

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**ADICION DE MICROSILICE Y FIBRA NATURAL DE  
ORIGEN ANIMAL EN EL CONCRETO HIDRAULICO PARA  
PAVIMENTOS RIGIDOS**

**PRESENTADO POR:**

Bach. CAÑARI CAPCHA, Kevin Harold

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO CIVIL

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**



**Asesor**

**Ing. Rando Porras Olarte**

### **Dedicatoria**

A nuestro creador por todo lo que me da, a mis padres por ser la fuente de mi inspiración y por sus consejos que siempre han guiado mi vida, así como a todas las personas que me han apoyado en la elaboración del proyecto por sus consejos y apoyo se hizo posible la culminación de esta tesis.

## **Agradecimiento**

Nuestro agradecimiento primeramente A Dios por permitirnos llegar hasta este tramo de nuestras vidas y de la carrera. A mis padres por brindarme el apoyo incondicional. A la Universidad por darnos la oportunidad de estudiar y llegar hacer profesionales. Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional y nos gustaría agradecer por su apoyo, consejos y sus ánimos. Gracias.

Bach. Cañari Capcha, Kevin Harold

## Hoja de conformidad de miembros del jurado

---

Presidente

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

---

Secretario docente

## Índice

Índice de tablas	xi
Índice de figuras	12
Índice de gráficos	131
Resumen	14
Abstract	15
Introducción	16
Capítulo I	18
El problema de investigación	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	21
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. Justificación	22
1.3.1. Práctica o social	22
1.3.2. Científica o teórica	22
1.3.3. Metodológica	23
1.4. Delimitaciones	23
1.4.1. Espacial	23
1.4.2. Temporal	23
1.4.3. Económica	23
1.5. Limitaciones	24
1.5.1. Limitaciones por cuarentena y restricciones	24
1.5.2. Limitaciones económicas	24
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos	24
Capítulo II	25
Marco teórico	25
2.1. Antecedentes	25
	vii

2.1.1. Antecedentes internacionales	25
2.1.2. Antecedentes nacionales	30
2.2. Marco conceptual	34
2.2.1. Concreto	34
2.2.1.1 Cemento Portland	48
2.2.1.2 Agua	51
2.2.1.3 “Agregados”	55
2.2.2. “Micro sílice:	70
2.2.2.1. Características:	71
2.2.2.1.1. Propiedades Físicas:	72
2.2.2.1.2. Propiedades Químicas:	73
2.2.2.1.3. Propiedades del microsíllice en estado fresco:	74
2.2.2.1.4. Propiedades del microsíllice en estado endurecido:	75
2.2.3. Fibras en el concreto	77
2.2.4. Fibras de origen animal	79
2.2.5. Pavimentos rígidos	80
2.2.2.1 Tipos de pavimentos rígidos	80
2.2.2.2 Proceso constructivo de pavimento rígido	82
2.2.2.3 Proceso de corte y sellado de juntas en los pavimentos rígidos:	83
2.2.2.4 Diseño de pavimentos	86
2.2.2.4.1 Etapas del diseño de pavimentos:	87
2.2.2.5 Funciones y componentes del pavimento:	88
2.3. Definición de términos:	90
2.4. Hipótesis	91
2.4.1. Hipótesis general	91
2.4.2. Hipótesis específicas	91
2.5. Variables	92
2.5.1. Definición conceptual de la variable	92
2.5.2. Definición operacional de la variable	92
2.5.3. Operacionalización de la variable	93
Capítulo III	94

Metodología	94
3.1. Método de investigación	94
3.2. Tipo de investigación	94
3.3. Nivel de investigación	95
3.4. Diseño de investigación	95
3.5. Población y muestra	96
3.5.1. Población	96
3.5.2. Muestra	97
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	98
3.6.1. Técnicas	98
3.6.2. Instrumentos	124
3.7. Procesamiento de la información	125
3.8. Técnicas y análisis de datos	125
Capítulo IV	126
Resultados	126
4.1. Generalidades	126
4.2. Propiedades físicas del concreto: asentamiento, exudación, tiempo de fragua y temperatura	127
4.2.1. Asentamiento del concreto en estado fresco	127
4.2.2. Exudación	130
4.2.3. Temperatura del concreto	131
4.2.4. Tiempo de fraguado	133
4.2.5. Contenido de aire	136
4.3. Resistencia a la compresión del concreto reforzado con fibra de origen animal con la adición de microsílíce	138
4.4. Resistencia a la flexotracción del concreto elaborado con microsílíce	155
4.5. Módulo elástico del concreto elaborado con microsílíce	159
4.6. Contrastación de hipótesis	162
Capítulo V	166
Discusión de resultados	166
Conclusiones	172

Recomendaciones	173
Referencias bibliográficas	174
Anexos	177
Anexo 01: Matriz de consistencia	178
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	181
Anexo 03: Ensayos del laboratorio	183

## Índice de tablas

Tabla 1: <i>Asentamientos para estructuras</i>	38
Tabla 2: <i>Criterios de temperaturas para evaluación</i>	44
Tabla 3: <i>Factores que influyen en la resistencia</i>	45
Tabla 4: <i>Composición química</i>	49
Tabla 5: <i>Contenido permisible de sales y sustancia en el agua</i>	53
Tabla 6: <i>Granulometría del agregado fino</i>	57
Tabla 7: <i>Contenido permisible de sustancias deletéreas-agregado grueso.</i>	69
Tabla 8: <i>Operacionalización de las variables</i>	93
Tabla 9: <i>Diseño de la investigación</i>	96
Tabla 10: <i>Asentamiento del concreto obtenido.</i>	128
Tabla 11: <i>Exudación del concreto.</i>	130
Tabla 12: <i>Temperatura del Concreto Fresco</i>	132
Tabla 13: <i>Tiempo de fraguado</i>	133
Tabla 14: <i>Tiempo de fraguado</i>	136
Tabla 15: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – Muestra patrón</i>	139
Tabla 16: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 5%</i>	142
Tabla 17: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 6.5%</i>	144
Tabla 18: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 7.5%</i>	146
Tabla 19: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.</i>	148
Tabla 20: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.</i>	150
Tabla 21: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.</i>	151
Tabla 22: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.</i>	153
Tabla 23: <i>Resistencia a la compresión frente al <math>f'c</math> de diseño.</i>	154
Tabla 24: <i>Resistencia a la flexotracción frente al <math>f'c</math> de diseño.</i>	156
Tabla 25: <i>Cumplimiento <math>M_r</math> de la Norma CE.010.</i>	158
Tabla 26: <i>Módulo de elasticidad del concreto con adición de microsilíce</i>	160
Tabla 27: <i>Comparativo del módulo de elasticidad del concreto</i>	161

## Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Vías sin pavimentar en Huancayo	19
<i>Figura 2:</i> Componentes del concreto	34
<i>Figura 3:</i> Micro sílice en microscópico y real	71
<i>Figura 4:</i> Esquema de la densificación de la microsíllice en el concreto	72
<i>Figura 5:</i> Ubicación de la población investigada	97
<i>Figura 6:</i> Análisis granulométrico del agregado fino.	101
<i>Figura 7:</i> Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.	103
<i>Figura 8:</i> Densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.	105
<i>Figura 9:</i> Contenido de humedad total de agregados por secado.	107
<i>Figura 10:</i> Análisis granulométrico del agregado grueso.	109
<i>Figura 11:</i> Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.	110
<i>Figura 12:</i> Densidad (peso unitario) y los vacíos en el agregado grueso.	112
<i>Figura 13:</i> Contenido de humedad total de agregados por secado.	115
<i>Figura 14:</i> Asentamiento de concreto fresco.	118
<i>Figura 15:</i> Temperatura del concreto.	119
<i>Figura 16:</i> Ensayo de resistencia a la compresión.	120
<i>Figura 17:</i> Ensayo de resistencia a la flexotracción.	124

## Índice de gráficos

Gráfico 1: <i>Comparativo de asentamientos obtenidos</i> .....	129
Gráfico 2: <i>Comparativo de la exudación en el concreto</i> .....	131
Gráfico 3: <i>Comparativo de resultados de temperatura en el concreto</i> .....	132
Gráfico 4: <i>Comparativo de resultados de tiempos de fraguado inicial</i> .....	134
Gráfico 5: <i>Comparativo de resultados de tiempos de fraguado final</i> .....	135
Gráfico 6: <i>Comparativo de resultados de contenido de aire</i> .....	137
Gráfico 7: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (muestra patrón)</i> .....	140
Gráfico 8: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (muestra patrón)</i> .....	141
Gráfico 9: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (5%)</i> .....	143
Gráfico 10: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (5%)</i> .....	143
Gráfico 11: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (6.5%)</i> .....	145
Gráfico 12: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (6.5%)</i> .....	145
Gráfico 13: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (7.5%)</i> .....	147
Gráfico 14: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (7.5%)</i> .....	147
Gráfico 15: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.</i> .....	149
Gráfico 16: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.</i> .....	150
Gráfico 17: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.</i> .....	152
Gráfico 18: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.</i> .....	153
Gráfico 19: <i>Resistencia a la compresión frente al <math>f^c</math> de diseño.</i> .....	154
Gráfico 20: <i>Resistencia a la flexotracción a los 28 días.</i> .....	157
Gráfico 21: <i>Cumplimiento <math>M_r</math> de la Norma CE.010.</i> .....	158
Gráfico 22: <i>Comparativo de módulo de elasticidad</i> .....	160
Gráfico 23: <i>Comparativo de % de módulo de elasticidad</i> .....	161

## Resumen

En la siguiente tesis el problema general ha sido: ¿Cuál es el resultado de la adición de microsílíce y fibra natural de origen animal en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos?, el objetivo general fue: Determinar el resultado de la adición de microsílíce y fibra natural de origen animal en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos y la hipótesis general fue: La adición de microsílíce y fibra natural de origen animal incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos.

El método general fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño fue cuasi experimental. La población correspondió a la Av. Cantuta (Tramo: Av. Mariscal Castilla - Vía Malecón Río Mantaro), distrito de El Tambo - Huancayo.; la muestra fue no probabilística o intencional tomándose la calzada de la vía donde se realizaron 62 ensayos.

Como conclusión principal se tiene que la adición de microsílíce y fibra natural de origen animal, incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos, como son la resistencia a la compresión, resistencia a la flexo-tracción y el módulo elástico del concreto siendo viable su utilización para el concreto propio de los pavimentos rígidos en avenidas principales de alto tráfico, para la dosificación de concreto con adición de microsílíce en un 7.5%.

Palabras claves: **Concreto, Microsílíce, Diseño de pavimento rígido AASHTO 93.**

## **Abstract**

In the next investigation, the general problem has been: What is the result of the addition of microsilica and natural fiber of animal origin in hydraulic concrete for rigid pavements? The general objective was: Determine the result of the addition of microsilica and natural fiber. of animal origin in hydraulic concrete for rigid pavements and the general hypothesis was: The addition of microsilica and natural fiber of animal origin increases the values of the mechanical properties of hydraulic concrete for rigid pavements.

The general method was scientific, the type of research was applied, the level was explanatory, and the design was quasi-experimental. The population corresponded to Av. Cantuta (Section: Av. Mariscal Castilla - Via Malecon Río Mantaro), district of El Tambo - Huancayo; The sample was non-probabilistic or intentional, taking the roadway from the road where 62 tests were carried out.

The main conclusion is that the addition of microsilica and natural fiber of animal origin, increases the values of the mechanical properties of hydraulic concrete for rigid pavements, such as resistance to compression, resistance to flexo-traction and the elastic modulus of concrete, its use being feasible for hydraulic concrete of rigid pavements in main urban high-traffic roads, for the dosage of concrete with the addition of microsilica by 7.5%.

**Keywords: Concrete, Microsilica, AASHTO 93 Rigid Pavement Design.**

## **Introducción**

La tesis titulada: “ADICIÓN DE MICROSÍLICE Y FIBRA NATURAL DE ORIGEN ANIMAL EN EL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS”; surge del requerimiento de contar con una adecuada calidad para los concretos hidráulicos de las losas de pavimentos rígidos sobre todo para vías expresas y arteriales, ya que, como sabemos, las obras viales son imprescindibles para el desarrollo económico, contándose actualmente con el uso del pavimento rígido predominando en las obras de pavimentación, siendo necesario contar con concreto que tengan la durabilidad correspondiente, que resista el periodo de diseño concebido. A fin de lograr este objetivo se ha trabajado con un concreto al que se le ha reforzado con fibra natural de origen animal considerándose plumas de pollo al cual se le ha adicionado microsilíce, para un mejor comportamiento. En base a lo mencionado se ha realizado ensayos de laboratorio a fin de comparar el concreto patrón con el concreto con la adición de las fibras mencionadas.

En ese sentido, se ha desarrollado la investigación teniéndose los siguientes capítulos:

El Capítulo I: “Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específico”.

El Capítulo II: “Marco teórico, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables”.

El Capítulo III: “Metodología, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos”.

El Capítulo IV: “Resultados, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis”.

El Capítulo V: “Discusión de resultados, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación frente a los antecedentes utilizados”.

Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos respectivos.

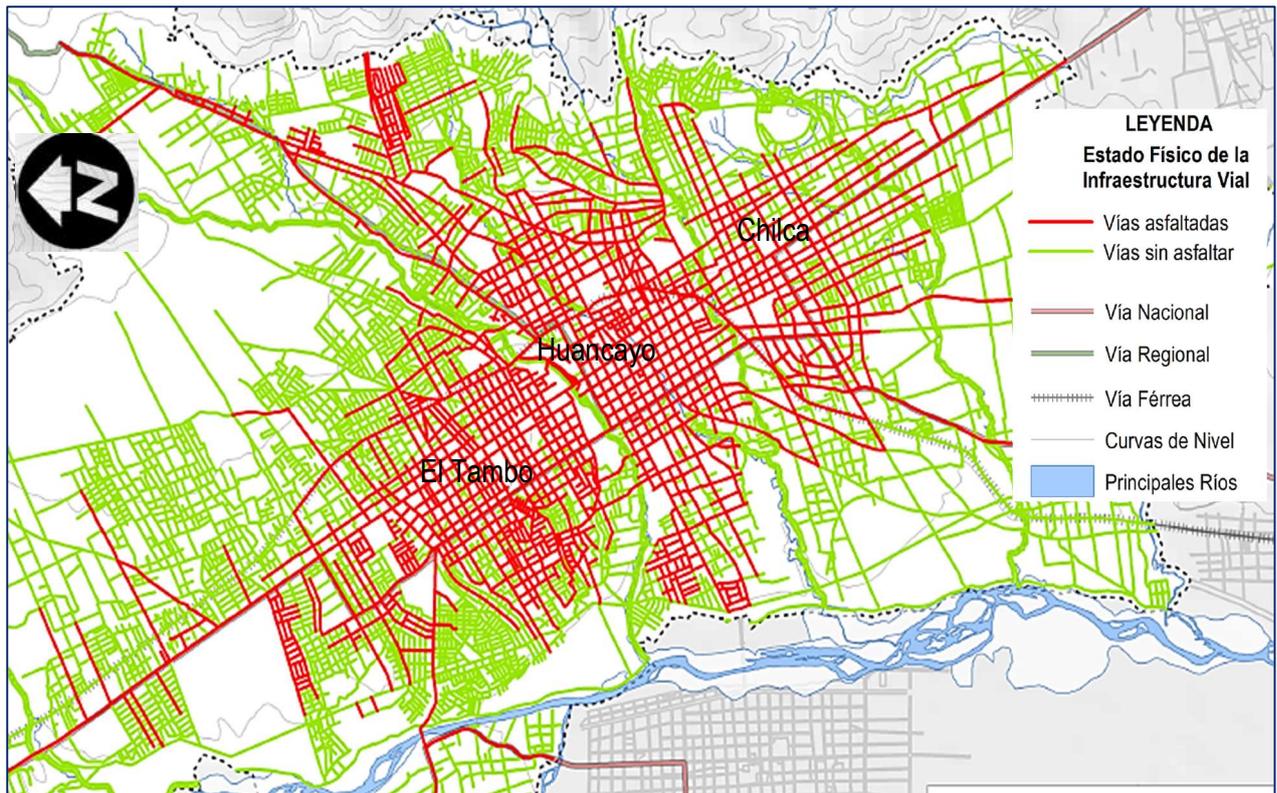
## **Capítulo I**

### **El problema de investigación**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad las obras que mejoran la vialidad, “son muy importantes para el desarrollo de las naciones, en ese sentido, año tras año se destinan recursos económicos para la generación y construcción de este tipo de proyectos, la ciudad de Huancayo, Junín, no es ajena a esta situación, teniéndose mayormente la elaboración y ejecución de proyectos viales, tanto en carreteras como en vías urbanas, a través de pavimentaciones, tanto flexibles como rígidas”.

