificaciones técnicas respectivas. Además llevarán pasadores con el propósito de transmitir cargas verticales de una losa a otra.

**UNIDAD DE MEDIDA**

Metro lineal (ml).

**FORMA DE PAGO**

Se hará por metro lineal. Se medirá en campo la longitud en metros y aceptado de acuerdo a la forma de trabajo que demuestre calidad.

**4.00.- REVESTIMIENTO DE CANAL**

**4.01.- DEMOLICION DE CANAL EXISTENTE**

**DESCRIPCION**

Comprende todos los trabajos destinados a demoler las estructuras o elementos que van a ser reemplazados, debido a que se encuentran deteriorados, esta partida se refiere a la demolición por m2 de canal existente, los mismos que se los realizará manualmente. Se recomienda que esta actividad se la realice con combos de 16 lbs. Y se los extraiga en pedazos grandes para así optimizar horas hombre de trabajo.

**UNIDAD**

Metro cuadrado (m2).

**FORMA DE PAGO**

Se hará por metro cuadrado. La medición para el pago será el número de metros cuadrados demolidos para un espesor promedio de 0.15 m., de acuerdo con las prescripciones antes mencionadas.







MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN

DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA

D.S.T.



#### 4.02.- CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR

##### DESCRIPCIÓN

Antes de vaciar el concreto para el canal, se colocará una capa de afirmado de río, con sus respectivos finos. Los materiales serán selectos para garantizar su resistencia y estabilidad. La base tendrá un espesor de 0.10 m.

##### UNIDAD

La unidad de medición será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) colocado.

##### FORMA DE PAGO

Los trabajos antes descritos, serán pagados al precio unitario (m<sup>2</sup>) de la partida Conformación base granular e = 0.10 m.

#### 4.03.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

##### DESCRIPCIÓN

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, tome la forma que se indica en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación en la estructura.

##### Ejecución

Los encofrados deberán ser diseñados y contruidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del relleno sin deformarse.

Para dichos diseños se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el contratista deberá obtener la autorización escrita del Ingeniero Supervisor y su aprobación. Los encofrados para ángulos entrantes deberán ser achaflanados y los que sean para aristas serán fileteados.

Los encofrados deberán ser contruidos de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente para que conserven su rigidez. En general, se deberán unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente. En todo caso, deberán ser contruidos de modo que se puedan fácilmente desencofrar.

Antes de depositar el concreto, los encofrados deberán ser convenientemente humedecidos y sus superficies interiores recubiertas adecuadamente con aceite, grasa o jabón, para evitar la adherencia del mortero.





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN  
DPTO. DE PROYECTOS E INGENIERÍA D.S.T.



No se puede efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del Ingeniero Supervisor quien previamente habrá inspeccionado y comprobado las características de los encofrados y el recubrimiento del refuerzo.

Los encofrados no podrán quitarse antes de los tiempos siguientes, a menos que el Ingeniero Supervisor lo autorice por escrito.

En el caso de utilizar acelerantes, previa autorización del Ingeniero, los plazos podrán reducirse de acuerdo al tipo y proporción del acelerante que se emplee, en todo caso, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras de concreto.

Todo encofrado para volver a ser usado, no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

#### Encofrado de Superficies no Visibles

Los encofrados de superficies no visibles pueden ser constituidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

#### Encofrado de Superficies Visibles

Los encofrados de superficies visibles serán hechos de madera laminada, planchas duras de fibra prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada o metálicos. Las juntas de unión deberán ser calafateadas para no permitir la fuga de la pasta. En la superficie de contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas aprobadas por el Ingeniero Supervisor, para evitar la formación de rebabas.

Dichas cintas deberán estar convenientemente sujetas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

#### UNIDAD

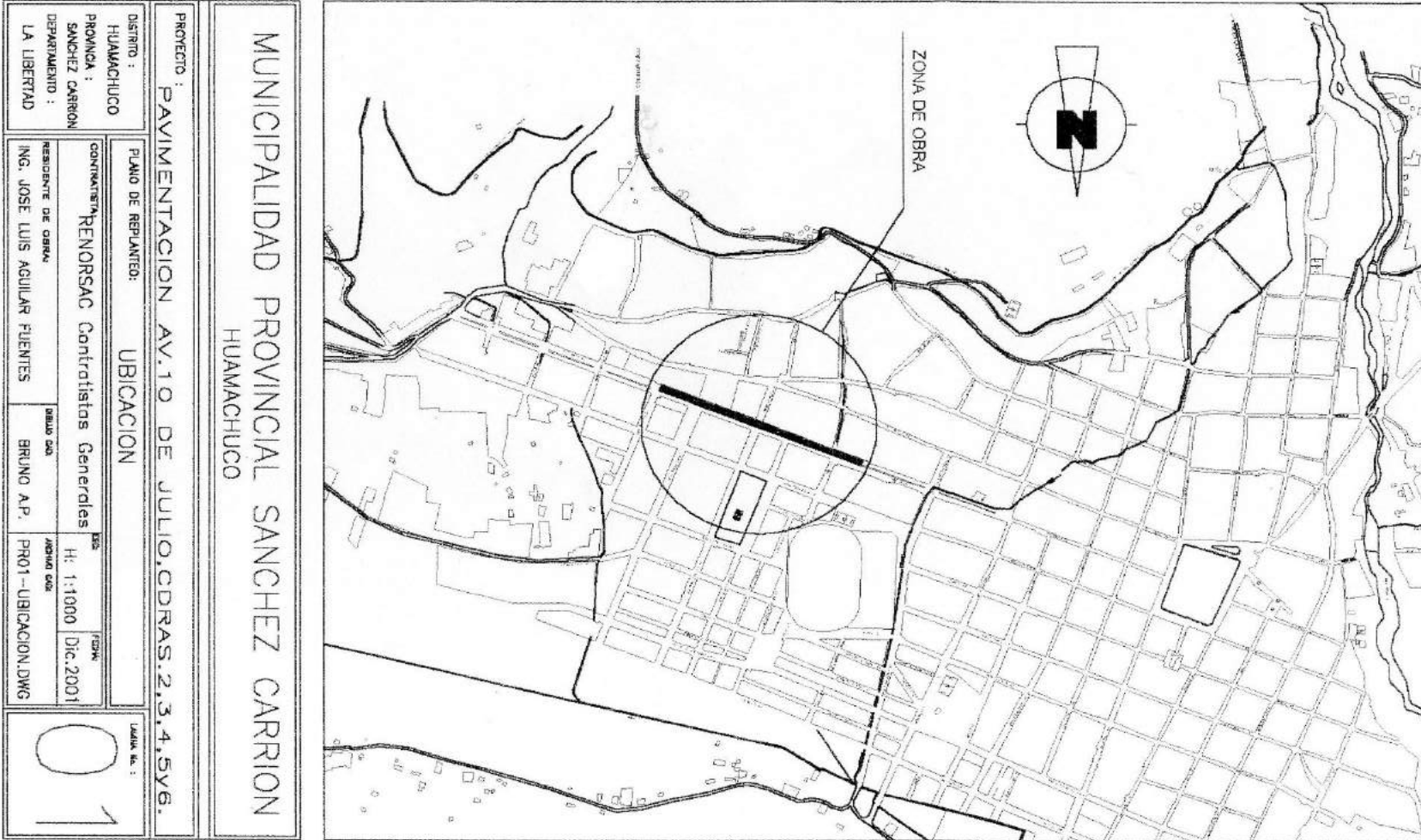
Se considerará como área de encofrado la superficie de la estructura que esté cubierta directamente por dicho encofrado y su unidad medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