En ese sentido, para la ciudad de Huancayo, se cuenta con el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huancayo para los años 2015 al 2025, en cuyo diagnóstico se aprecia que una gran parte de las calles de la ciudad cuentan con algún tipo de pavimento en la calzada, sea este pavimento flexible o pavimento rígido, los cuales son proyectos que siempre vienen siendo financiados y ejecutados por los gobiernos locales dentro de nuestro ámbito, lo cual podemos apreciarlo a continuación:



*Figura 1: Vías sin pavimentar en Huancayo*

Fuente: Diagnóstico Plan de Desarrollo Urbano Huancayo (2015).

En función de la figura mostrada, podemos apreciar pintadas de rojo las calles que en la actualidad poseen algún tipo de mejoramiento a nivel de pavimentación, pudiendo esta ser a través de un pavimento flexible de asfalto o rígido con concreto hidráulico, pero sin embargo, podemos apreciar en color verde las calles que aún no cuentan con algún tipo de pavimentación, notándose que en los siguientes años, se tendrá que dar solución a esta situación negativa.

Sin embargo, las calles urbanas están clasificadas en diversos tipos, como las vías locales, vías colectoras, vías arteriales y vías expresas, siendo estas últimas las que soportan mayor carga vehicular pesada, la cual es la que provoca los mayores daños a las estructuras de los pavimentos, de acuerdo a la metodología AASHTO 93 aprobada dentro de nuestra nación como la metodología adecuada

para el diseño de pavimentos rígidos y flexibles tanto para carreteras como para vías urbanas, a medida que la carga vehicular aumenta, mayor será el espesor de las capas conformantes de la estructura del pavimento, específicamente si nos referimos a los pavimentos rígidos, una mayor carga de vehículos pesados involucra contar con mayores espesores de la losa de concreto hidráulico, lo cual involucra mayores costos económicos para la ejecución física de estos proyectos.

Es así que actualmente, en la ciudad se vienen elaborando y ejecutando obras de pavimentaciones para las vías urbanas, habiendo entendido los gobernantes, el gran desarrollo que producen estos tipo de proyectos, dentro de las alternativas de solución, es la pavimentación rígida la que se viene utilizando en gran medida, debido a las ventajas que tiene, como son “el evitar las interrupciones del tráfico al requerir menores trabajos de reparación y/o mantenimiento, tiene aproximadamente de 20% a 30% mayor iluminancia que los pavimentos flexibles con asfalto, genera menor calor, es más resistente que el asfalto al ataque de hidrocarburos, es más resistente al fuego, es más amigable en lo referente al tema ambiental, deja una menor huella de carbono, el consumo de combustible de los vehículos al transitar es menor, en un 4% aproximadamente, según indica el MIT, genera una mejora adherencia bajo la lluvia (hidroplaning), así como posee una mejor estabilidad del IRI”.

Debido a estas razones, la presente tesis tuvo como objetivo, dotar a la comunidad ingenieril de la ciudad, de una nueva alternativa para la construcción de pavimentos rígidos, para vías arteriales y expresas, las cuales requieren de una mejor calidad de servicio al conformar los anillos viales principales de las ciudades,

utilizando el micro sílice en la preparación del concreto con el objetivo de que el espesor de las losas de concreto disminuyan y no sean tan costosas como lo podrían ser, en ese sentido se ha considerado el proyecto de pavimentación de la Av. Cantuta (Tramo: Av. Mariscal Castilla - Vía Malecón Río Mantaro), distrito de El Tambo – Huancayo, la cual es un vía que conectará la Av. Mariscal Castilla (Carretera Central) con la Vía Malecón Río Mantaro (Vía de Evitamiento paralela al Río Mantaro), la cual soportará una gran carga vehicular pesada al unir estas dos importantes vías, permitiéndonos poder conocer las propiedades de la utilización del micro sílice en las propiedades del concreto que se pueda utilizar para el diseño de pavimento rígido de este proyecto. Asimismo, se ha tomado en consideración un concreto reforzado con fibra de origen natural logrado con las plumas de pollo, material que provoca contaminación al conformar uno de los mayores volúmenes de desperdicios de las ciudades.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado de la adición de microsíllice y fibra natural de origen animal en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Qué resultado se obtiene al adicionar microsíllice y fibra natural de origen animal en la resistencia a la compresión?
2. ¿Cuál es el resultado que se obtiene de la adición de microsíllice y fibra natural de origen animal en la resistencia a la flexo-tracción?

3. ¿Qué resultado produce la adición de microsilíce y fibra natural de origen animal en el módulo elástico del concreto?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Práctica o social**

La justificación práctica o social existe cuando: “Se aporta información útil que puede resolver problemas de la ingeniería de transportes, en todos sus ámbitos, evitar consecuencias negativas, prevenir, corregir errores, reducir costos, mejorar la eficacia, mejorar la eficiencia, información útil para resolver problemas de gestión empresarial cotidianos o latentes, entre otros”. (Ccanto, 2010, p. 130)

Por lo que, la presente tesis busca mejorar la calidad de las pavimentaciones en vías urbanas arteriales y expresas de alto tránsito del distrito de El Tambo, Huancayo, a fin de obtener losas de concreto hidráulico para pavimentos rígidos con la calidad al emplear el microsilíce y la fibra de origen animal en beneficio de la población.

#### **1.3.2. Científica o teórica**

Tal como señala Ccanto (2010) “la justificación teórica existe cuando se aporta un nuevo conocimiento científico, nuevos conceptos, nuevas teorías, nuevas formas de entender los problemas de la ingeniería de transportes, adaptaciones teóricas a nuevos contextos, entender problemas viejos con nuevas formas creativas, ampliar conceptos o corregir ambigüedades en la teoría, nuevas aplicaciones de conceptos y teorías a otras realidades, etc”.

Por lo tanto, en esta tesis se aporta con parámetros propios para la adición del microsílíce y la fibra de origen para pavimentación con concreto hidráulico a fin de dotarles de la calidad necesaria.

### **1.3.3. Metodológica**

Se aporta con un nuevo procedimiento a fin de adicionar el microsílíce y fibra de origen animal para mejorar la calidad de las losas hidráulicas de pavimentos rígidos, a fin de que sea replicado en las diversas obras locales para el mejoramiento de vías.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

En la presente investigación se tuvo como delimitación espacial la Av. Cantuta (Tramo: Av. Mariscal Castilla - Vía Malecón Río Mantaro), distrito de El Tambo – Huancayo, vía que soportará una gran carga vehicular pesada al unir la Av. Mariscal Castilla (Carretera Central) con la Vía Malecón Río Mantaro (Vía de Evitamiento paralela al Río Mantaro).

### **1.4.2. Temporal**

La presente investigación se desarrolló entre los meses de mes de febrero del 2021 hasta el mes de noviembre del 2021.

### **1.4.3. Económica**

Los costos en que incurrió la presente investigación fueron asumidos en su totalidad por el investigador.

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Limitaciones por cuarentena y restricciones**

La limitación que se tuvo en la presente tesis fue la cuarentena por la Covid-19 así como las restricciones que se tuvieron, lo cual afectó en el tiempo para realizar los ensayos correspondientes.

### **1.5.2. Limitaciones económicas**

Los costos que originó la presente tesis fueron asumidos por el tesista, por lo que se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, no considerándose la edad de 3 días del concreto.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el resultado de la adición de microsílíce y fibra natural de origen animal en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

1. Establecer el resultado de adicionar microsílíce y fibra natural de origen animal en la resistencia a la compresión.
2. Determinar el resultado de emplear concreto con microsílíce en la resistencia a la flexo-tracción del concreto.
3. Evaluar el resultado de la adición de microsílíce y fibra natural de origen animal en el módulo elástico del concreto.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Castillón (2015) para su investigación “Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nanopartículas de sílice” para obtener el grado de Doctor en Ingeniería de Materiales en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México, considera el problema general: “¿Cuál es el resultado de evaluar el cambio en las propiedades mecánicas de dos matrices cementantes en función de la incorporación de nanopartículas de sílice con la finalidad de promover el desarrollo de nuevas composiciones de cemento, con propiedades atractivas para el mercado actual?”, el objetivo general que plantea es: “Evaluar el cambio en las propiedades mecánicas de dos matrices cementantes en función de la incorporación de nanopartículas de sílice con la finalidad de promover el desarrollo de nuevas composiciones de cemento, con propiedades atractivas para el mercado actual.”, la hipótesis

general que plantea es: “la hipótesis general de este trabajo supone que si bien hay resultados alentadores para el uso de las nanopartículas en las matrices cementantes, el porcentaje de adición de 5% de NS resulta en extremo alto y se piensa que en el sistema probado, utilizando los procesos de mezclado y homogeneizado lo más similar posible a las aplicaciones industriales de hoy día, no es la forma más efectiva de adicionar los materiales o bien, debido a la ineficiencia del proceso es necesario adicionar las NS en tal proporción”. Así como concluye que: “Las propiedades que mostraron ser factibles de modificar fueron, por un lado, la resistencia a la compresión y fue posible también observar que es factible mejorar las propiedades al ataque químico por sulfatos es decir, a través de la adición de este tipo de materiales sería posible modificar la durabilidad de las estructuras realizadas con cementos conteniendo este tipo de materiales. Sin embargo, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, hay cuestiones aún por resolver para el uso de este tipo de materiales tales como: “El modo de adicionar las nanopartículas a la mezcla de cemento: ya que se observó que influye en gran medida en los resultados que se obtienen. Para utilizar con éxito este tipo de materiales, resulta de gran importancia asegurar la dispersión de las nanopartículas en las mezclas a utilizar, ya que de lo contrario, es necesario adicionar gran cantidad de nanopartículas y esto, además de resultar costos, puede generar conglomerados de material que nulifiquen los beneficios de adicionar este tipo de materiales. Método de mezclado:

Continuando con el uso de este tipo de materiales en las matrices de cemento, es necesario tener especial cuidado en el método de mezclado elegido, ya que lo observado en este estudio, así como gran parte de las bibliografías consultadas, por ahora y con el fin de asegurar la dispersión de las nanopartículas, es necesario realizar algunas modificaciones a los métodos de mezclado definidos en la normativa vigente. En otras palabras, si se adicionaran las nanopartículas a las matrices cementantes y se utilizaran los métodos de mezclado definidos para los materiales convencionales, es muy posible que los beneficios esperados por el uso de estos materiales no se vean reflejados. Costos de nanomateriales: Los resultados de esta investigación sugieren que hay posibilidades de uso de estos nanomateriales para modificar las propiedades de los cementos, sin embargo, utilizar estos materiales en los porcentajes que sugieren los resultados obtenidos, no es por el momento una alternativa económicamente viable, ya que para propiedades como la resistencia a la compresión, se observó que puede ser modificada para obtener valores incluso superiores a los de los nanomateriales con otro tipo de materiales, como pueden ser el PC”.

Pérez (2008) en su trabajo de investigación: “Caracterización de morteros con adición de combinaciones de microsílíce y nanosílíce”; realizada en la Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Austral de Chile, con la finalidad de optar el Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Indica que: “Esta investigación hace una comparación del uso de

la nanosílice y microsílice aplicados en forma separada en el mortero, lo que la hace interesante porque son utilizados generalmente en el hormigón y no existe mayor información de su desempeño en este material, especialmente para el aditivo nanométrico. También se estudia la Combinación de ambos productos, algo totalmente nuevo ya que la nanosílice se ha desarrollado y comercializado como sustituto de la microsílice y no se concibe su uso en conjunto. El objetivo principal de este estudio es caracterizar experimentalmente las propiedades mecánicas y físicas de un mortero tratado con adiciones de nanosílice, microsílice y combinaciones de ambas. Esta caracterización se realiza en forma práctica mediante ensayos de laboratorio y una caracterización microscópica superficial. Las propiedades estudiadas corresponden a la trabajabilidad, densidad, resistencia mecánica a la flexotracción y compresión. Se analiza como varían estas características con el uso de los aditivos silicios, se entregan las dosis óptimas, comportamiento patrones, etc. Se establece que ambos productos introducen mejoras, pero queda claramente establecida las amplias ventajas de la nanosílice en el mejoramiento de estas características. La aplicación en conjunto de estos aditivos obtiene mejores resultados, otorga otras características al mortero que no la obtenemos con el uso de estos en forma separada”.

Sanes D. (2017) en su trabajo de investigación: “Influencia de microfibras de polipropileno y microsílice en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi”; realizada en la Facultad Ciencias de la Ingeniería de

la Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia, con la finalidad de optar el Grado de Magíster en Ingeniería, considera como problema general: “¿Cuál es la factibilidad técnica y económica del uso de las microfibras de polipropileno y de las microsílíce de humo de sílice, mediante un análisis profundo y estadístico sobre las propiedades de manejabilidad y resistencia de mezclas de concreto en estado fresco y endurecido?”, el objetivo general que plantea es: “Determinar la factibilidad técnica y económica del uso de las microfibras de polipropileno y de las microsílíce de humo de sílice, mediante un análisis profundo y estadístico sobre las propiedades de manejabilidad y resistencia de mezclas de concreto en estado fresco y endurecido, comparando los resultados con datos obtenidos de muestras patrón, fabricadas con agregado de triturado calizo, para resistencias de 3.000 y 4.000 psi, para así definir las dosificaciones óptimas de dichas adiciones en las mezclas de concreto”, asimismo, llega a las conclusiones siguientes: “Después de recogidos y analizados los datos arrojados por los ensayos de esta investigación se confirma que si existe una influencia positiva en el aumento de la resistencia tanto a tracción como a compresión por parte de las adiciones de microsílíce y polipropileno, siendo estas últimas determinantes en el aumento de resistencia a la tracción del concreto. La adición de fibras de sílice presenta aumentos de resistencia mecánica tanto a los 7 y 28 días de edad a partir del 1% de adición en peso de cemento y este aumento es progresivo hasta adiciones menores al 3%, en este punto

el aumento de resistencia disminuye pero de igual forma sigue siendo mayor a los resultados obtenidos con las muestras patrón. El análisis estadístico detallado nos indica que la adición óptima de adición de micro sílice para obtener un aumento de resistencia considerable es del 2% ya que a mayor adición no se presentan diferencias significativas de resistencia. Al realizar el análisis de costo-beneficio de las diferentes mezclas se encontró que si bien se obtiene un aumento de resistencia tanto a la tracción como a la compresión los costos de uso de estas fibras son muy elevados tanto que alcanzan a ser 80% mayores, esto nos lleva a concluir que el uso a gran escala de estas adiciones está condicionado por el costo de las mismas y a la decisión personal de su uso. Finalmente, luego de revisados los resultados y el análisis estadístico del experimento podemos concluir que para concretos adicionados con el 2% en peso de cemento de microsíllice se obtienen aumentos de resistencias a la compresión de 6% para muestras de 3000 psi y del 2% en mezclas de 4000 psi. Para las mezclas adicionadas con polipropileno se obtuvieron aumentos de resistencias del 3% y 2% para mezclas de 3000 y 4000 psi respectivamente”.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Fernández y Ramos (2019) en su tesis de investigación “Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40, Trujillo, 2019” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte,

Perú, considera como problema general: “¿De qué manera influye la microsílíce en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones de agua/cemento 0.30, 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019?”, el objetivo general que plantea es: “Determinar de qué manera influye la microsílíce en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones de agua/cemento 0.30, 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019.”, la hipótesis general que plantea es: “ $H_a$  = La microsílíce si influye directamente en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019.”, llegando como conclusión principal que: “La microsílíce influye directamente en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 a edades de 7: 28 y 63 días. El mejor porcentaje de adición de microsílíce para la relación agua/cemento de 0.30 es el 10.0 %, ya que con el este porcentaje se obtuvieron ganancias del 12.06 % a la edad de 7 días, del 14.22 % a la edad de 28 días y 7.52 % a la edad de 63 días. El mejor porcentaje de adición de microsílíce para la relación agua/cemento de 0.35 es el 7.5 %, ya que con el este porcentaje se obtuvieron ganancias del 6.99 % a la edad de 7 días, del 4.97 % a la edad de 28 días y 22.09 % a la edad de 63 días. El mejor porcentaje de adición de microsílíce para la relación agua/cemento de 0.40 es el 7.5 %, ya que con el este porcentaje se obtuvieron ganancias del 16.78 % a la edad de 7 días, del 11.60 % a la edad de 28 días y 8.77 % a la edad de 63 días. Se desarrolló el diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia

con adición de microsilíce, mediante el método del A.C.I. 211 y la combinación de agregados método práctico”.