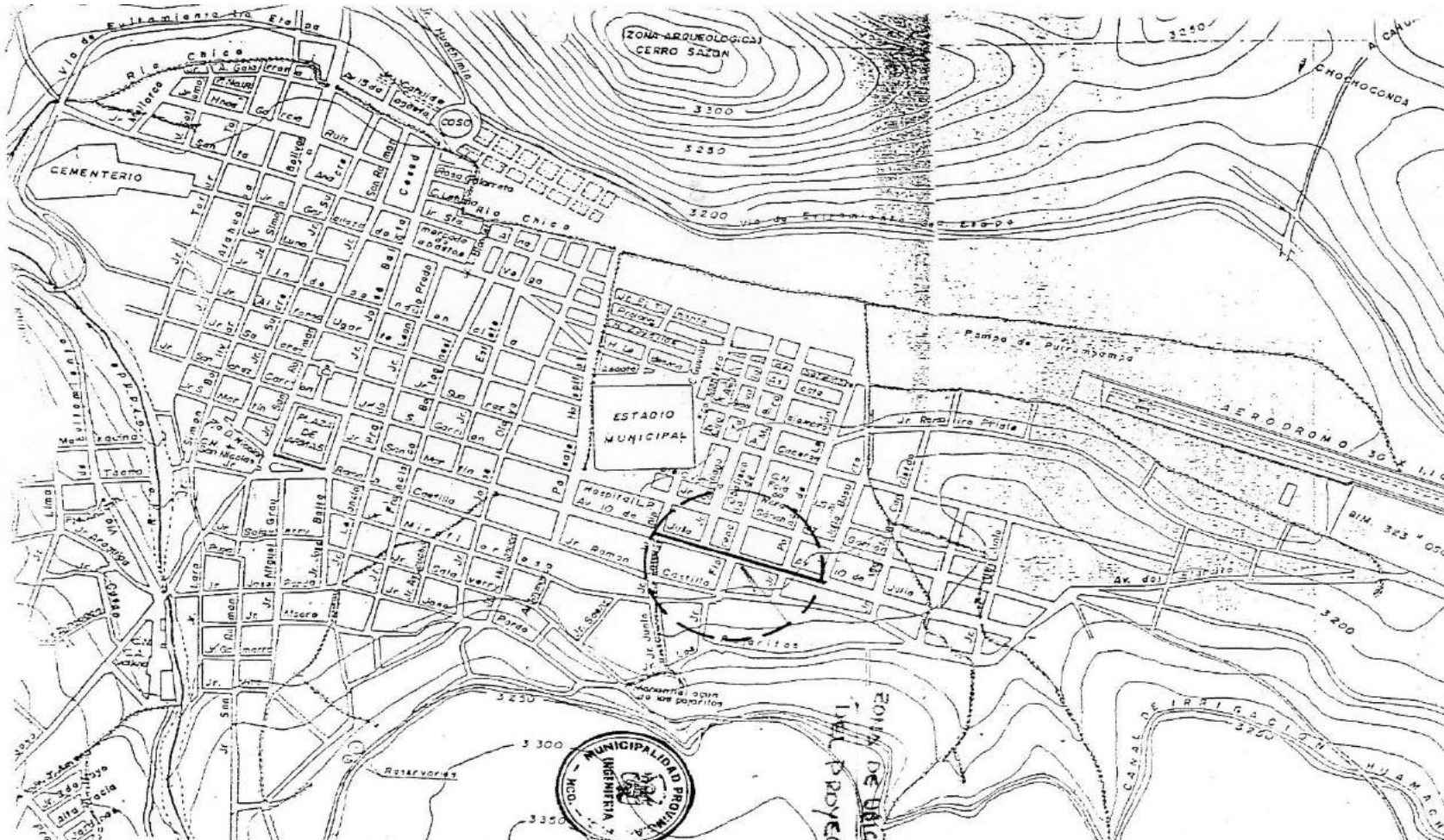
#### FORMA DE PAGO

El pago de los encofrados se hará por la partida correspondiente sobre la base de precios unitarios por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de encofrado. Este precio incluirá, además de los materiales, mano de obra y equipo necesario para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de acceso indispensable para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente incluirá el costo total del desencofrado respectivo.











INSUMOS DEL PROYECTO

PROYECTO:

"PAVIMENTACION AV. 10 DE JULIO (CDRs. 2,3,4,5 y 6)

HUAMACHUCO: Abril del 2001

ITEM	DESCRIPCION DE LOS INSUMOS	UND	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	AFIRMADO	M3	785.65	16.95	13,316.15
2	AGUA	M3	161.51	0.44	68.44
3	ALAMBRE NEGRO # 16	KG	141.57	2.37	335.92
4	ALAMBRE NEGRO # 8	KG	45.83	2.37	108.75
5	ARENA GRUESA (DE RIO)	M3	454.94	25.42	11,566.29
6	ASFALTO LIQUIDO RC-250	GL	231.79	3.90	903.58
7	CAMION CISTERNA	HM	31.88	76.21	2,431.45
8	CARGADOR FRONTAL	HM	19.53	92.37	1,803.92
9	CEMENTO	BL	7,318.66	17.25	126,221.09
10	CLAVOS	KG	68.75	2.46	168.96
11	CLAVOS C.C. Ø 3"	KG	41.58	2.46	102.19
12	COMPRESORA NEUMATICA	HM	6.92	50.85	351.81
13	DESGASTE DE HERRAMIENTAS	GLB	421.63	1.00	421.63
14	ESTACAS	UND	185.30	0.51	94.22
15	FIERRO CORRUGADO	KG	4,156.62	1.46	6,164.46
16	GRAVILLA DE RIO (1/2 - 3/4")	M3	384.87	25.42	9,784.86
17	KEROSENE INDUSTRIAL	GL	34.49	5.42	187.05
18	MADERA COMBUSTIBLE	P2	137.97	0.68	93.54
19	MADERA PARA ENCOFRADO	P2	1,070.04	1.27	1,360.22
20	MADERA TRATADA	P2	884.80	1.95	1,724.61
21	MEZCLADORA 9 - 11 P3	HM	375.26	8.47	3,180.18
22	MIRAS Y JALONES	HM	26.47	1.53	40.38
23	MOTONIVELADORA -130 HP	HM	44.58	92.37	4,116.32
24	NIVEL DE INGENIERO	HM	42.35	3.69	156.13
25	PIEDRA CHANCADA 1/2"	M3	59.65	25.42	1,501.15
26	PINTURA ESMALTE	GL	2.58	40.68	105.53
27	PLANCHIA COMPACTADORA	HM	48.15	12.71	613.91
28	RIEL	ML	110.20	8.47	933.90
29	RODILLO LISO VIBRADOR AUTOPROPULSADO	HM	35.40	61.44	2,174.50
30	SOLDADURA	PTO	174.00	1.69	294.92
31	TEODOLITO	HM	21.18	4.41	93.32
32	TRACTOR D8D - 125 HP	HM	24.24	127.12	3,081.26
33	TUBERIA PVC SAP D= 3/4"	ML	992.00	1.06	1,050.85
34	TUBERIA PVC SAL Ø 4"	ML	20.55	3.31	67.91
35	VIBRADOR DE 4HP	HM	217.03	12.71	2,758.89
36	VOQUETE	HM	97.64	57.20	5,585.55
37	YESO (bolsa de 16 Kg.)	BL	1.11	4.48	4.96
38	TOPOGRAFO	HH	21.18	2.72	57.61
39	CAPATAZ	HH	0.00	2.72	0.00
40	OPERARIO	HH	1,245.68	2.72	3,388.66
41	OFICIAL	HH	1,093.88	2.23	2,430.06
42	PEON	HH	4,433.18	1.86	8,227.66
COSTO TOTAL DE INSUMOS :					217,041.30



# ***Anexo N° 3:***

## **Norma CE.010**

### **Pavimentación Urbana.**



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA CE.010**  
**PAVIMENTOS URBANOS**

**LIMA – PERÚ**  
**2010**

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

# ***Anexo N° 4:***

## **Certificados de ensayos realizados.**



## HYDROMASTER

Scipión Llona N° 255 Urb. PayPay • TRUJILLO • Telefax 610911 • Celular 949140500 RPM # 970014224

### REPORTE DE ANALISIS

Cliente : Santos Inés Yépez Mostacero.  
Muestras : 11  
Fecha Recepción : 19/07/2017  
Fecha Análisis : 19/07/2017

Muestras	Unidad	Alcalinidad Total
P1 - 1	ppm	58.8
P2 - 37	ppm	47.7
P3 - 74	ppm	66.64
P4 - 111	ppm	60.76
P5 - 148	ppm	76.44
P6 - 185	ppm	29.4
P7 - 222	ppm	50.96
P8 - 259	ppm	98
P9 - 296	ppm	62.72
P10 - 333	ppm	64.68
P11 - 370	ppm	68.6

Límites Permisibles de la O.M.S para consumo humano

Parámetro	Unidades	Límites
Alcalinidad	ppm	máx. 400
Dureza Total	ppm	máx. 500
Calcio	ppm	máx. 375
Magnesio	ppm	-.-
Cloruros	ppm	≤ 250
Cloro Libre	ppm	0.5 – 1.00
Sulfatos	ppm	≤ 200
Nitratos	ppm	0
pH		6.80-8.50
Sólidos Totales	ppm	< 1000
Conductividad	uS/cm	< 1800



HYDROMASTER  
ING. JUAN DÍAZ CAMACHO  
Gerente

Ing. Juan Díaz Camacho  
CIP 18848



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
ESCUELA DE INGENIERIA DE MATERIALES



**LABORATORIO DE “TECNOLOGÍA DE LOS RECUBRIMIENTOS”**

**CONSTANCIA**

Por la presente se hace constar que se ha realizado el análisis de iones sulfato ( $\text{ppmSO}_4^{-2}$ ), según la norma ASTM D-516, de diferentes muestras acuosas.

- 1) INTERESADO: Santos Ines Yopez Mostacero
- 2) FECHA DE ANÁLISIS: 24 de julio del 2017

**RESULTADO:**


Nº	MUESTRA	ABSORBANCIA	$\text{ppmSO}_4^{-2}$
1	a1 Progresiva 1 a 1 metros	0.204	23.20
2	a2 Progresiva 2 a 37 metros	0.108	13.15
3	a3 Progresiva 3 a 74 metros	0.196	22.37
4	a4 Progresiva 4 a 111 metros	0.198	22.57
5	a5 Progresiva 5 a 148 metros	0.134	15.87
6	a6 Progresiva 6 a 185 metros	0.142	16.71
7	a7 Progresiva 7 a 222 metros	0.180	20.69
8	a8 Progresiva 8 a 259 metros	0.126	15.03
9	a9 Progresiva 9 a 296 metros	0.156	18.18
10	a10 Progresiva 10 a 333 metros	0.186	21.32
11	a11 Progresiva 11 a 370 metros	0.110	13.36

Para conformidad de esta constancia firma el responsable a cargo del Laboratorio de Tecnología de los Recubrimientos:



**Santos D. Otiniano Méndez**  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. 143769

Responsable del Laboratorio de Tecnología de los Recubrimientos  
Cod. UNT: 5940

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO	FACULTAD DE INGENIERÍA
	LABORATORIO DE FRACTOMECA-NCA-CONCRETO Departamento de Ingeniería de Materiales	Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria Trujillo - Perú

**INFORME N° 255 -AGOS-2017**

**Solicitante:** Santos Ines Yépez Mostacero.  
Santiago Jesús Sánchez Rodríguez. **HUAMACHUCO – LA LIBERTAD.**

**Institución:** Universidad Privada del Norte

**Título:** "CALIDAD DEL PAVIMENTO RÍGIDO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MECÁNICAS EN LA AV. 10 DE JULIO, HUAMACHUCO – LA LIBERTAD, 2017."