García (2018) en su trabajo de investigación “Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsilíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Centro, considera como problema general: “¿Cuál es la adición óptima de microsilíce y superplastificante para obtener un concreto de alto desempeño utilizando hormigón en Huancayo?”, el objetivo general que plantea es: “Determinar la adición óptima de microsilíce y superplastificantes para obtener un concreto de alto desempeño utilizando hormigón en Huancayo”, la hipótesis general que plantea es: “El uso óptimo de las adiciones de microsilíce y superplastificantes produce un mejor concreto de alto desempeño utilizando hormigón en Huancayo”, llegando como conclusión principal que: “Se analiza y concluye de acuerdo al objetivo general cual es el porcentaje óptimo de microsilíce y superplastificantes para producir un concreto de alto desempeño tanto en estado fresco y estado endurecido, por lo tanto, concluyendo que la mejor adición para emplear es la relación de  $a/c=0.30$  con 1.6% de superplastificantes y 6% microsilíce; ya que sus resultados son óptimos comparado con el concreto patrón superando sus propiedades en estado endurecido con una resistencia a la compresión de 793.8 kg/cm<sup>2</sup>, tracción diametral de 142.7 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a la flexión de 16.2 kg/cm<sup>2</sup>, como

en sus características en estado fresco: asentamiento de  $5 \frac{3}{5}$ ", peso unitario  $2425.4 \text{ kg/m}^3$ , contenido de aire de 0.7%, exudación de 0.7%, concluyendo así que es mejor la relación  $a/c=0.30$  pero con la adición de 6% de microsilíce +1.6% de superplastificantes.”.

Zúñiga y Condori (2019) para su investigación “Influencia de adiciones de microsilíce en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna” a fin de optar el título de Ingeniero civil en la Universidad Privada de Tacna, Perú, considera como problema general: “¿Cuál es la influencia de adiciones de microsilíce en el concreto convencional cuando se adiciona dosis de cemento por microsilíce?”, el objetivo general que plantea es: “Determinar la influencia de las adiciones de microsilíce en la propiedad mecánica de resistencia de compresión del concreto.”, la hipótesis general que plantea es: “La adición de microsilíce de 4% y 8% con respecto al peso del cemento en el diseño de mezclas mejora la resistencia a la compresión del concreto”, llegando como conclusión principal que: “Concluimos que las adiciones de microsilíce (Chema Fume) si influyen en la resistencia a la compresión del concreto, ya que en los dos tipos de diseño de mezclas del concreto MMS-4, MMS-8 con adiciones de microsilíce se produjo un aumento en la resistencia a la compresión del concreto mayores a la resistencia de compresión de mezcla del concreto  $MP=312.22 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo como resistencia máxima a los 28 días para MMS-4 =  $334.89 \text{ kg/cm}^2$  y para MMS-8 =  $396.69 \text{ kg/cm}^2$ ”.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Concreto

“El concreto es la combinación de los siguientes materiales; cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones apropiadas para conseguir ciertas propiedades prefijadas, fundamentalmente la resistencia. El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto según lo indica”. (Abanto, 2009, p.11) en su tema “Tecnología del Concreto”.

#### A. “Componentes del concreto”

- ✓ “cemento
- ✓ agua
- ✓ aditivo
- ✓ agregado fino: arena
- ✓ agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos”. (Abanto,2008, p.12)



Figura 2: Componentes del concreto

Recuperado de <https://copresa.mx/2020/05/15/sabias-que-el-concreto-es-reciclable/>

“Por lo tanto, al mezclar estos componentes se obtiene:

Cemento + agua = pasta

agregado grueso+ agregado fino = hormigón

pasta + hormigón = concreto2.

“Las fases primordiales para la elaboración de un buen concreto son:

- a. Dosificación
- b. Mezclado
- c. Transporte
- d. Colocación
- e. Consolidación
- f. Curado2 (ACI 318S-08, 2008, pp. 67-84).

## **B. “Propiedades del concreto”**

### **- “Trabajabilidad”**

(Portugal,2007, p. 199) señala: “la trabajabilidad se puede definir mejor como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación total, esta definición originada del supuesto que solo la fricción interna (esfuerzo de fluencia), es una propiedad intrínseca de la mezcla nos brinda una aproximación cuantitativa de la trabajabilidad, sin embargo, define un estado ideal de compactación”, por lo que, “la trabajabilidad se puede definir como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación adecuada de la mezcla”.

“Hasta hoy en día no se ha encontrado la forma de medir esta propiedad, comúnmente se estima mediante los ensayos de consistencia. Es imprescindible indicar que el principal factor que rige en la trabajabilidad es la cantidad de agua en la mezcla de concreto”.

- **“Consistencia”**

“La consistencia es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; concluyendo a mayor humedad en la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante la colocación”. (Riva, 2009, p.208)

**“Ensayo de consistencia del concreto”**

“El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o "slump test", es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, desarrollada por Duft Abrams; fue adoptada en 1921 por el AS1M y revisada finalmente en 1978. El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldeado, el comportamiento del concreto en la prueba indica su consistencia la capacidad de adaptarse al encofrado con facilidad”. (Abanto, 2009, p.47)

### **Procedimiento de ensayo**

“El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente”. (Abanto, 2009, p.48)

“En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior. La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. (Lleno) enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical”. (Abanto, 2009, p.48)

“El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina slump. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos”.

Tabla 1: *Asentamientos para estructuras*

Tipo de Estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losa y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Notas:

1. "El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación a/c ni exista segregación ni exudación".
2. "El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación".

**Fuente:** Vizconde (2013)

#### - "Peso unitario"

"Se define como densidad del concreto a la relación de volumen de sólidos al volumen total de una unidad cubica. Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido, el peso unitario del concreto es el varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cubico" (Riva, 2009, p.213)

"Con agregados de alta porosidad el peso unitario puede variar si la absorción ha sido satisfecha. Las variaciones en las propiedades del concreto pueden afectar el peso unitario y la

densidad del concreto en forma diferente. Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad del mismo”. (Riva, 2009, p.213).

“El peso unitario de los concretos livianos, preparados ya sea con un agregado grueso natural o artificial de baja gravedad específica puede estar en valores de 480 a 1600 kg/m<sup>3</sup>. El peso unitario de los concretos pesados preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de alta gravedad específica, puede elevarse a los 5000 kg/cm<sup>3</sup>”. (Riva, 2009, p.213)

De acuerdo a la NTP 339.046 (2014) “el ensayo abarca la determinación de la densidad del concreto en estado fresco, se halló dividiendo la masa neta del concreto sobre el volumen del molde, la masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío de la masa del molde lleno de concreto”.

#### **“Aparatos”**

- “Balanza con una exactitud de 0.1 lb (45 gr) o dentro del 0.3 % de la carga de prueba”. (NTP 339.046, 2014)
- “Varilla recta de acero 5/8” (16 mm) de diámetro aproximadamente 24 pulgadas (600 mm) de longitud, el final de la barra termina en una punta redondeada hemisférica cuyo diámetro es de 5/8 pulgadas”. (NTP 339.046, 2014)

- “Molde cilíndrico de acero u otro metal, de capacidad de 1/3 de pie cubico”. (NTP 339.046, 2014)
- “Maso de goma”. (NTP 339.046, 2014)

### **“Procedimiento”**

“Selección de la muestra a ensayar, posteriormente se selecciona el tamaño del molde según el tamaño máximo nominal, la cual es de 1/3 de pie<sup>3</sup> y a continuación se determina la masa del molde vacío”. (NTP 339.046, 2014)

“Se coloca el concreto dentro del recipiente en tres capas aproximadamente de igual volumen se compacta cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral, compactamos la segunda y tercera capa en todo su espesor, ingresando 1” (25 mm) en la capa anterior”. (NTP 339.046, 2014)

“Al terminar de compactar cada capa, se golpea firmemente 12 veces en forma de cruz, para llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire, enrasamos el molde, retirando el material sobrante en la última capa, limpiamos el material sobrante alrededor del molde y determinamos la masa del molde más el concreto”. (NTP 339.046, 2014)

### Contenido de aire

“Una cantidad significativa de material que pase la N° 200 (74  $\mu$ m), especialmente en la forma arcilla, puede reducir

el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporador de aire para obtener los mismos resultados”. (Riva, 2009, p.212)

“El incremento de los tamaños menores del n°100 o n°200 en el agregado fino requiere un aumento en el dosaje del aditivo incorporados de aire para obtener el contenido de aire requerido y producir burbujas pequeñas y un mejor sistema aire-vacíos con un bajo factor de espaciamiento. Inversamente, un incremento de material en las mallas n°30 a n°50 deberá disminuir la cantidad de aditivo incorporador de aire para obtener e mismo contenido de aire” (Riva, 2009, p.213).

“La angularidad de la arena no ha demostrado tener un efecto significativo sobre el dosaje de aditivo necesario en contenidos de aire menores del 8%. Así los aditivos reductores de aire son especialmente empleados para obtener concretos sin el aire incorporado debido a la presencia de materia orgánica”. (Riva, 2009, p.213).

“Según la (NTP 339.088, 2014) establece un método de ensayo para determinar el contenido de aire del hormigón fresco elaborado con agregado ligero, escorias y cualquier otro tipo de agregado poroso”.

Equipo

“Medidor de aire

Embudo

Varilla de apisonamiento redonda de acero de unos 5/8””

“Barra enrasadora (NTP 339.088, 2014)

Recipiente de medición para el alcohol isopropilo

Recipiente para el trasvase del agua

Cuchara (NTP 339.088, 2014)

Mazo” (NTP 339.088, 2014).

“Procedimiento”

“Varillando y golpeando suavemente mientras se llena el recipiente recién mezclado en dos capas de igual profundidad, varillar la capa 25 veces de manera uniforme, después de varillar dar unos golpes con el mazo alrededor del recipiente de 10 a 15 veces”. (NTP 339.088, 2014)

“Enrasar el exceso de concreto hasta que la superficie este nivelada con la parte superior de concreto añadir agua y por lo menos 0.5 litros si en algún momento, durante los procedimientos de inversión y rolado se encontrara que se está perdiendo liquido del medidor, el ensayo se invalidar y se deberá a comenzar un nuevo ensayo”. (NTP 339.088, 2014)

“Confirmación de la lectura inicial del medidor, realizar los cálculos necesarios”. (NTP 339.088, 2014)

- **“Exudación (teoría referencial)”**

“Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado. Puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación. Puede ser perjudicial para el concreto, pues como consecuencia puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua-cemento en esta zona”. (Abanto, 2009, p.54)

**“Volumen total exudado (teoría referencial)”**

“Es el volumen total de agua que aparece en la superficie del concreto. Existen 2 formas de expresar la exudación”. (Abanto, 2009, p.55)

✓ “Por unidad de área”:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área de la superficie libre del concreto}}$$

“Las unidades a utilizar son milímetros por centímetros cuadrados” (ml/cm<sup>2</sup>).

✓ “En porcentaje:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Vol. de agua de mezcla en el molde}} * 100$$

“El peso del agua en el molde se halla de la siguiente manera”:

$$\text{Vol. de agua en molde} = \frac{\text{peso del concreto en el molde}}{\text{peso total de la tanda}} * \text{Vol. de agua en la tanda}$$

### - “Temperatura”

La NTP 339.184 (2012) establece que: “el objetivo de determinar la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados

Debemos tener en cuenta que la temperatura en el concreto varía de acuerdo al calor liberado de la hidratación del cemento la energía que produce cada componente y del medio ambiente”.

Tabla 2: *Criterios de temperaturas para evaluación*

Descripción		Criterio de aceptación NTP 339.114				
<b>Clima frío</b>	T° mínima	Sección mm	<300	300 - 900	900 - 1800	>1800
		°C	13	10	7	5
<b>Clima cálido</b>	T° máxima	T= más baja posible. Si T=32 °C se puede encontrar dificultades				

Fuente: NTP 339.114 (2014)

“La medición de la temperatura se realiza en un recipiente no absorbente, que debe permitir de al menos 3 pulg.

(75mm) en todas direcciones o por lo menos 3 veces el TM del agregado y se debe elegir el mayor” (NTP 339.184, 2012)

### - Resistencia

“La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura)”. (Abanto, 2009, p.50)

“Algunos de los factores que actúan en la resistencia del concreto son”:

Tabla 3: *Factores que influyen en la resistencia*

Parámetros espécimen	del	- <b>Dimensiones</b> - <b>Geometría</b> - <b>Estado de humedad</b>
Agregados		- Porosidad - Resistencia - Adherencia
Porosidad de la matriz		- Relación a/c - Contenido de aire - Adiciones minerales - Grado de hidratación

Fuente: Portugal (2007)

- **“Materiales utilizados para la elaboración de probetas de concreto”**

- “Moldes cilíndricos, cuya longitud es el doble de su diámetro (6" x 12")”.
- “Barra compactadora de acero liso, de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud. La barra será terminada en forma semiesfera.
- Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería.
- Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda.

Según (NTP 339.034, 2014) establece la determinación de las resistencias a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto en la cual se utiliza de equipo la máquina de ensayo de capacidad suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continua”.

**“Procedimiento de ensayo”**

“Los ensayos a compresión de probetas de curado húmedo serán hechos tan pronto como se practicó luego de retirarlos del almacenaje de humedad, los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente hasta el momento del ensayo”. (NTP 339.034, 2014)

“Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo, verificación del cero y asiento del

bloque, velocidad de carga, aplicar carga continuamente y sin detenimiento”. (NTP 339.034, 2014)

“La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre probeta de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s finalmente proceder a con los cálculos respectivos”. (NTP 339.034, 2014)

### C. “Estados del concreto”

#### - “Estado fresco”

“Al principio parece una masa. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así conserva durante la colocación y compactación. Algunas propiedades más importantes del concreto fresco son: Trabajabilidad, Consistencia, Peso unitario, Exudación, Contenido de aire” (Riva,2012, p.205).

#### - “Estado endurecido

“Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son:

- ✓ Resistencia
- ✓ Durabilidad”

"El concreto tiene desventajas como, por ejemplo, la frecuencia con la que el concreto se prepara en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es

decir el control de calidad no es tan bueno. Para superar esta limitación se utiliza el acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno”. (Rivera, 2012, p.126).

#### **2.2.1.1 Cemento Portland**

“El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas”. (Abanto,2008, p.15).