**MUESTRA**

**Espécimen:**  
11 Cilíndrico de concreto por perforación de n cm. de largo x n cm. de diámetro.

**Edad del Espécimen:** Mayor a 28 días  
**Muestreo realizado por:** Tesistas

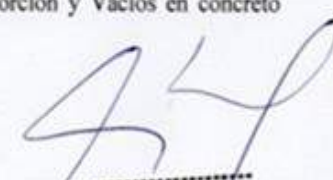
**ENSAYOS A APLICAR:** Las principales Normas Técnicas vigentes que rigen la calidad son:

- Esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto, Método de ensayo, automático, error de +/- 0.5%

Modo	Unidades	Velocidad de carga (KN/seg)
Modo 1 Compresión	SI	0.50

- Método de Ensayo Normalizado para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido.
- Análisis químico.
- Capilaridad y permeabilidad.

**Analista de Laboratorio:** Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

  
**Iván E. Vásquez Alfaro**  
ING. MATERIALES  
R. CP 122509

Trujillo, 28 de Agosto del 2017



**Análisis químicos de análisis de TDS - Salinidad – Conductividad**

ANÁLISIS DE TDS - SALINIDAD – CONDUCTIVIDAD					
N°	Progresiva	Distancia (m)	TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS	SALINIDAD %	CONDUCTIVIDAD
			(TDS) mg/l		Microsiemens/ centímetro (µs/cm)
1	P - 1	1	960	1000	1915
2	P - 2	37	864	900	1728
3	P - 3	74	940	900	1881
4	P - 4	111	943	900	1877
5	P - 5	148	938	900	1875
6	P - 6	185	893	900	1887
7	P - 7	222	888	900	1777
8	P - 8	259	946	1000	1891
9	P - 9	296	910	900	1821
10	P - 10	333	893	900	1785
11	P - 11	370	1007	1000	2010

**Análisis químicos de análisis PH.**

PH			
Muestra	Progresiva	Distancia (m)	PH
1	P - 1	1	10.48
3	P - 2	37	11.16
4	P - 3	74	10.73
5	P - 4	111	10.98
6	P - 5	148	10.92
7	P - 6	185	10.93
8	P - 7	222	10.55
10	P - 8	259	11.12
11	P - 9	296	11.14
12	P - 10	333	10.86
13	P - 11	370	11.16

Analista de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Iván E. Vásquez Alfaro  
ING. MATERIALES  
R. CIP 123509

Trujillo, 28 de Agosto del 2017





**Ensayo Normalizado para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido.**

ENSAYO DE ABSORCIÓN							
Muestra	Progresiva	Distancia (m)	Peso natural muestra (g)	Peso superficialmente seco (g)	Peso sumergido (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
1	P - 1	1	542.97	550.27	312.38	531.32	3.57
2	P - 2	37	482.23	494.07	268.46	464.04	6.47
3	P - 3	74	550.87	558.21	318.71	541.25	3.13
4	P - 4	111	536.08	545.64	308.62	523.90	4.15
5	P - 5	148	514.10	523.79	294.24	497.75	5.23
6	P - 6	185	561.69	573.88	322.55	545.32	5.24
7	P - 7	222	517.79	527.49	291.64	503.11	4.85
8	P - 8	259	546.38	557.38	305.22	524.21	6.33
9	P - 9	296	540.07	549.64	308.65	523.22	5.05
10	P - 10	333	536.96	549.22	304.26	520.06	5.61
11	P - 11	370	251.77	259.84	147.32	242.63	7.09

ENSAYO DE DENSIDAD							
Muestra	Progresiva	Distancia (m)	Peso natural muestra (g)	Peso superficialmente seco (g)	Peso sumergido (g)	Peso seco (g)	Densidad (g/cm³)
1	P - 1	1	542.97	550.27	312.38	531.32	2227.89
2	P - 2	37	482.23	494.07	268.46	464.04	2051.68
3	P - 3	74	550.87	558.21	318.71	541.25	2254.27
4	P - 4	111	536.08	545.64	308.62	523.90	2204.84
5	P - 5	148	514.10	523.79	294.24	497.75	2162.95
6	P - 6	185	561.69	573.88	322.55	545.32	2164.31
7	P - 7	222	517.79	527.49	291.64	503.11	2127.84
8	P - 8	259	546.38	557.38	305.22	524.21	2073.68
9	P - 9	296	540.07	549.64	308.65	523.22	2165.70
10	P - 10	333	536.96	549.22	304.26	520.06	2117.73
11	P - 11	370	251.77	259.84	147.32	242.63	2150.94

ENSAYO DE POROSIDAD							
Muestra	Progresiva	Distancia (m)	peso natural muestra (g)	peso superficialmente seco (g)	peso sumergido (g)	peso seco (g)	Porosidad (%)
1	P - 1	1	542.97	550.27	312.38	531.32	70.09
2	P - 2	37	482.23	494.07	268.46	464.04	72.85
3	P - 3	74	550.87	558.21	318.71	541.25	69.83
4	P - 4	111	536.08	545.64	308.62	523.90	69.76
5	P - 5	148	514.10	523.79	294.24	497.75	69.16
6	P - 6	185	561.69	573.88	322.55	545.32	69.07
7	P - 7	222	517.79	527.49	291.64	503.11	72.51
8	P - 8	259	546.38	557.38	305.22	524.21	71.75
9	P - 9	296	540.07	549.64	308.65	523.22	69.52
10	P - 10	333	536.96	549.22	304.26	520.06	70.93
11	P - 11	370	251.77	259.84	147.32	242.63	64.70