“Las materias primas principales para la elaboración del cemento son:

- materiales calcáreos
- materiales arcillosos que contengan entre 60% - 70% de sílice
- minerales de fierro que suministran el óxido férrico
- yeso que aporta el sulfato de calcio”. (Torre, 2004, p.6)

## Compuesto químico

“Los componentes químicos del cemento Portland se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes. Los principales óxidos son: la cal, sílice, alúmina y el óxido férrico, siendo el total de éstos del 95% al 97%. En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia”. (Torre, 2004 p.10)

“Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Portland los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos. Los principales compuestos que constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en menores cantidades, otros compuestos secundarios”. (Torre, 2004 p.10)

“A continuación, se dará a conocer la composición y abreviatura de los cuatro componentes”.

Tabla 4: *Composición química*

Componente	Composición oxida	Abreviatura
Silicato de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S
Silicato de bicalcio	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S
Aluminio de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Aluminio Ferrato	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

Fuente: (Torres, 2004)

## **Fabricación del cemento**

Según Abanto (como citó en ASTM-C150, pp. 14) “El cemento Portland se fabrica de acuerdo al siguiente proceso”:

- “Explotación de materias primas.
- Trituración y molienda de la materia prima.
- Homogeneización previa.
- Mezcla de los materiales en las proporciones correctas, para obtener el polvo crudo.
- Calcinación del polvo crudo.
- Molienda del producto calcinado, conocido como Clinker, junto con una pequeña cantidad de yeso.
- Enfriamiento.
- Mezcla.
- Molienda cemento.
- Almacenamiento del cemento”.

## **Clasificación del cemento portland**

“Los cementos Portland, se clasifican en 5 tipos”:

“TIPO I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento. (NTP 334.009, 2005, p.5)

TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación. (NTP 334.009, 2005, p.5)

TIPO III: Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II. (NTP 334.009, 2005, p.5)

TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar”. (NTP 334.009, 2005, p.5)

#### **2.2.1.2 Agua**

(Riva,2012, p.254) “El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr.

a) La formación de gel

b) Permitir que el conjunto de masa adquiriera las propiedades en:

- En estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de las misma. (Riva,2012, p.254)

- En estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas”. (Riva,2012, p.254)

“Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permite verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren

potables, o las que por experiencia se conozca que puedan ser utilizadas en la preparación del concreto”. (Riva,2012, p.254)

“Debe recordarse que no todos los guas que son adecuadas para beber son convenientes para e mezclado y que, igualmente, no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones que en las diferentes secciones se han de dar, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azucares”. (Riva,2012, p.254)

“Adicionalmente, el agua empleada no deberá contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, o sobre los elementos metálicos embebidos en este”. (Riva,2012, p.254)

“Previamente a su empleo, será necesario investigar y asegurarse que la fuente de provisión no esté sometida a influencias que puedan modificar su composición o característica con respecto a las conocidas que permitieron su empleo con resultados satisfactorios”. (Riva,2012, p.254).

## A. Requisitos de calidad

“El agua deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.0882:

Tabla 5: *Contenido permisible de sales y sustancia en el agua*

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: (NTP 339.088, 2014)

“Se considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites: (NTP 339.088, 2014, pp.13)

- a. El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3 ppm).
- b. El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5 gr/l (5000 ppm).
- c. El pH estará comprendido entre 5.5 u 8.0.
- d. El contenido de sulfatos, expresado como ion SO<sub>4</sub>, será de menor de 0.6 gr/l (600 ppm)”. (NTP 339.088, 2014, pp.13).

- e. “El contenido de cloruros, expresada como ion Cl, será menor de un 1 gr/l (1000 ppm).
- f. El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en  $\text{NaHCO}_3$ , será de menor de 1 gr/l (1000 ppm).
- g. Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm. El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados”. (NTP 339.088, 2014, pp.13).

“Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio. Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la supervisión”. (NTP 339.088, 2014, pp.13).

#### **B. “Requisitos del comité 318 de ACI”**

“Según RIVA (como cito en Building Code Requirements for Structural Concrete, 2012 cap.3) fijo cuatro requisitos para el agua de mezclado”.

1. “El agua empleada en el mezclado de concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica u otras sustancias peligrosas para el concreto.
2. El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que deberá contener elementos de aluminio embebidos, no deberá contener cantidades peligrosas de ion cloruro

3. No deberá emplearse en el concreto aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.
4. Los cubos de ensayo de morteros preparados con agua de mezclado no potables deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales o por lo menos el 90.1% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable”.

### **2.2.1.3 “Agregados”**

“Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto. Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland.

En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas

colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activa, entre otros. Pero hay algunos otros agregados, que presentan elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan afectando la estructura interna del concreto y su durabilidad, como, por ejemplo, los que presentan elementos sulfurados, los que contienen partículas pulverulentas más finas o aquellas que se encuentran en descomposición latente como algunas pizarras”. (Rivera,2013, p.41)

#### **A. “Agregado fino”**

“Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74  $\mu$ m (N° 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la presente norma”. (NTP 400.037, 2014, p.6)

##### **a. Análisis granulométrico**

“Deberá tener la gradación según los límites:

Tabla 6: *Granulometría del agregado fino*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	10 a 30
150 µm (No. 100)	2 a 10

Fuente: NTP 400.037 (2018)”

- “El agregado fino no tendrá más de 45 % entre dos mallas consecutivas y su módulo de fineza no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1”. (NTP 400.037, 2014, p.8)
- 2Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes2. (NTP 400.037, 2014, p.8)
- 2En una cantera determinada el módulo de fineza base no debe variar en más de 0.20, siendo éste el valor típico de la cantera”. (NTP 400.037, 2014, p.8)

Nota: “La granulometría del agregado es muy importante para la elaboración de concreto depende mucho de ello para evitar segregación, exudación, resistencia de los agregados”.

**b. “Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino”**

“Tiene el objetivo de determinar el peso específico del agregado fino, después de las 24 horas de sumergidos en agua.

**Equipos y Accesorios:**

- 01 balanza de 0.1g de sensibilidad con precisión de 0.1 gr ó 0.1% de la carga de prueba. (NTP 400.022, 2013, p.7)
- Tamiz N° 4
- Molde cónico de 40 mm de diámetro en la base superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior y 75 mm de altura.
- Pisón metálico con un peso de 340 g y una sección de 25 mm de diámetro. (NTP 400.022, 2013, p.7)
- Horno con una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Picnómetro”. (NTP 400.022, 2013, p.7)

**“Procedimiento”**

“Se homogeniza completamente la muestra y tamizar el material por la malla N°4, y eliminar el material superior al tamiz N°4, luego se selecciona por cuarteo una cantidad aprox. de 1 kg que se seca en el horno a una temperatura de 110° C. luego se hace enfriar a temperatura ambiental durante 1 a 3 horas”. (NTP 400.022, 2013, p.10)

“Una vez enfriado la muestra se pesa, repitiendo el secado hasta lograr un peso constante. Luego se procede a cubrir la

muestra completamente con agua y se le deja sumergida por 24 horas, después del periodo de inmersión, se decantó cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos, luego se extendió la muestra sobre una bandeja, comenzamos la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella corriente moderada de aire caliente y se agita continuamente para que la desecación sea uniforme y continuar con el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente”. (NTP 400.022, 2013, p.10)

“Se sujeta firmemente el molde cónico apoyado en una superficie plana, echando en su interior a través de un embudo una cantidad suficiente de muestra, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando con cuidado verticalmente el moldes, si el material mantiene la forma del molde, continuar secando la muestra realizar frecuentemente la prueba con el cono, hasta que se produzca un desmoronamiento superficial indicando de que el agregado a alcanzado la condición superficialmente seca”. (NTP 400.022, 2013, p.10)

“Inmediatamente se introduce la muestra al picnómetro previamente tarado 500 g de agregado fino preparando como se ha descrito anteriormente y se añade agua hasta un 90 % de su capacidad, para eliminar el aire atrapado, se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, introduciendo a un baño de agua de

una temperatura de 21°C y 25°C durante 1 hora, se saca del baño y se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua) con una aproximación de 0.1g, finalmente se saca el agregado fino del picnómetro y se lleva a secar al horno a una temperatura de 100° C – 110° C, hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiental durante 1 a 1 ½ hora y se determina finalmente su peso seco”. (NTP 400.022, 2013, p.11)

**c. “Ensayo del peso unitario suelto compactado del agregado fino”**

- “Peso unitario suelto

Según la (NTP 400.017, 2011, p.1) “Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario suelto del agregado grueso y fino.

Equipos y Accesorios:

- 01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde
- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8”) y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente”. (NTP 400.017, 2011, p.4)

Procedimiento

“Primero se determina el peso y volumen del molde luego se coloca el material en el molde sin compactar una vez que esté

lleno el molde enrasar la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido con arena”. (NTP 400.017, 2011, p.10)

- “Peso unitario compactado

Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario compactado del agregado fino. (NTP 400.017, 2011, p.8)

Equipos y Accesorios:

- 01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde
- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8”) y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente”. (NTP 400.017, 2011, p.4)

“Procedimiento

Primero se determina el peso y volumen del molde y luego se coloca el material en el molde en tres capas de igual volumen aproximadamente, cada capa se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes con la varilla lisa distribuida de manera uniformemente cada capa”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

“Al apisonar la primera capa se debe de evitar que la varilla golpee al fondo del molde. Al apisonar las capas superficiales se aplica una fuerza necesaria para que la varilla solamente atravésé la respectiva capa y una vez que esté lleno el molde se enrasa la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido del material compactado”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

#### **d. “Ensayo de contenido de humedad del agregado fino”**

“Este método de ensayo consiste determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.

Equipos y Accesorios:

- 01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- Horno de temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipiente”. (NTP 339.185, 2013, p.3)

Procedimiento

“Primero se determina el peso del recipiente luego se pesa el recipiente más la muestra posteriormente se coloca en el horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 12 a 14 horas después se retira del horno para pesar registrar el primer peso volver a colocar en el horno hasta registrar peso constante”. (NTP 339.185, 2013, p.5)

#### **e. Sustancias deletéreas (no deberá exceder los límites)**

“Afirma que los agregados pétreos (finos), deben ser químicamente inertes a fin de que sean usados en la producción de concreto. En la práctica esto no siempre no cumple, algunos agregados pueden en mayor o menor grado reaccionar con el cemento”.

## **f. Inalterabilidad**

“El agregado a usarse en concreto, que va a estar sujeto a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de los requisitos generales, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio”. (NTP 400.037, 2014, P.10)

## **B. Agregado grueso**

(NTP 400.037, 2014, p.12) “El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma”.

### **Nota**

“El agregado grueso reciclado puede necesitar precauciones adicionales, sobre todo en zonas donde existe el fenómeno de congelación y deshielo u otros agentes agresivos como sulfatos, cloruros o materia orgánica”. (NTP 400.037, 2014, p.12)

## **a. Análisis granulométrico**

Según la (NTP 400.012, 2018, p.4) “Los equipos y accesorios por utilizar son los siguientes:

- 01 balanza de 1 kg de 0.1 g de sensibilidad.
- 01 juego de tamices de 305 mm o 406 mm (12 pulg. ó 16 pulg.), con abertura de 9.51 mm, 12.7 mm, 25.4 mm, 38.1

mm, 50.8 mm, 46.00 mm y 76.1 mm (3/8”, 1”, 1 ½”, 2” y 3”). (NTP 400.012, 2018, p.4)

- Bandejas
- Capsulas
- Brochas
- Cepillo de cerdas”. (NTP 400.012, 2018, p.4)

#### Procedimiento

“El material por utilizar debe estar seco luego se realiza el cuarteo a fin de tomar una muestra representativa posterior a ello se pesa la muestra y se tamiza en las mallas especificadas anteriormente en orden de mayor a menor diámetro, los retenidos en cada malla debe pesarse para

Los pesos retenidos, se registraron en la misma forma que para el agregado fino, y se calculan los porcentajes retenidos parciales y acumulados. La suma de los pesos debe coincidir con el peso total de la muestra, con aproximación menor de 1g”. (NTP 400.012, 2018, p.6)

#### **b. “Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso”**

Según la (NTP 400.021, 2013, p. 1) nos dice “como determinar el peso específico del agregado grueso, después de las 24 horas de sumergidos en agua”.

#### Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de capacidad de 5000 g, con sensibilidad de 0.50 g, para peso hasta de 5000 g.
- Tamiz de 4,75 mm (Nº4) (NTP 400.021, 2013, p. 1)
- Molde cónico de 40 mm de diámetro en la base superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior y 75 mm de altura.
- Pisón metálico con un peso de 340 g y una sección de 25 mm de diámetro. (NTP 400.021, 2013, p. 1)
- Estufa a una temperatura de 100° - 110°C.
- Probeta capacidad de 500 ml”. (NTP 400.021, 2013, p. 1)

#### Procedimiento

“Se lava la muestra con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias una vez lavado la muestra se seca en una estufa a una temperatura de 110° y se enfría a temperatura ambiental durante 1 – 3 horas una vez enfriada la muestra se pesa, repitiendo el secado hasta obtener un peso constante, y se sumerge en agua durante 24 horas a temperatura ambiental”. (NTP 400.021, 2013, p. 1)

“Después del periodo de inmersión, se saca la muestra de agua y se seca las partículas sobre un absorbente de gran tamaño, hasta que se elimina el agua superficial visible secando individualmente los fragmentos mayores. A continuación, se determina el peso de la muestra en estado de saturada superficial seca a continuación, se

coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergido en el agua a la temperatura entre 21° y 25° C. Se seca la muestra en el horno a una temperatura de 100° - 110°C, se enfría a temperatura ambiental durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta obtener un peso constante”. (NTP 400.021, 2013, p. 1)

**c. “Ensayo del peso unitario suelto compactado del agregado fino**

- Peso unitario suelto

Según la (NTP 400.017, 2011, p.1) Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario suelto del agregado grueso”.

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde
- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8”) y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente”. (NTP 400.017, 2011, p.4)

Procedimiento

“Primero se determina el peso y volumen del molde luego se coloca el material en el molde sin compactar una vez que esté lleno el molde enrasar la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido con arena”. (NTP 400.017, 2011, p.10)

- Peso unitario compactado

“Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario compactado del agregado fino”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde
- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8”) y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente”. (NTP 400.017, 2011, p.4)

“Procedimiento

Primero se determina el peso y volumen del molde y luego se coloca el material en el molde en tres capas de igual volumen aproximadamente, cada capa se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes con la varilla lisa distribuida de manera uniformemente cada capa”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

“Al apisonar la primera capa se debe de evitar que la varilla golpee al fondo del molde. Al apisonar las capas superficiales se aplica una fuerza necesaria para que la varilla solamente atravese la respectiva capa y una vez que esté lleno el molde se enrasa la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido del material compactado”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

**d. “Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso**

Según la (NTP 339.185, 2013, p.1) Este método de ensayo consiste determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.

Equipos y Accesorios:

- 01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- Horno de temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipiente”. (NTP 339.185, 2013, p.3)

Procedimiento

“Primero se determina el peso del recipiente luego se pesa el recipiente más la muestra posteriormente se coloca en el horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 12 a 14 horas después se retira del horno para pesar registrar el primer peso volver a colocar en el horno hasta registrar peso constante.” (NTP 339.185, 2013, p.5)

**e. “Sustancias deletéreas**

Deberá cumplir los siguientes límites establecidos de la (NTP 400.037, 2014, p.12)”

Tabla 7: *Contenido permisible de sustancias deletéreas-agregado grueso.*

“Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 µm (No. 200)	1,0A
Horsteno (menos de 2.40 de densidad)	5.0B
Carbón y lignito: Cuando la apariencia del concreto es importante	0,5
Otros concretos	1,0

A: Este porcentaje podrá ser aumentado a 1,5 % si el material está esencialmente libre de limos y arcillas.