Analista de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Trujillo, 28 de Agosto del 2017

*Iván E. Vásquez Alfaro*  
ING. MATERIALES  
R. CIP 123509



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

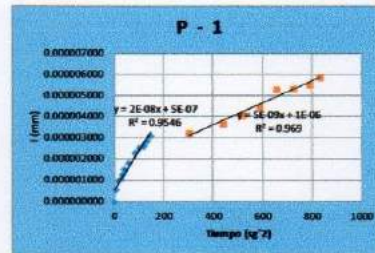
LABORATORIO DE FRACTOMECA-NICA-CONCRETO

Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria  
Trujillo - Perú

Departamento de Ingeniería de Materiales

### Análisis capilaridad

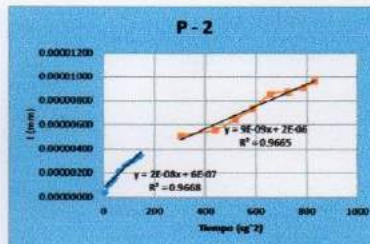
RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 1					
Tiempo		$\sqrt{t}$ tiempo	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	(s0.5)	(g)	(g)	
0 m	0	0	532.59	0.00	0.0000
1 m	60	8	533.54	1.75	0.00000054
5 m	300	17	534.28	2.19	0.00000094
10 m	600	24	535.03	2.44	0.00000105
20 m	1200	35	535.54	2.95	0.00000127
30 m	1800	42	536.11	3.52	0.00000151
1 h	3600	60	536.75	4.16	0.00000179
2 h	7200	85	537.87	5.28	0.00000227
3 h	10800	104	538.48	5.89	0.00000253
4 h	14400	120	538.61	6.03	0.00000259
5 h	18000	134	539.25	6.66	0.00000286
6 h	21600	147	539.8	7.21	0.00000310
1	92220	304	540.04	7.45	0.00000320
2	193200	440	541.11	8.52	0.00000366
3	268500	518	542.03	9.44	0.00000406
4	345600	588	542.97	10.38	0.00000446
5	432000	657	544.87	12.28	0.00000528
6	527580	726	545.01	12.42	0.00000534
7	627200	789	545.38	12.79	0.00000550
8	691200	831	546.22	13.63	0.00000586



Absorción inicial  
r= 0.977

Absorción final  
r= 0.98

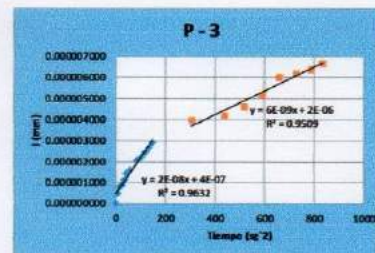
RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 2					
Tiempo		$\sqrt{t}$ tiempo	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	(s0.5)	(g)	(g)	I (mm)
0 m	0	0	465.07	0.00	0.0000
1 m	60	8	466.03	0.96	0.0000041
5 m	300	17	467.26	2.19	0.00000294
10 m	600	24	467.82	2.75	0.00000118
20 m	1200	35	468.33	3.26	0.00000140
30 m	1800	42	468.83	3.76	0.00000162
1 h	3600	60	470.06	4.99	0.00000215
2 h	7200	85	471.26	6.19	0.00000266
3 h	10800	104	471.85	6.78	0.00000292
4 h	14400	120	472.22	7.15	0.00000308
5 h	18000	134	472.26	7.69	0.00000331
6 h	21600	147	473.21	8.14	0.00000350
1	92220	304	476.97	11.90	0.00000512
2	193200	440	478.02	12.95	0.00000557
3	268500	518	480.15	15.08	0.00000649
4	345600	588	481.08	17.01	0.00000732
5	432000	657	484.88	19.81	0.00000852
6	527580	726	485.48	20.41	0.00000878
7	627200	789	486.18	21.11	0.00000908
8	691200	831	487.58	22.51	0.00000968



Absorción inicial  
r= 0.98

Absorción final  
r= 0.98

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 3					
Tiempo		$\sqrt{t}$ tiempo	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	(s0.5)	(g)	(g)	I (mm)
0 m	0	0	542.43	0.00	0.000000000
1 m	60	8	543.52	1.09	0.000000469
5 m	300	17	544.28	1.85	0.000000796
10 m	600	24	544.48	2.05	0.000000882
20 m	1200	35	545.07	2.64	0.000001135
30 m	1800	42	545.77	3.34	0.000001437
1 h	3600	60	546.21	3.78	0.000001626
2 h	7200	85	547.2	4.77	0.000002052
3 h	10800	104	547.57	5.14	0.000002211
4 h	14400	120	548.13	5.70	0.000002452
5 h	18000	134	548.59	6.20	0.000002667
6 h	21600	147	549.2	6.77	0.000002912
1	92220	304	550.7	9.27	0.000003987
2	193200	440	552.47	9.74	0.000004189
3	268500	518	553.22	10.79	0.000004641
4	345600	588	554.28	11.85	0.000005140
5	432000	657	556.43	14.00	0.000006022
6	527580	726	556.77	14.34	0.000006168
7	627200	789	557.26	14.83	0.000006378
8	691200	831	557.92	15.49	0.000006662



Absorción inicial  
r= 0.98342753

Absorción final  
r= 0.97514102

Analista de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Trujillo, 28 de Agosto del 2017

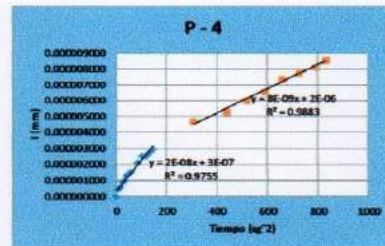
Iván E. Vásquez Alfaro  
ING. MATERIALES  
R. CUP 123509





### Análisis capilaridad

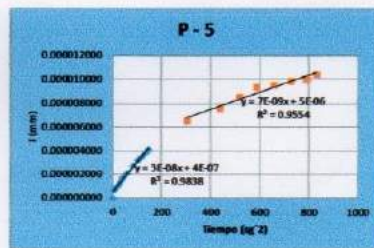
RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 4					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	(x0.5)	(g)	(g)	l (mm)
0m	0	0	514.99	0.00	0.000000000
1m	60	8	516.09	1.10	0.000000473
5m	300	17	516.33	1.34	0.000000576
10m	600	24	517.05	2.06	0.000000886
20m	1200	35	517.35	2.76	0.000000972
30m	1800	42	517.99	3.00	0.000001290
1h	3600	60	518.56	3.57	0.000001535
2h	7200	85	519.79	4.80	0.000002065
3h	10800	104	520.79	5.80	0.000002495
4h	14400	120	520.86	5.87	0.000002525
5h	18000	134	521.33	6.34	0.000002727
6h	21600	147	521.82	6.83	0.000002938
1	92220	304	525.83	10.84	0.000004662
2	193200	440	532.16	12.17	0.000005234
3	268500	518	538.95	13.96	0.000006004
4	345600	588	540.38	15.29	0.000006576
5	432000	657	541.04	17.05	0.000007333
6	527580	726	541.67	17.98	0.000007733
7	622200	789	543.88	18.89	0.000008125
8	691200	831	544.91	19.92	0.000008568



Absorción inicial  
 $r=$  0.98767404

Absorción final  
 $r=$  0.99413279

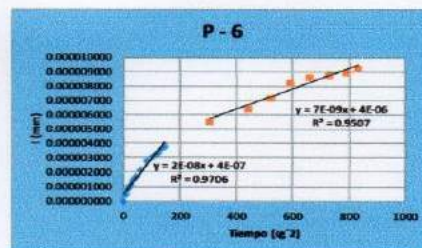
RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 5					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	(x0.5)	(g)	(g)	l (mm)
0m	0	0	498.84	0.00	0.000000000
1m	60	8	500.35	1.51	0.000000649
5m	300	17	501.07	2.23	0.000000959
10m	600	24	501.4	2.56	0.000001101
20m	1200	35	502.16	3.32	0.000001426
30m	1800	42	502.83	3.99	0.000001716
1h	3600	60	503.68	4.84	0.000002082
2h	7200	85	505.23	6.39	0.000002748
3h	10800	104	506.31	7.46	0.000003217
4h	14400	120	506.97	8.13	0.000003497
5h	18000	134	507.56	8.72	0.000003753
6h	21600	147	508.34	9.50	0.000004086
1	92220	304	514.12	15.28	0.000006572
2	193200	440	516.31	17.49	0.000007523
3	268500	518	518.67	19.83	0.000008529
4	345600	588	520.6	21.76	0.000009359
5	432000	657	520.91	22.07	0.000009492
6	527580	726	521.24	22.90	0.000009849
7	622200	789	522.15	23.29	0.000010017
8	691200	831	523.01	24.17	0.000010396



Absorción inicial  
 $r=$  0.99186693

Absorción final  
 $r=$  0.97746565

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 6					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	(x0.5)	(g)	(g)	l (mm)
0m	0	0	546.58	0.00	0.000000000
1m	60	8	547.61	1.03	0.000000443
5m	300	17	548.61	2.03	0.000000873
10m	600	24	549.16	2.58	0.000001110
20m	1200	35	549.95	3.37	0.000001449
30m	1800	42	550.45	3.87	0.000001665
1h	3600	60	551.6	5.02	0.000002159
2h	7200	85	553.13	6.55	0.000002817
3h	10800	104	553.24	7.16	0.000003080
4h	14400	120	554.27	7.69	0.000003308
5h	18000	134	554.93	8.35	0.000003591
6h	21600	147	555.41	8.83	0.000003798
1	92220	304	559.48	12.90	0.000005548
2	193200	440	561.52	14.94	0.000006426
3	268500	518	563.19	16.61	0.000007144
4	345600	588	565.7	19.12	0.000008224
5	432000	657	566.63	20.05	0.000008624
6	527580	726	566.92	20.34	0.000008748
7	622200	789	567.39	20.81	0.000008951
8	691200	831	567.97	21.39	0.000009200



Absorción inicial  
 $r=$  0.98519034

Absorción final  
 $r=$  0.97503846

Analista de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

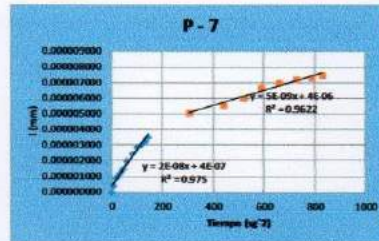
Trujillo, 28 de Agosto del 2017

Iván E. Vásquez Alfaro  
ING. MATERIALES  
R. CIP 123509



**Análisis capilaridad**

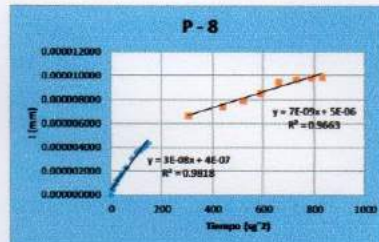
RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 7					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	( $\pm 0.5$ )	(g)	(g)	I (mm)
0m	0	0	504.26	0.00	0.000000000
1m	60	8	505.18	0.92	0.00000296
5m	300	17	506.34	2.08	0.00000695
10m	600	24	506.63	2.37	0.000001019
20m	1200	35	507.12	2.86	0.000001230
30m	1800	42	507.69	3.43	0.000001475
1h	3600	60	508.84	4.58	0.000001970
2h	7200	85	509.93	5.67	0.000002439
3h	10800	104	510.94	6.68	0.000002873
4h	14400	120	511.29	7.03	0.000003024
5h	18000	134	511.8	7.54	0.000003143
6h	21600	147	512.43	8.17	0.000003254
1	92220	304	516.05	11.79	0.000005071
2	193200	440	522.02	12.81	0.000005510
3	268500	518	518.23	13.97	0.000006009
4	345600	588	519.8	15.54	0.000006684
5	432000	657	520.56	16.30	0.000007011
6	527580	726	520.98	16.72	0.000007191
7	622200	789	521.19	16.93	0.000007282
8	691200	831	521.65	17.39	0.000007480