B: Sólo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad) acción de la humedad o contacto con suelos húmedos, no deberá ser reactivo (sílice amorfa)

El agregado grueso utilizado en concretos sujetos permanentemente a la ya que se combinaría químicamente con los álcalis de cemento, por cuanto se produciría expansiones excesivas en el concreto (NTP 400.037, 2014, p.12)”

**Fuente:** (NTP 400.037,2014)

#### **f. “Inalterabilidad**

El agregado a usarse en concreto, que va a estar sujeto a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de los requisitos obligatorios, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o

sulfato de magnesio, la pérdida promedio de masa después de cinco ciclos no deberá exceder los límites en pérdida por ataque de sulfato” (NTP 400.037, 2014, p.14)

**g. “Índice de espesor y resistencia mecánica**

El agregado grueso utilizado en concretos de pavimentos y en estructuras de 280 kg/cm<sup>2</sup> o más deberá cumplir con los valores especificados siguientes:

- Resistencia mecánica:
- Índice de espesor: El índice de espesor no será mayor de 50 en el caso de agregado natural y de 35 para grava triturada”. (NTP 400.037, 2014, pp. 14)

**2.2.2. “Micro sílice:**

La adición de minerales al concreto no es reciente, debido a esto se hace uso del microsíllice por ser una adición en el concreto ya que es un material con propiedades que mejora al concreto en su estado fresco y endurecido, incrementando la durabilidad, resistencia y la trabajabilidad”. (Portugal Barriga, Perú, 2007)

“El microsíllice también es conocido como microsíllica, sílica fume, humo de sílice y super puzolana. La ASTM-1240 y la ACI menciona al microsíllice como un producto conformado del ferro-silicio, este es un humo de sílice condensado, esto debido que es un subproducto que proviene de las aleaciones de hierro, como el ferrosiliceo que pasa ser el hollín que queda impregnado en la manga durante sucede el procedimiento

dentro del horno, esto sucede debido a los gases que pasan por la manga del filtro” (García L, 2018, pp. 17).



*Figura 3:* Micro sílice en microscópico y real

Fuente: Toxement, “Microsílice”, 2016.

#### **2.2.2.1. Características:**

“Las partículas del microsilíce tienen un tamaño muy pequeño con una aproximación 100 veces menor que el grano del cemento promedio ( $0.14\mu\text{m}$ ), teniendo la forma esférica y un elevado contenido de sílice amorfa ( $\text{SiO}_2$ - que se puede mezclar químicamente). (García L, 2018, pp. 18)”

“El cemento durante el proceso de hidratación libera cal, y al ser el microsilíce un material amorfo con alto contenido de sílice (como la microsilíce), en condiciones de humedad y a temperatura ambiente, forma productos cementantes secundarios estables física y químicamente, lo que hace concretos más durables”. (Toxement, 2016)

“Debido que las partículas del microsilíce son muy finas, ocupa la gran parte de los vacíos o poros que contiene la pasta de

cemento, generándole un efecto de densificación, aportando en el concreto una baja porosidad, poca permeabilidad, mayor resistencia y alta durabilidad. Por lo general su modo de empleo para la adición en la pasta de cemento es entre un 10% del peso del cemento, en lo general la adición a la mezcla del microsílíce se realiza junto con el cemento o la arena”. (Toxement, 2016).

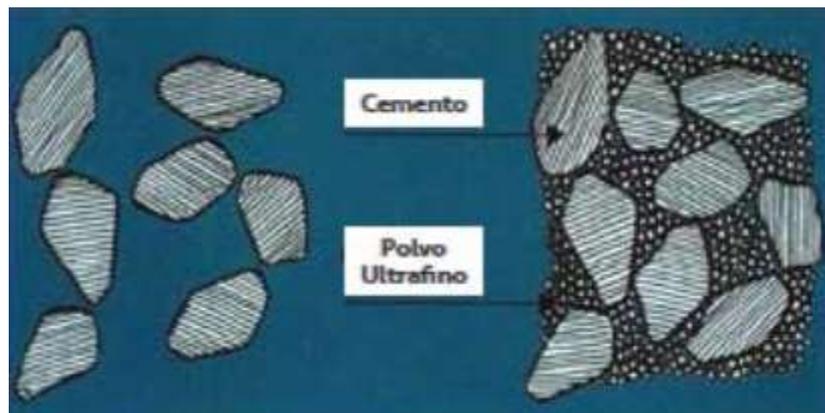


Figura 4: Esquema de la densificación de la microsilice en el concreto

Fuente: Toxement, “Microsilíce”, 2016.

#### 2.2.2.1.1. Propiedades Físicas:

“Color: Debido al  $\text{SiO}_2$ , su color está determinado a partir de sus componentes no silicios, las cuales implican al carbón y óxido de hierro. Por lo general el microsílíce cambia de color gris a oscuro, por lo que cuando se le adiciona a la pasta de cemento este da una lechada de color negro.

Densidad: El valor de la densidad del microsílíce varía según la marca, si el microsílíce contiene más carbono la

densidad es más baja. En lo general su densidad se encuentra entre los 2.2 g/cm<sup>3</sup>.

Peso unitario no densificado: Se encuentra entre los 130 a 430 kg/m<sup>3</sup> con un promedio de 300 kg/m<sup>3</sup> es aceptado.

Superficie específica: El microsílíce al ser muy fino, tiene una alta superficie específica y al estar conformado por una gran parte de dióxido de sílice aporta excelentes propiedades puzolánicas es de ahí que también se le llama súper puzolana”. (Portugal Barriga, Perú, 2007)

#### **2.2.2.1.2. Propiedades Químicas:**

“Composición química: En el microsílíce su composición sobresaliente es el SiO<sub>2</sub> y se encuentra entre el 90% a 96%, los humos se encuentran en más de 90% de dióxido de silicio, por lo general la composición química del microsílíce es constante, y solo tiende a tener alteraciones según el tipo de aleación del cual está siendo formado el microsílíce.

Cloruros: Existe especificaciones europeas de los límites para el cloruro en el microsílíce de 0.1 a 0.3 en masa. Obteniendo así las posibles dosificaciones de acuerdo al contenido del cemento, en una adición de cloruro soluble en acido en un 0.20% respecto a la masa de microsílíce.

pH: En lo general el pH del microsílíce son determinadas. Esto se puede demostrar cuando se aumenta 20 grs, y de microsílíce a 80 grs.

Cristalinidad: Los rayos X han demostrado que el microsílíce es amorfa. (Portugal Barriga, Perú, 2007)”

#### **2.2.2.1.3. Propiedades del microsílíce en estado fresco:**

“García L, 2018, pp. 21 nos refiere lo siguiente”:

“Trabajabilidad: Debido a las partículas finas del microsílíce el área en el concreto se incrementa y esto hace que la trabajabilidad sea dificultosa, por lo que una solución sería aumentar su asentamiento para que la pasta de cemento sea más trabajable. Debido a la forma esférica del microsílíce hace que trabaje como una billa y lubrica en la pasta de cemento dándole mayor movilidad a la pasa de cemento.

Cohesividad: Este efecto aporta al concreto con adición de microsílíce que sea menos susceptible a la segregación y que no produzca exudación, para obtener mejores resultados el concreto debe ser curado.

Fraguado y endurecimiento: La adición del microsílíce al concreto genera un rápido fraguado, debido a la acción química que tiene efecto en las propiedades físicas, generando la reacción del microsílíce con el hidróxido de

calcio para así originar silicato de calcio hidratado, esto genera un incremento de volumen haciendo mayor la resistencia y generando que el concreto sea lo más impermeable posible.

Calor de hidratación: los concretos que contienen microsílíce son sensibles a las variaciones de temperatura durante la etapa de endurecimiento, esto debido a la cantidad de cemento que se reduce y este genera el calor disminuya. Y al adicionar microsílíce a la pasta esta reacciona debido al hidróxido de calcio que se forma generando calor esto por el cemento”.

#### **2.2.2.1.4. Propiedades del microsílíce en estado endurecido:**

“(García L, 2018, pp. 22) nos refiere lo siguiente”:

“Resistencia de compresión: Debido a la añadidura del microsílíce ocasiona una mejor resistencia en el concreto, aparte depende del tipo de mezcla, cemento, volumen del aditivo y la dosificación del aditivo que reducirá el agua, caracterización de los agregados y el curado. La alta resistencia en el Perú en lo general se ha obtenido valores de 120Mp”.

“Resistencia en flexión y tensión: La resistencia tanto a flexión y a tensión del concreto endurecido tiene un incremento similar al concreto normal, por lo general el

concreto con microsilíce tiene una resistencia entre los 120 Mp, pero en la resistencia a flexión se encuentra entre 240Mp y cuando está sometida tensión la resistencia oscila entre los 120Mp”’.

Fragilidad y módulo de Young: El concreto al contener microsilíce se hace resistente y esto hace que sea frágil esto debido a que cuanto mayor sea su resistencia el material se hace más frágil. Pero esto no significa que al tener el comportamiento frágil se verá afectado en las estructuras”.

“El módulo Young o como es más conocido módulo de elasticidad, es distributivo a la resistencia de la compresión, la deformación final del concreto antes de fallar al estar sometida a la compresión uniaxial se incrementa su resistencia”.

“Adherencia: Debido a la particularidad del microsilíce de ser fina hace que la adherencia sea mayor en el concreto fresco con microsilíce y otros elementos como el acero, concreto antiguos, fibras y agregados que estarán en contacto. (Rivva Lopez, Naturaleza y Materiales Del Concreto , 2000)”

“Contracción: El microsilíce genera contracción más lenta en el concreto debido a la velocidad del secado y por tener una magnitud muy reducida. Al someter a los ensayos

normalizados a los concretos normales y concretos que contengan microsílíce se verá la diferencia esto debido a que el concreto con microsílíce tendrá menor contracción a comparación del concreto normal”.

“Escurrimiento plástico: en lo general el concreto que contiene microsílíce su escurrimiento será menos a comparación de otro concreto”.

“Resistencia al fuego: bajo las condiciones de fuego se ha demostrado que el concreto con microsílíce no tiene diferencias en su comportamiento a comparación del concreto normal”.

“Abrasión y erosión: El concreto de alta resistencia muestra una buena actuación ante la abrasión y la erosión, demostrando así que es buena para la aplicación del pavimento de alta resistencia al desgaste”.

### **2.2.3. Fibras en el concreto**

Antillón (2016) manifiesta que: “En los últimos años, el uso de fibras como refuerzo del concreto ha tenido un auge importante en los diseños y la producción de la mezcla. Sin embargo, no se trata de una técnica nueva en el mundo de la construcción; de hecho se remonta muchos años antes de la aparición del cemento Pórtland y del concreto, cuando se utilizaban materiales como pasto, hilo, vara, e inclusive, pelo animal, los

cuales eran considerados agregados al adobe con el fin de evitar la fisuración y mejorar la resistencia a tensión”.

Asimismo, Antillón (2016), indica que: “El rol principal de las fibras está ligado a:

1. Reducir la fisuración por asentamiento (revenimiento).
2. Reducir la fisuración por contracción plástica.
3. Disminuir la permeabilidad.
4. Incrementar en la resistencia a la abrasión y al impacto”.

Respecto a los tipos de fibras, Argos (2018) señala que se tienen:

“Microfibras: Normalmente son fibras de plástico, polipropileno, polietileno nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante la construcción. Las fibras multifilamento permiten obtener mejores resultados y sus longitudes oscilan entre los 12 y los 75 mm y se dosifican en el concreto entre 0,6 kg/m<sup>3</sup> y 1 kg/m<sup>3</sup>”.

“Macrofibras: Generalmente son de materiales como acero, vidrio, materiales sintéticos o naturales (fique y otros), los cuales se utilizan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando

la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. Entre los beneficios del uso de concreto reforzado con fibras -CRF- se encuentran el incremento de la resistencia al impacto y a la fatiga. Su diámetro oscila entre los 0,25 mm y 1,5 mm con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm”.

#### **2.2.4. Fibras de origen animal**

Tal como indica Wikipedia: “Las fibras de origen animal son las que ha utilizado el ser humano desde tiempos prehistóricos: pelos de diversas especies, secreciones de otras, plumas y cueros”.

Carrasco (2018) manifiesta que: “Actualmente, las plumas de aves están causando problemas ambientales ya que están siendo en su mayoría incineradas. Por ello, las plumas de aves que son un tipo de fibra natural, tienen un futuro prometedor en el rubro de la construcción. Son posibles de obtener a un bajo costo haciendo uso de la mano de obra disponible en la localidad”.

Rojas (20019) señala que: “El uso de la fibra natural de origen animal (pluma de aves) inhibe efectivamente la formación de fisuras por contracción plástica hasta en un 75% para la dosis de 900 g/m<sup>3</sup> de concreto”.

### **2.2.5. Pavimentos rígidos**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) refiere que: “El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso el uso de aditivos” (p. 22).

AASHTO (1993) refiere que: “Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. (...) (p. 157)”

Menéndez (2012) refiere que: “La losa de concreto debe estar diseñada para soportar cargas de tráfico y evitar fallas por fatiga del pavimento debido a las cargas repetidas. Los pavimentos rígidos pueden ser diseñados para un periodo de vida útil de 15 a 20 años, sin embargo, es más probable que sus periodos de diseño sean de 30 a 40 años.” (p. 75)

#### **2.2.2.1 Tipos de pavimentos rígidos**

“Pavimentos de concreto simple

- Sin pasadores”

AASHTO (1993) nos indica al respecto “Son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, ésta se logra a través de la trabazón (interlock) de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas.” (p. 188)

- “Con pasadores”

De acuerdo al AASHTO (1993) se indica: “Los pasadores son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los dislocamientos verticales diferenciales (escalonamientos). Según la Asociación de Cemento Portland (PCA, por sus siglas en inglés), este tipo de pavimento es recomendable para tráfico diario que exceda los 500 ESALs (ejes simples equivalentes), con espesores de 15 cm o más.” (p. 188)

“PAVIMENTOS DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTAS”

Tal como indica el AASHTO (1993): “Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores

para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural.” (p. 189)

#### Pavimentos de concreto con refuerzo continuo

El AASHTO (1993) señala.: “A diferencia de los pavimentos de concreto reforzado con juntas, éstos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos”. (p. 190)

#### **2.2.2.2 Proceso constructivo de pavimento rígido**

##### 1. “Construcción de la sub-rasante

Entre los “elementos importantes de la preparación de la subrasante se incluyen:

1.1. Evaluación de la estabilidad del terreno de fundación y subrasante.

1.2. Modificación del terreno de fundación para mejorar su estabilidad

a. Para mejorar suelos de baja resistencia

- b. Reducir el potencial de hinchamiento
  - c. Mejorar las condiciones constructivas.
- 1.3. Nivelación y compactación
- 1.4. Estabilización del terreno de fundación
- a. Apisonado de prueba
  - b. Construcción de la subrasante
  - c. Recepción de la subrasante
2. Construcción de las capas del pavimento
- a. Construcción de la subbase
  - b. Construcción de base granular
  - c. Base estabilizada mecánicamente
  - d. Bases estabilizadas químicamente
  - e. Aprobación de la subbase
  - f. Capas drenantes
3. Equipos de pavimentación
4. Funcionamiento de la planta de concreto
- a. Aspectos generales
  - b. Manejo de los depósitos de agregados
  - c. Ensayo de uniformidad del concreto”

#### **2.2.2.3 Proceso de corte y sellado de juntas en los pavimentos rígidos:**

Al respecto Oviedo (2006) señala lo siguiente:

“Los tiempos para el aserrado de las juntas son cruciales; por lo que se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones”:

- “Las juntas deben cortarse antes de que se contraiga lo suficiente como para que las losas se agrieten.
- El aserrado debe comenzar apenas el concreto ha endurecido lo suficiente como para permitir el corte sin que se produzcan descascaramientos, astillamientos o roturas
- La tarea debe realizarse tan pronto “el hormigón esté listo para ello, independientemente de que sea de día o de noche. Ello implica que una vez que el hormigón está en condiciones de ser aserrado, la tarea no debe demorarse por causa alguna.
- Al momento del aserrado, el hormigón debe ser capaz de soportar el peso del equipo de aserrado y el personal involucrado en la tarea”. (p. 90)

#### Corte de juntas

- “Asimismo, Oviedo (2006), indica al respecto que “a pesar de que el aserrado convencional se utiliza en la mayoría de pavimentos, el aserrar a edades tempranas se viene convirtiendo en costumbre, así como manifiesta lo siguiente”:

“Ejecución de juntas por serrado: Para ello, se recurre a sierras provistas de discos de diamante o carborundo, “a fin de producir una ranura en el hormigón cuya profundidad debe estar comprendida entre  $1/4$  y  $1/3$  del espesor de la losa, la ventana inicia

de 8 a 12 horas después del colado del hormigón, dependiendo del clima y características de la mezcla”.

“Ejecución de juntas en fresco: Otra opción consiste en la formación de las juntas cuando el hormigón, una vez vibrado y enrasado, se encuentra en estado fresco, introduciendo una cuchilla que crea un surco en el mismo. La cuchilla, de unos 8 mm de grosor, debe profundizar en el hormigón aproximadamente una tercera parte del espesor del pavimento, al igual que en los cortes por aserrado. Para que la ranura creada de esta forma no se cierre al fraguar el hormigón, es necesario colocar un elemento dentro de ella que puede ser flexible (por ejemplo, una lámina delgada de polietileno), o rígido (plástico, madera, fibrocemento, etc.). (p. 135)”

#### Sellado de las juntas

Por otro lado, Oviedo (2006) respecto al sello de las juntas, refiere lo siguiente:

El sellado de las juntas tiene como objetivo:

- “Evitar la entrada de agua por las mismas, que podría afectar, tanto a los pasadores como a la capa de base del pavimento
- El sellado impide también la entrada de elementos incompresibles en las juntas que podrían provocar la aparición de desportillados en las mismas e incluso roturas de esquina.

- Tener buena resistencia a la fatiga, al corte y a la tracción
- Tener buena resistencia al envejecimiento y a algunos agentes químicos”. (p. 142)

“Tipo de sellos disponibles para sellar juntas en pavimentos rígidos

Asimismo, Oviedo (2006) indica”:

- “Silicona
- Sellos en Caliente Resistentes al Combustible (JFR)
- Sellos de Aplicación en Frio Resistentes al Combustible de Avión y al Sanblasting
- Sellos a Base de Asfaltos Modificados
- Tirillas o cordón de respaldo” (p. 143)

#### **2.2.2.4 Diseño de pavimentos**

“Establece todos los aspectos relacionados con la estructura de un pavimento tomando como base el conocimiento del suelo de fundación, las características físico-mecánicas de los componentes; el análisis estructural; las condiciones de construcción y mantenimiento; de tal forma que la estructura final sea capaz de soportar las cargas de tráfico y ambientales a las que será sometida durante su periodo de diseño cumpliendo con los niveles de servicio esperados por la institución y los usuarios. En la actualidad combina el conocimiento de la mecánica de los materiales, el análisis estructural de los componentes, las tecnologías

constructivas, y la gestión de la conservación vial. Esta interacción entre diferentes áreas de conocimiento representa un reto para el ingeniero de pavimentos quien debe buscar la solución más adecuada al costo más efectivo” Menéndez (2016).

#### **2.2.2.4.1 Etapas del diseño de pavimentos:**

Menéndez (2016) refiere que “las etapas del diseño del pavimento dependen si se trata para una estructura nueva o un mejoramiento o rehabilitación de una vía existente, presentando el siguiente esquema para ambos casos”.

- “Identificar los requerimientos, expectativas y especificaciones del cliente.
- Identificar las restricciones presupuestarias, logísticas o constructivas.
- Recopilación de información existente.
- Trabajos de campo.
- Estudio de la subrasante.
- Estudio de canteras, materiales disponibles y fuentes de agua.
- Estudio de tráfico.
- Prediseño.
  - Definición del tipo de superficie de rodadura y los componentes estructurales.
  - Cálculo del tráfico de diseño.
  - Estudio de las condiciones ambientales y de drenaje.

- Sectorización del tramo.
- Definición del nivel de confiabilidad deseable para el proyecto.
- Determinación de la capacidad de soporte del suelo de fundación.
- Diseño de los espesores de cada capa.
- Selección de los materiales.
- Definición de la estrategia de mantenimiento y de construcción en caso sea por etapas.
- Diseño final.
  - Análisis del costo del ciclo de vida.
  - Determinación del tipo de pavimento y de los espesores finales.
  - Especificaciones técnicas.
  - Metrados”.

#### **2.2.2.5 Funciones y componentes del pavimento:**

Menéndez (2016) indica que “las funciones son variadas y dependen de las necesidades y requerimientos de los usuarios y la entidad. En ese sentido, de acuerdo a tres diferentes perspectivas: usuario y entidad, estructura y medio ambiente, propone lo siguiente:

- Usuario, entidad/institución:

- Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable, con adecuada regularidad (rugosidad) y suficiente resistencia a la fricción.
- Proporcionar a los vehículos acceso bajo cualquier condición de clima.
- Reducir los costos de operación vehicular, reducir el tiempo de viaje y reducir los accidentes.
- Reducir los costos de mantenimiento y operación.
- Facilitar y mejorar las condiciones de operación y transporte.
- Dotar de una superficie adecuada para tránsito, almacenamiento o traspaso de productos.
- Estructura:
  - Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante y/o el suelo de fundación.
  - Proteger la subrasante y el suelo de fundación del clima (agua y/o congelamiento).
  - Controlar la presencia y efecto del agua a nivel del suelo de fundación.
  - Capacidad de carga suficiente de los materiales que componen la estructura para resistir el tráfico y el clima.
- Medioambiente:

- Cumplir requerimientos medioambientales y estéticos.
- Limitar el ruido y la contaminación del aire.
- Tener suficiente durabilidad para que no se deteriore antes de tiempo debido a las variables ambientales (agua, oxidación, efectos de la temperatura).
- Proporcionar una superficie adecuada al contexto y compatible estéticamente con el entorno, en especial en zonas urbanas y zonas protegidas.

Los principales componentes de una estructura de pavimentos son:

- Capa de rodadura.
- Capa de base.
- Capa de sub base.
- Subrasante.
- Suelo de fundación.
- Subdrenaje.
- Bermas”.

### **2.3. Definición de términos:**

Absorción: “Es la capacidad que tienen los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergidos 24 horas en esta”.

Aditivo: “Son componentes del entorno orgánico o inorgánico, cuya inserción tiende a modificar las propiedades físicas de los materiales de estado fresco”.

Adiciones: “Son materiales puzolánicos, inorgánicos, o con hidraulicidad latente que al ser divididos se añaden al concreto en el momento de su fabricación para otorgarle propiedades especiales o mejorar alguna de ellas”.

Humo de sílice: “La Microsílice o Microsílica o Humo de sílice o sílica fume o super puzolana, como fue adoptado por la ASTM y el ACI para referirse al humo de sílice condensado, es un subproducto de la industria de las aleaciones de hierro, como el ferrosilíceo. En términos simples, es el hollín que queda adherido a las mangas del filtro cuando los gases pasan a través de éste” (Toxement, 2016, pp 2).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La adición de microsílice y fibra natural de origen animal incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

1. El resultado de utilizar concreto con microsílice y fibra natural de origen animal es el de incrementar la resistencia a la compresión del concreto.
2. Al emplearse concreto con microsílice y fibra natural de origen animal se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto.
3. Al adicionar microsílice y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de la variable

#### **Variable independiente (X): MICROSÍLICE Y FIBRA NATURAL DE ORIGEN NATURAL**

“La microsíllice es un aditivo que reacciona en un ambiente húmedo con el hidróxido de calcio resultado de la hidratación del cemento, esta reacción genera nuevos productos de silicato de calcio que proporcionan una mayor resistencia y durabilidad.

Las fibras de origen animal son las que ha utilizado el ser humano desde tiempos prehistóricos: pelos de diversas especies, secreciones de otras, plumas y cuero”s.

#### **Variable dependiente (Y): CONCRETO HIDRÁULICO**

“La losa de concreto para pavimentos rígidos debe estar diseñada para soportar cargas de tráfico y evitar fallas por fatiga del pavimento debido a cargas repetidas, así como brindar un adecuado desempeño funcional”.  
(Menéndez, 2016, p. 105)

### 2.5.2. Definición operacional de la variable

#### **Variable independiente (X): MICROSÍLICE Y FIBRA NATURAL DE ORIGEN NATURAL**

Se tuvieron adiciones del 5%, 6.5% y 7.5 % de microsíllice a un concreto con  $f'c=300$  kg/cm<sup>2</sup> al cual también se le adicionó plumas de pollo en una proporción de 1.008 kg/m<sup>3</sup>.

## Variable dependiente (Y): CONCRETO HIDRÁULICO

Se preparó un concreto diseñado especialmente para resistir esfuerzos a flexión, impuestos por el paso de vehículos en las estructuras de un pavimento rígido propio de una vía urbana de alto tránsito (vía expresa y/o vía arterial) para lo cual la resistencia a la compresión utilizada fue de  $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ .

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 8: Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
MICROSÍLICE Y FIBRA NATURAL DE ORIGEN NATURAL	“La microsíllice es un aditivo que reacciona en un ambiente húmedo con el hidróxido de calcio resultado de la hidratación del cemento, esta reacción genera nuevos productos de silicato de calcio que proporcionan una mayor resistencia y durabilidad. Las fibras de origen animal son las que ha utilizado el ser humano desde tiempos prehistóricos: pelos de diversas especies, secreciones de otras, plumas y cueros”.	% de Adición del microsíllice al concreto con adición plumas de pollo de 1.008 kg/m <sup>3</sup> .	0%
			5%
			6.50%
			7.50%
CONCRETO HIDRÁULICO	“El concreto hidráulico es una combinación de cemento Pórtland, agregados pétreos, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente a ser utilizado en pavimentos rígidos”.	Resistencia a la compresión	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
		Resistencia a la flexo-tracción	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		Módulo elástico del concreto	E (Mpa)

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1. Método de investigación**

Para esta investigación se utilizó el método científico, pues según (Carrasco, 2007, p 35) “es un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación. Y se caracteriza por ser analítico y sintético, porque estudia la realidad separando e integrando alternativamente los elementos empíricos y teóricos”.

El método científico estuvo presente en toda la investigación, ya que permitió definir la dosificación más recomendable de adición de microsilíceo al concreto hidráulico reforzado con plumas de pollo para vías urbanas de alto tránsito.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue la aplicada ya que, “se preocupa por la aplicación del conocimiento científico, producto de la investigación básica. Es un primer esfuerzo para transformar el conocimiento en tecnología. El propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos” tal como indica Castro (2015).

Ante lo mencionado, esta investigación fue aplicada debido a que los conocimientos obtenidos contribuyeron a la solución de una situación problemática en el área local, la cual afecta en las ejecuciones de obras de infraestructura vial urbana de alto tránsito que se vienen desarrollando, habiéndose realizado, a fin de generar beneficios en la sociedad.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue el explicativo, ya que según (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 95), busca “explicar la causa y efecto que se tiene ante la influencia de una variable sobre otra”. Por lo expuesto en esta investigación se tuvo un nivel explicativo, debido a que se buscó determinar los efectos del microsilice en el concreto reforzado con plumas de pollo para vías urbanas de alto tránsito”.

### **3.4. Diseño de investigación**

Esta investigación fue cuasi experimental, que de acuerdo a (Hernández et al., 2014, p. 151), se da debido a que “existe una manipulación de variables para conocer las reacciones entre ellas y poder medir los resultados todo ello con una muestra ya determinada; en referencia a ello, la investigación tuvo un diseño cuasi-experimental, ya que este diseño nos permitió trabajar con grupos de muestreo que están predeterminados y las variables de manera conveniente para lograr mejores resultados en la investigación”, por lo que, se realizaron ensayos de laboratorio, en los cuales se adicionaron diversos porcentajes de microsilice en el concreto reforzado con plumas de pollo para vías urbanas de alto tránsito.

El esquema del diseño de la investigación, lo podemos ver a continuación:

Tabla 9: *Diseño de la investigación*

<b>Muestra</b>	<b>Condición experimental</b>	<b>Medición de evaluación</b>
G1	X	O1
G2	(-)	O2

Fuente: Elaboración propia.

“G1= Muestra.

X= Adición.

O1= Evaluación de las adiciones.

G2= Muestra.

O2= Evaluación del patrón”.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población fue la Av. Cantuta (Tramo: Av. Mariscal Castilla - Vía Malecón Río Mantaro), distrito de El Tambo – Huancayo, vía que soportará una gran carga vehicular pesada al unir la Av. Mariscal Castilla (Carretera Central) con la Vía Malecón Río Mantaro (Vía de Evitamiento paralela al Río Mantaro), vía de alto tránsito para la cual se realizaron 62 ensayos al concreto  $f'c=300$  kg/cm<sup>2</sup> reforzado con fibra de pollo, con la adición de microsílíce al 5%, 6.5% y 7.5 % a fin de compararlo con la muestra patrón.



Figura 5: Ubicación de la población investigada

### 3.5.2. Muestra

La muestra fue no probabilística, ya que, según Hernández, et al (2003), “las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal. Se utilizan en muchas investigaciones, y a partir de ellas, se hacen inferencias sobre la población”, en ese sentido se ha considerado a toda la población que corresponde Av. Cantuta (Tramo: Av. Mariscal Castilla - Vía Malecón Río Mantaro), distrito de El Tambo – Huancayo, vía que soportará una gran carga vehicular pesada al unir la Av. Mariscal Castilla (Carretera Central) con la Vía Malecón Río Mantaro (Vía de Evitamiento paralela al Río Mantaro), vía de alto tránsito para la cual se realizaron 62 ensayos al concreto  $f'c=300$  kg/cm<sup>2</sup> reforzado con fibra de pollo, con la adición de microsílíce al 5%, 6.5% y 7.5 % a fin de compararlo con la muestra patrón.

## **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.6.1. Técnicas**

Las técnicas de recolección de datos son “las distintas formas o maneras de obtener la información, la técnica que se utilizará en la presente investigación será la observación”, ya que, según Chávez, se define como “una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. La observación tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como éstos ocurren en la realidad; pero, tiene la desventaja de que los datos obtenidos se refieren sólo a un aspecto del fenómeno observado. Esta técnica es fundamentalmente para recolectar datos referentes al comportamiento de un fenómeno en un “tiempo presente” y nos permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento observado”.

#### **a) Observación directa**

“Esta técnica fue utilizada para poder definir, comparar y medir las características propias que se obtuvieron con las distintas dosificaciones realizadas con los residuos de los ladrillos artesanales en el concreto”.

#### **b) Análisis de documentos**

“Los documentos que se utilizaron, fueron desde el principio de la investigación para poder dar un sustento a la misma, en cuanto al manejo de los conceptos existentes”, entre ellos se tiene los siguientes:

“Revisión de bibliografía:

Esta revisión se utilizó para poder profundizar en cuanto al conocimiento adquirido como investigador, en este caso en referencia al problema de investigación y de esta manera poder tener el sustento ante dicho tema investigado”.

**c) Pruebas estandarizadas:**

“Estas pruebas sirvieron para poder medir las propiedades de las distintas dosificaciones realizadas con los residuos de los ladrillos artesanales en el concreto, mediante la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes que se encuentran estandarizados en las normas, siguiendo así un conjunto de procedimientos que nos llevará hasta la obtención de los resultados, dichos ensayos cumplieron lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas, como se detalla a continuación”:

**a. Preparación del concreto**

“A fin de determinar si es posible utilizar los microsílices artesanales como insumo para la preparación de concreto hidráulico para su utilización en pavimentos rígidos, se han considerado diferentes porcentajes de adición, como son: 5%, 6.5% y 7.5% del volumen de concreto a fin de que se realicen los ensayos correspondientes”.

“En cuanto al agregado grueso, se ha utilizado piedra chancada de ½” a ¾” y arena gruesa, procedente de la Cantera de Pilcomayo los cuales cumplen los requisitos de las NTP correspondientes.

El agua utilizada para el proceso de elaboración del concreto, es agua potable proveniente de la red pública”.