Absorción inicial  
r = 0.98742088

Absorción final  
r = 0.98091794

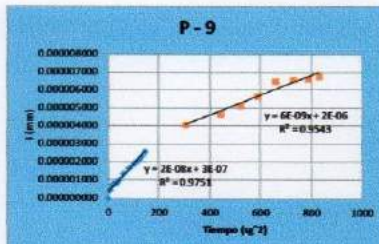
RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 8					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	( $\pm 0.5$ )	(g)	(g)	I (mm)
0m	0	0	525.59	0.00	0.000000000
1m	60	8	528.58	0.99	0.00000426
5m	300	17	527.68	2.09	0.00000899
10m	600	24	528.41	2.82	0.000001213
20m	1200	35	528.92	3.34	0.000001437
30m	1800	42	529.77	4.18	0.000001798
1h	3600	60	530.9	5.31	0.000002284
2h	7200	85	532.44	7.07	0.000003041
3h	10800	104	533.29	8.20	0.000003527
4h	14400	120	534.45	8.86	0.000003811
5h	18000	134	535.02	9.43	0.000004056
6h	21600	147	535.58	10.09	0.000004340
1	92220	304	541.07	15.48	0.000006558
2	193200	440	543.8	17.21	0.000007402
3	268500	518	543.89	18.30	0.000007871
4	345600	588	545.45	19.86	0.000008542
5	432000	657	547.51	21.92	0.000009428
6	527580	726	547.99	22.40	0.000009634
7	622200	789	548.34	22.75	0.000009785
8	691200	831	548.59	23.00	0.000009892



Absorción inicial  
r = 0.99908959

Absorción final  
r = 0.9830056

RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 9					
Tiempo		$\sqrt{\text{tiempo}}$	Masa	$\Delta$ Masa	$\Delta$ Masa/area/density
Días	s	( $\pm 0.5$ )	(g)	(g)	I (mm)
0m	0	0	524.73	0.00	0.000000000
1m	60	8	525.84	1.11	0.00000477
5m	300	17	528.44	1.71	0.00000735
10m	600	24	528.63	1.90	0.00000817
20m	1200	35	528.63	1.90	0.00000817
30m	1800	42	527.06	2.33	0.000001002
1h	3600	60	527.88	3.15	0.000001355
2h	7200	85	528.64	3.91	0.000001682
3h	10800	104	529.13	4.40	0.000001892
4h	14400	120	529.6	4.87	0.000002095
5h	18000	134	529.06	5.33	0.000002292
6h	21600	147	529.55	5.82	0.000002496
1	92220	304	534.19	9.46	0.000004056
2	193200	440	535.59	10.83	0.000004658
3	268500	518	538.21	11.98	0.000005153
4	345600	588	537.8	13.07	0.000005622
5	432000	657	539.81	15.08	0.000006486
6	527580	726	539.98	15.25	0.000006559
7	622200	789	540.18	15.45	0.000006645
8	691200	831	540.43	15.70	0.000006753



Absorción inicial  
r = 0.98747152

Absorción final  
r = 0.9768828

Analista de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Trujillo, 28 de Agosto del 2017

*Iván E. Vásquez Alfaro*  
ING. MATERIALES  
R. CIP 123509





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

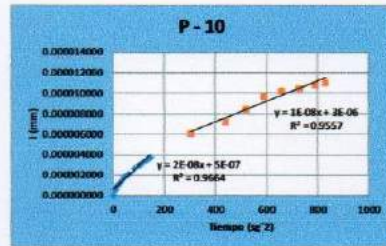
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE FRACTOMECA-NICA-CONCRETO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria  
Trujillo - Perú

**RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 10**

Tiempo	$\sqrt{t}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density l (mm)
0m	0	521.21	0.00	0.000000000
1m	60	522.58	1.37	0.000000589
5m	300	523.5	2.29	0.000000985
10m	600	523.98	2.77	0.000001191
20m	1200	524.59	3.38	0.000001454
30m	1800	525.61	4.40	0.000001892
1h	3600	526.05	4.84	0.000002082
2h	7200	527.34	6.13	0.000002637
3h	10800	528.17	6.96	0.000002994
4h	14400	528.9	7.69	0.000003308
5h	18000	529.37	8.16	0.000003510
6h	21600	529.99	8.78	0.000003776
1	92220	530.49	14.28	0.000005142
2	193200	531.04	16.83	0.000007239
3	268500	540.96	19.75	0.000008495
4	345600	543.77	22.56	0.000009703
5	432000	545.09	23.88	0.000010271
6	527580	545.61	24.40	0.000010495
7	622200	545.44	25.23	0.000010852
8	691200	545.98	25.77	0.000011084

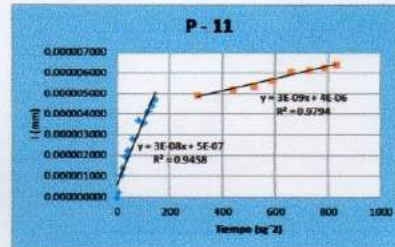


Absorción inicial  
m = 0.98305646

Absorción final  
m = 0.9775991

**RESULTADO DE CAPILARIDAD - PROGRESIVA 11**

Tiempo	$\sqrt{t}$ (s0.5)	Masa (g)	$\Delta$ Masa (g)	$\Delta$ Masa/area/density l (mm)
0m	0	245.96	0.00	0.000000000
1m	60	245.49	0.53	0.000000228
5m	300	248.42	2.46	0.000001058
10m	600	249.27	3.31	0.000001424
20m	1200	250.5	4.54	0.000001953
30m	1800	251.17	5.21	0.000002241
1h	3600	252.5	6.54	0.000002813
2h	7200	254.5	8.54	0.000003673
3h	10800	254.22	8.26	0.000003553
4h	14400	255.62	9.66	0.000004155
5h	18000	255.25	10.29	0.000004426
6h	21600	256.9	10.94	0.000004705
1	92220	257.85	11.89	0.000004899
2	193200	257.99	12.03	0.000005174
3	268500	258.43	12.47	0.000005363
4	345600	259.05	13.10	0.000005634
5	432000	259.98	14.02	0.000006030
6	527580	260.33	14.27	0.000006138
7	622200	260.52	14.56	0.000006262
8	691200	260.88	14.92	0.000006417