**b. “Características y propiedades del agregado fino**

**- Análisis granulométrico NTP 400.012**

**Objeto**

Conocer la gradación del agregado fino mediante el análisis granulométrico mecánico para poder determinar de manera adecuada la distribución de las partículas”.

**Equipos**

- Juego de tamices ASTM
- Balanza con error de 0.01g
- Cepillo
- Horno
- Agitador mecánico.
- Taras
- Cuarteador”

**Procedimiento**

“Para el presente ensayo se usara una muestra representativa (300g) del cuarteado, asimismo esta muestra será secada, lavada y nuevamente secada en un horno previamente al análisis granulométrico, una vez realizado ello se procederá a colocar dicha muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso,

seguidamente se dará movimientos de un lado a otro y en forma circular de modo que la muestra se mantenga en movimiento constante, por un minuto aproximadamente, seguidamente en una bandeja de aluminio sacaremos cuidadosamente cada tamiz y será pesado siempre observando que no haya partículas retenidas en el tamiz y anotaremos para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes”.



*Figura 6: Análisis granulométrico del agregado fino.*

- **“Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino NTP 400.022”**

**Objeto**

“La presente norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la

densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino”.

### **Equipos**

- “Balanza que tiene una capacidad de 1 kg o más, sensibles a 0,1
- Picnómetro (para usarse con el procedimiento gravimétrico)
- Frasco (para su uso en determinación volumétrica): El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad:
- Estufa: de tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”.

### **Procedimiento**

“Una muestra de agregado es retirada en agua por  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$  para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico.

Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa se determina de nuevo. Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción”.



*Figura 7: Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.*

- **“Masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados NTP 400.017”**

### **Objeto**

“Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm”.

### **Equipos**

- “Balanza: Una balanza con aproximación a 0,05 kg

- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de Medida: Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas.
- Pala de Mano: Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado”.

### **Procedimiento de apisonado**

“Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla. NORMA TÉCNICA NTP 400.017 PERUANA 5 de 10 9.2 Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente. 9.3 Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb)”.



*Figura 8:* Densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.

- **“Contenido de humedad total de agregados por secado NTP 339.185”**

**“Objeto**

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método”.

**“Equipos**

- Balanza con sensibilidad al 0,1 % del peso de la muestra
- Puente de calor
- Recipiente para la muestra
- Revolvedor:
- Una cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente.

### **Procedimiento**

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, es opcional el revolver la muestra.
- Precaución: cuando se utiliza un horno microondas, los minerales aliados ocasionalmente presentes en los agregados pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas.

- Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol anhidro hasta cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad posible de alcohol sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina.
- La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.
- Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza”.



*Figura 9:* Contenido de humedad total de agregados por secado.

**c. “Características y propiedades del agregado grueso**

**- Análisis granulométrico NTP 400.012**

**Objeto**

La presente Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado grueso por tamizado.

**Equipos**

- Juego de tamices ASTM
- Balanza con error de 0.05g
- Cepillo
- Horno
- Agitador mecánico.
- Taras
- Cuarteador

**Procedimiento**

- En el presente ensayo se usara una muestra representativa (3000g) del cuarteado, asimismo esta muestra será secada, lavada y nuevamente secada en un horno previamente al análisis granulométrico, una vez realizado ello se procederá a colocar dicha muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso, seguidamente se dará movimientos de un lado a otro y en forma circular de modo que la muestra se mantenga en

movimiento constante, por un minuto aproximadamente, seguidamente en una bandeja de aluminio sacaremos cuidadosamente cada tamiz y será pesado siempre observando que no haya partículas retenidas en el tamiz y anotaremos para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes”.



*Figura 10:* Análisis granulométrico del agregado grueso.

- **“Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso NTP 400.021**

**Objeto**

Esta NTP establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros.

## Equipos

- Balanza sensible a 0.5 g con capacidad de 50000 gramos
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamices
- Estufa

## Procedimiento

Una muestra se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergido en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa por tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y formulados en este método de ensayo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción”.



*Figura 11:* Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

- **“Masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados NTP 400.017**

### **Objeto**

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm.

### **Equipos**

- Balanza: Una balanza con aproximación a 0,05 kg
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8 pulgadas) de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de Medida: Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas.
- Pala de Mano: Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

### **Procedimiento de apisonado**

Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se

llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla. NORMA TÉCNICA NTP 400.017 PERUANA 5 de 10 9.2 Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente. 9.3 Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb)”.



*Figura 12: Densidad (peso unitario) y los vacíos en el agregado grueso.*

- **“Contenido de humedad total de agregados por secado NTP 339.185**

**Objeto**

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

**Equipos**

- Balanza con sensibilidad al 0,05g
- Puente de calor
- Recipiente para la muestra
- Revolvedor:
- Una cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente.

**Procedimiento**

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas. Usar un

horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, es opcional el revolver la muestra.

- Precaución: cuando se utiliza un horno microondas, los minerales aliados ocasionalmente presentes en los agregados pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas.
- Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol anhidro hasta cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad posible de alcohol sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina.
- La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.

- Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza”.



*Figura 13:* Contenido de humedad total de agregados por secado.

#### **d. “Ensayos en estado fresco del concreto**

- **Asentamiento de concreto fresco NTP 339.035**

##### **Objeto**

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación del asentamiento del hormigón tanto en el laboratorio como el campo

##### **Equipos**

- Molde (cono de Abrams) con espesor mínimo de 1.5 mm y su forma es la de un tronco de cono con diámetro de base inferior de 20 cm y de base superior 10 cm

- Barra compactadora de acero liso de 16 mm y 60 cm de longitud

### **Procedimiento**

Se coloca una muestra de concreto fresco compactada y varillada en un molde con forma de cono trunco sobre una superficie plana no absorbente se mantiene fijo pisando firmemente las aletas, el molde es elevado aprox. Entre 5 a 10 segundos evitando los movimientos laterales permitiendo al concreto desplazarse hacia abajo. La distancia entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se reporta como el asentamiento del concreto.

### **- Peso Unitario NTP 339.046**

Este ensayo abarco la determinación de la densidad del concreto en estado fresco, se halló dividiendo la masa neta del concreto sobre el volumen del molde, la masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío de la masa del molde lleno de concreto.

### **Aparatos**

- Balanza con una exactitud de 0.1 lb (45 gr) o dentro del 0.3 % de la carga de prueba.
- Varilla recta de acero 5/8 pulgadas (16 mm) de diámetro aproximadamente 24 pulgadas (600 mm) de longitud, el final de la barra termina en una punta redondeada hemisférica cuyo diámetro es de 5/8 pulgadas.

- Molde cilíndrico de acero u otro metal, de capacidad de 1/3 de pie cubico
- Maso de goma.

### **Procedimiento**

- La muestra se seleccionó según la ASTM c 172.
- Se seleccionó el tamaño del molde según el tamaño máximo nominal, la cual es de 1/3 de pie<sup>3</sup> y a continuación se determinó la masa del molde vacío.
- Se colocó el concreto dentro del recipiente en tres capas de aproximadamente igual volumen.
- Compactamos cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral, compactamos la segunda y tercera capa en todo su espesor, ingresando 1 pulgada (25 mm) en la capa anterior.
- Al terminar de compactar cada capa, se golpeó firmemente 12 veces en forma de cruz, para llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire.
- Enrasamos el molde, retirando el material sobrante en la última capa.
- Limpiamos el material sobrante alrededor del molde y determinamos la masa del molde más el concreto”.



*Figura 14: Asentamiento de concreto fresco.*

- **“Temperatura NTP 339.184**

Según la (NTP 339.184, 2012) nos menciona el objetivo de determinar la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados

Debemos tener en cuenta que la temperatura en el concreto varía de acuerdo al calor liberado de la hidratación del cemento la energía que produce cada componente y del medio ambiente.

La medición de la temperatura se realiza en un recipiente no absorbente, que debe permitir de al menos 3 pulgadas (75mm) en todas direcciones o por lo menos 3 veces el TM del agregado y se debe elegir el mayor (NTP 339.184, 2012)”.



*Figura 15: Temperatura del concreto.*

**e. “Ensayo en estado endurecido**

- **Ensayo de resistencia a la compresión NTP 339.034**

**Objeto**

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de las resistencias a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto.

**Equipo**

Máquina de ensayo de capacidad suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continua.

**Procedimiento**

- Los ensayos a compresión de probetas de curado húmedo serán hechos tan pronto como se practicó luego de retirarlos del almacenaje de humedad.

- Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente hasta el momento del ensayo
- Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo.
- Verificación del cero y asiento del bloque.
- Velocidad de carga, aplicar carga continuamente y sin detenimiento
- La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre probeta de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s
- Proceder a con los cálculos respectivos”.



*Figura 16:* Ensayo de resistencia a la compresión.

- **“Ensayo de resistencia a la tracción por compresión NTP 339.084**

## **Objeto**

Los especímenes de ensayo deberán estar conforme a todos los requerimientos de los métodos de ensayo de la NTP 339.033, NTP 339.059 ó NTP 339.183 aplicable a la viga a ensayar. La viga tendrá una luz libre entre apoyos equivalente a tres veces su altura con una tolerancia del 2 %. Las caras laterales de la viga formarán ángulos rectos con las caras superior e inferior de la misma. Todas las superficies deberán ser lisas y libres de asperezas, porosidad (cangrejas) o marcas de identificación no apropiadas.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre. Este método de ensayo se usa para determinar la resistencia a la flexión de especímenes preparados y curados con las NTP 339.033 ó NTP 339.183. Los resultados se calculan y reportan como el módulo de rotura. La resistencia que se determina variará si existen diferencias en el tamaño del espécimen, su preparación, condiciones de humedad, o si la viga ha sido moldeada o cortada al tamaño requerido.

## **Descripción**

La prueba de flexión se realizará tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con

superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona ésta para que la tensión corresponda a la superficie superior o al inferior de la misma, tal como se hizo el corte inicialmente.

Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada. Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm , determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrentar, lijar o poner una cuña de cuero. Las tiras de cuero serán de un espesor uniforme de 6 mm y tendrán un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm , y deberán extenderse a todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrentado o esmerilado. El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de

las muestras. El refrentado se hará en conformidad con las secciones aplicables de la NTP 339.037.

Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min , hasta producir la rotura de la viga.

Los resultados de este método de ensayo se pueden usar para determinar el cumplimiento con las especificaciones o como base para operaciones de dosificación, mezcla y colocación del concreto. Se utiliza en ensayos de concreto para la construcción de losas y pavimentos”.

#### **“Procedimiento**

- Medir las dimensiones de la viga.
- Colocar de forma centrada para evitar errores.
- Dar inicio con el ensayo hasta que este llegue a su ruptura. Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min , hasta producir la rotura de la viga.
- Se toman 3 medidas de cada dimensión (una en cada borde y en el centro) con una precisión de 1.3 mm (0.05 pulg) para

determinar el ancho promedio, la altura promedio y la localización de la línea de fractura del espécimen en la sección de falla.

- Si la fractura ocurre en una sección refrentada, el espesor del refrentado se deberá incluir en la medida”.



Figura 17: Ensayo de resistencia a la flexotracción.

### 3.6.2. Instrumentos

El instrumento utilizado fue la ficha de observación, ya que, “según Cascante (1989), el uso de una ficha de observación puede ser útil no sólo para la recogida sistemática de datos, sino también para la valoración del seguimiento de cada unidad de correlación con el proyecto curricular que las engloba, siempre con una actitud abierta a cualquier reelaboración del sistema planificado, según las necesidades acaecidas en la práctica, y el común acuerdo del grupo de trabajo.

Asimismo, se han utilizado los formatos de los ensayos de laboratorio realizados”.

### **3.7. Procesamiento de la información**

“El procesamiento de la información fue realizado en base a las especificaciones de cada ensayo de laboratorio realizado, los cuales han sido establecidos en las Normas Técnicas Peruanas correspondientes, todo ello fue presentado mediante tablas y gráficos respectivos, para un mayor entendimiento e interpretación de los resultados en los programas Microsoft Excel y SPSS, habiéndose seguido el siguiente proceso:

- Determinación de las muestras
- Ubicación de las unidades de observación
- Construcción del instrumento
- Medición o verificación de los indicadores del instrumento
- Elaboración de la matriz de datos
- Procesamiento estadístico de datos”

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

“En la presente investigación las técnicas y el análisis de los datos tuvieron un enfoque cuantitativo, para ello se utilizó el análisis estadístico y de esta manera se pueda establecer la correlación correspondiente a las variables en estudio, de acuerdo a los indicadores planteados en la operacionalización de las variables”.

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

#### **4.1. Generalidades**

La presente investigación surge del requerimiento de contar con una adecuada calidad para los concretos hidráulicos de las losas de pavimentos rígidos sobre todo para vías expresas y arteriales, ya que, como sabemos, las obras viales son imprescindibles para el desarrollo económico, contándose actualmente con el uso del pavimento rígido predominando en las obras de pavimentación, siendo necesario contar con concreto que tengan la durabilidad correspondiente, que resista el periodo de diseño concebido.

A fin de lograr este objetivo se ha trabajado con un concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de pollo) en un volumen de 1.008 kg/m<sup>3</sup>, tal como señala Molina (2019), siendo esta dosificación de la fibra natural la que genera los mayores beneficios, a esta dosificación se le ha adicionado microsílíce, para determinar el comportamiento de un pavimento rígido con losa de concreto con una resistencia a la compresión de  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$  a ser utilizado en la Av. Cantuta (Tramo: Av. Mariscal Castilla - Vía Malecón Río Mantaro), distrito de El

Tambo – Huancayo, la cual es un vía colectora que conectará la Av. Mariscal Castilla (Carretera Central) con la Vía Malecón Río Mantaro (Vía de Evitamiento paralela al Río Mantaro), en ese sentido soportará una gran carga vehicular pesada al unir estas dos importantes vías, por lo que requiere un concreto de mayor resistencia a lo convencional, así como se le ha adicionado microsílíce para mejorar sus propiedades.

En base a lo mencionado se hicieron ensayos al concreto con la adición del microsílíce y fibra de origen animal, y fue comparado con una muestra patrón que no tenía la adición mencionada, habiéndose realizado los siguientes ensayos que a continuación se describen:

#### **4.2. Propiedades físicas del concreto: asentamiento, exudación, tiempo de fragua y temperatura**

“A fin de determinar la incidencia que produce el microsílíce en el concreto para pavimentos rígidos reforzado con fibra natural de origen animal, se han realizado los siguientes ensayos”:

##### **4.2.1. Asentamiento del concreto en estado fresco**

“Tal como indica CEMEX (2020), se entiende por trabajabilidad como el esfuerzo requerido para transportar, colocar, compactar y darle acabado al concreto en estado fresco”, así mismo, nos indica que: “normalmente está ligada a la fluidez o consistencia que se mide a través de la prueba de revenimiento. Por lo regular se considera que un concreto más fluido es más trabajable y uno con menos fluidez tiene menos

trabajabilidad, lo que nos indica que su conocimiento para los concretos elaborados con cada marca de cemento y su adecuada evaluación, dentro del proceso de ejecución, son muy importantes, a fin de dotar a nuestras obras de la calidad adecuada”.

“Debido a estas razones, se ha realizado el ensayo para la medición del asentamiento del Concreto del Cemento Portland, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.035, realizándose la medición del asentamiento o slump, para cada una de las mezclas de concreto preparadas con cada una de las dosificaciones de microsílíce estudiadas en la presente investigación.