Absorción inicial  
m = 0.97522469

Absorción final  
m = 0.9896464

**Permeabilidad.**

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD**

Muestra	Progresiva	Distancia (m)	Peso seco (g)	Peso + deposito (g)	Peso inicial de agua (g)	Peso final de agua (g)	Área (cm)	Altura (cm) L	Flujo (Q)
1	P - 1	1	531.32	531.78	88.24	85.5	3.661	2.88	2.7E-06
2	P - 2	37	464.04	463.64	88.24	83.64	3.661	2.77	2.8E-06
3	P - 3	74	541.25	543.43	88.24	81.93	3.661	2.34	3.3E-06
4	P - 4	111	523.90	526.34	88.24	81.47	3.661	2.63	2.9E-06
5	P - 5	148	497.75	497.29	88.24	81.49	3.661	2.63	2.9E-06
6	P - 6	185	545.32	546.73	88.24	86.99	3.661	2.95	2.6E-06
7	P - 7	222	503.11	501.16	88.24	83.97	3.661	2.79	2.8E-06
8	P - 8	259	524.21	524.24	88.24	82.38	3.661	2.71	2.9E-06
9	P - 9	296	523.22	524.39	88.24	75.16	3.661	2.3	3.4E-06
10	P - 10	333	520.06	520.09	88.24	78.96	3.661	2.41	3.2E-06
11	P - 11	370	242.63	251.88	88.24	86.43	3.661	2.91	2.7E-06

K = 2.4E-08 0.000000024  
H = 88.24

Analista de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Trujillo, 28 de Agosto del 2017

*Iván E. Vásquez Alfaro*  
ING. MATERIALES  
R. C.M.P 123500



**Resistencia a la compresión.**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.										
Muestra	Progresiva	Distancia (m)	Área	Rc (KN/mm <sup>2</sup> )	velocidad (KN/Seg)	F(KN)	Rc (kg/cm <sup>2</sup> )	Altura	Factor de corrección	Rc (kg/cm <sup>2</sup> )- corregida
1	P - 1	1	23.25	12.53	0.50	24.6	128	0.85	0.91	116
3	P - 2	37	23.25	28.56	0.50	56.1	291	1.44	0.94	274
4	P - 3	74	23.25	42.65	0.50	83.7	435	0.84	0.91	395
5	P - 4	111	23.25	20.23	0.50	39.7	206	0.91	0.91	188
6	P - 5	148	23.25	10.14	0.50	20.6	103	1.21	0.91	94
7	P - 6	185	23.25	16.7	0.50	32.8	170	0.26	0.91	155
8	P - 7	222	23.25	16.01	0.50	31.4	163	1.08	0.91	148
10	P - 8	259	23.25	13.36	0.50	26.2	136	0.16	0.91	124
11	P - 9	296	23.25	7.19	0.50	14.1	73	0.79	0.91	67
12	P - 10	333	23.25	28.67	0.50	56.3	292	0.64	0.91	266
13	P - 11	370	23.25	11.53	0.50	22.6	117			117

Analista de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Trujillo, 28 de Agosto del 2017



Iván E. Vásquez Alfaro  
ING. MATERIALES  
R. CP 122500

# ***Anexo N° 5:***

## **Certificados de calibración de los equipos utilizados.**



**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LL - 106 - 2017**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>17086</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>2. Solicitante</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Av. Del Ejército Nro. 920 Urb. El Molino - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD.	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>VERNIER ( PIE DE REY )</b>	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Alcance de indicación</b>	0 mm a 150 mm	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0,05 mm	
<b>Marca</b>	LITZ	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	ALEMANIA	
<b>Identificación</b>	1-017467 (*)	
<b>Tipo de indicación</b>	ANALÓGICO	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2017-04-26	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2017-04-28



JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
RPM: \*849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com



**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 201 - 2017**

Área de Metrología  
Laboratorio de Mareas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>17086</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.</b>	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	Av. Del Ejercito Nro. 920 Urb. El Molino - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>15000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>0,5 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>5,0 g</b>	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R31P15</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>8336420544</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>10,0 g</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Identificación</b>	<b>1-020409 (*)</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO PABELLON C. INGENIERIA CIVIL.</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2017-04-25</b>	

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2017-04-28

Sello



JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá N° F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
RPM: \*849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 200 - 2017**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	17086	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
3. Dirección	Av. Del Ejercito Nro. 920 Urb. El Molino - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	80 kg	
División de escala (d)	0,002 kg	
Div. de verificación (e)	0,020 kg	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	T71P	
Número de Serie	B231177767	
Capacidad mínima	0,040 kg	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO PABELLON C. INGENIERIA CIVIL.	
5. Fecha de Calibración	2017-04-25	

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2017-04-28

  
JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Tel: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
RPM: \*849272 / #971439282 / #942633342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com



**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 097 - 2017**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Equipo</p> <p>    Capacidad</p> <p>    Marca</p> <p>    Modelo</p> <p>    Número de Serie</p> <p>    Procedencia</p> <p>    Identificación</p> <p>    Indicación</p> <p>    Marca</p> <p>    Modelo</p> <p>    Número de Serie</p> <p>    Resolución</p> <p>    Ubicación</p> <p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>17086</p> <p><b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> S.A.C. Av. Del Ejercito Nro. 920 Urb. El Molino - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD.</p> <p><b>PRENSA DE CONCRETO</b></p> <p>250000 lbf</p> <p>FORNEY</p> <p>F-25EX-F-CPILOT</p> <p>12117</p> <p>U.S.A.</p> <p>NO INDICA</p> <p>DIGITAL</p> <p>FORNEY</p> <p>TA-1252</p> <p>NO INDICA</p> <p>1 lbf</p> <p>LABORATORIO DE CONCRETO - PABELLON C. INGENIERIA CIVIL.</p> <p>2017-04-25</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
---	--	---

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2017-04-28



JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mc F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
RPM: \*849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

# ***Anexo N° 6:***

## **Certificado de ensayos en laboratorio.**

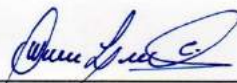
## CERTIFICADO

### DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que el Sr. Santos Ines Yopez Mostacero, identificado con D.N.I N° 41628159, ha realizado los ensayos de compresión de testigos de concreto en las instalaciones del **Laboratorio de Concreto y Estructuras** de esta universidad, requeridos para la tesis "**Calidad del Pavimento Rígido Sobre las Propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas en la Av. 10 de Julio, Huamachuco - La Libertad, 2017**"; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.

Se expide esta certificación a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Trujillo, 06 de marzo del 2018



Wesley J. Leonardo Carrasco  
Supervisor de Laboratorio