Los resultados obtenidos en promedio para cada una de las adiciones de microsílíce en el concreto”, se muestran a continuación:

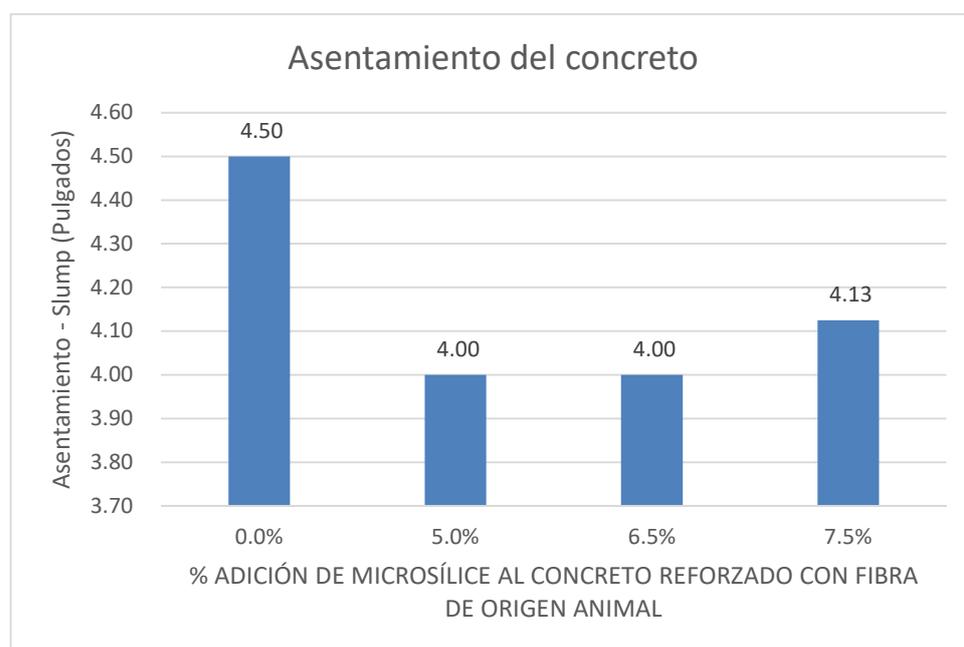
Tabla 10: *Asentamiento del concreto obtenido.*

<b>Diseño de Mezcla</b>	<b>Porcentaje de adición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Asentamiento - Slump (pulgadas)</b>
f <sub>c</sub> = 300 kg/cm <sup>2</sup>	0%	I	4.50
	5%	I	4.00
	6.5%	I	4.00
	7.5%	I	4.125

Fuente: Elaboración propia.

“Tal como podemos apreciar, los concretos elaborados con las diferentes adiciones, han alcanzado diferentes valores de asentamiento”:

Gráfico 1: *Comparativo de asentamientos obtenidos*



Fuente: Elaboración propia.

“En la gráfica anterior podemos apreciar que el asentamiento alcanzado por las adiciones al 5% y 6.5% de microsilíce, es de 4.00 pulg., mientras que la adición al 7.5%, tuvo un asentamiento de 4.13 pulg..

Se debe indicar, que el asentamiento o slump, de la muestra patrón, ha sido de 4.50 pulg., y tal como se ha visto, todos los asentamientos obtenidos no han superado este límite.

Por lo tanto, estamos en condiciones de indicar que, en todos los porcentajes de adiciones de microsilíce artesanal en el concreto (5%, 6.5% y 7.5%) se han reducido los valores de asentamiento o slump frente a la muestra patrón, para la adición al 5% y 6.5% se ha reducido en un 91.67% y para la adición al 7.5% se ha reducido en 88.89%”.

#### 4.2.2. Exudación

Se ha realizado el ensayo de exudación, de acuerdo a la NTP 339.077, la cual es una forma de segregación de los componentes de una mezcla de concreto fresco en la que el agua tiende a elevarse hacia la superficie como consecuencia de la incapacidad de los áridos de arrastrarla con ellos al irse compactando, para cada una de las diferentes proporciones de adición de microsílíce, como son al 5%, 6.5% y 7.5%, habiéndose obtenido los siguientes resultados, que se muestran a continuación:

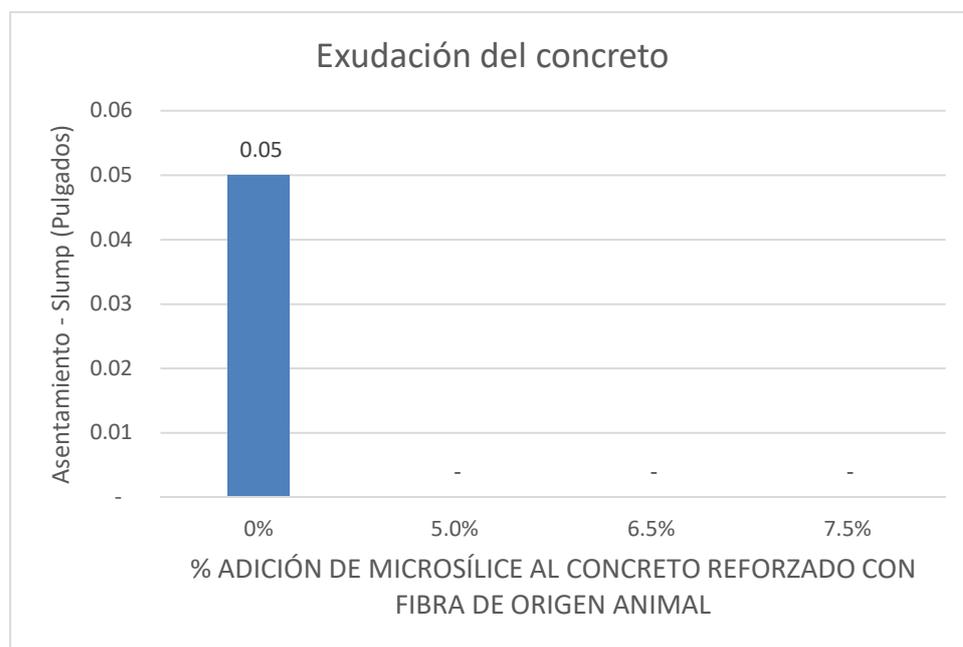
Tabla 11: *Exudación del concreto.*

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Tipo	Exudación (%)
f <sub>c</sub> = 300 kg/cm <sup>2</sup>	0%	I	0.05
	5%	I	0.00
	6.5%	I	0.00
	7.5%	I	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se aprecia en la tabla anterior, es la muestra patrón la única que tiene una exudación del 0.05%, la cual es una exudación mínima, la incorporación del microsílíce al 5%, 6.5% y 7.5%, no ha generado mayor exudación, siendo el resultado en todos los casos de 0.00%, lo podemos apreciar a continuación:

Gráfico 2: *Comparativo de la exudación en el concreto*



Fuente: Elaboración propia.

En función de la muestra patrón, todas las adiciones de microsilíce no generan mayor exudación, solo generó exudación la muestra patrón .

#### 4.2.3. **Temperatura del concreto**

Para la determinación de esta propiedad del concreto se ha realizado el Método de ensayo normalizado para determinar las temperaturas de mezclas de hormigón (concreto) de acuerdo a la NTP 339.184, como en el caso anterior, para todas las adiciones de microsilíce habiéndose obtenido los siguientes resultados que se muestran a continuación:

Tabla 12: *Temperatura del Concreto Fresco*

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Tipo	Temperatura °C
f <sub>c</sub> = 300 kg/cm <sup>2</sup>	0%	I	22.9
	5%	I	20.6
	6.5%	I	21.4
	7.5%	I	23.2

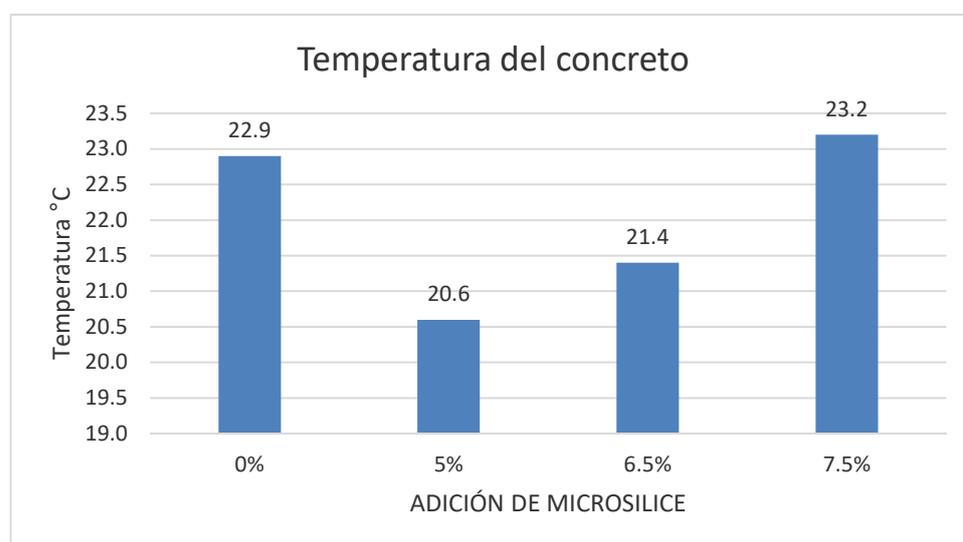
Fuente: Elaboración propia.

En base al ensayo realizado, se ha podido determinar que el concreto elaborado con la adición al 7.5%, produce una mayor temperatura, 23.2 °C, mientras que con la adición al 5% se ha obtenido una menor temperatura en el concreto de 20.6 °C.

El concreto elaborado con el resto de adiciones, tienen valores de temperatura entre estos dos límites.

Podemos apreciar los resultados de la temperatura en la gráfica a continuación :

Gráfico 3: *Comparativo de resultados de temperatura en el concreto*



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se indicó anteriormente, el concreto elaborado con la adición al 23.2% tiene la mayor temperatura, siendo también mayor que la temperatura obtenida por la muestra patrón, la cual no tiene adición de microsílíce, habiendo logrado una temperatura de 23.2%, siendo mayor en 1.31% frente al patrón.

#### 4.2.4. Tiempo de fraguado

Para la determinación de esta propiedad del concreto se ha realizado el Método de ensayo normalizado para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración de acuerdo a la NTP 339.082, como en el caso anterior, para todas las adiciones de microsílíce habiéndose obtenido los siguientes resultados que se muestran a continuación :

Tabla 13: *Tiempo de fraguado*

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Fragua inicial (horas)	Fragua final (horas)
f <sub>c</sub> = 300 kg/cm <sup>2</sup>	0%	5.59	7.40
	5%	5.45	6.95
	6.5%	5.45	6.95
	7.5%	5.84	7.76

Fuente: Elaboración propia.

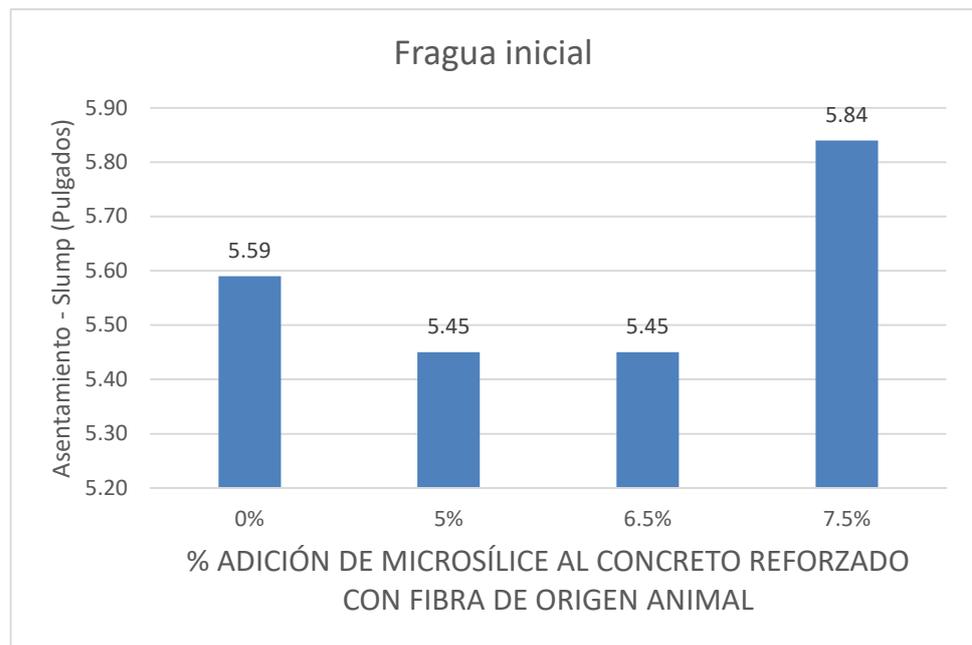
“En base al ensayo realizado, se ha podido determinar que el concreto elaborado con la adición al 7.5%, requiere un mayor tiempo de fraguado, tanto en la fragua inicial 5.84 horas como para la fragua final 7.76 horas, mientras que con la adición al 5% se ha requerido de menores

tiempos, tanto en la fragua inicial 5.45 horas como para la fragua final 6.95 horas.

El concreto elaborado con el resto de adiciones, tienen valores de temperatura entre estos dos límites.

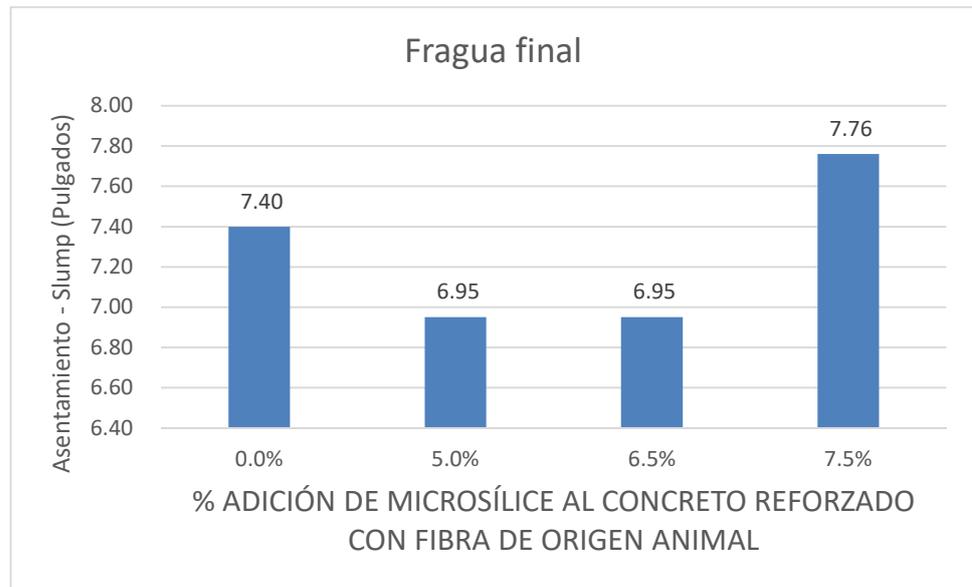
Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación”:

Gráfico 4: *Comparativo de resultados de tiempos de fraguado inicial*



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5: Comparativo de resultados de tiempos de fraguado final



Fuente: Elaboración propia.

“Tal como se indicó anteriormente, el concreto elaborado con la adición al 7.5% requiere de un mayor tiempo de fraguado inicial (5.84 h) y final (7.76 h), obteniéndose porcentajes de 104.47% y 104.86% respectivamente, mayores frente al patrón.

En el caso de las adiciones al 5% y 6.5%, se han requerido tiempos menores de fragua inicial (5.45 h) y final (6.95 h), alcanzando porcentajes menores de 97.50% y 93.92%.

Por lo tanto, la adición al 5% y 6.5% de microsíllice al concreto reforzado con fibra de origen animal requiere de menor tiempo de fraguado”.

#### 4.2.5. Contenido de aire

“Para la determinación de esta propiedad del concreto se ha realizado el Método de contenido de aire en el concreto fresco método de presión, de acuerdo a la NTP 339.083, como en el caso anterior, para todas las adiciones de microsílíce habiéndose obtenido los siguientes resultados que se muestran a continuación:

Tabla 14: *Tiempo de fraguado*

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Tipo	Promedio de contenido de aire (%)
f <sub>c</sub> = 300 kg/cm <sup>2</sup>	0%	I	1.65
	5%	I	1.85
	6.5%	I	1.85
	7.5%	I	1.85

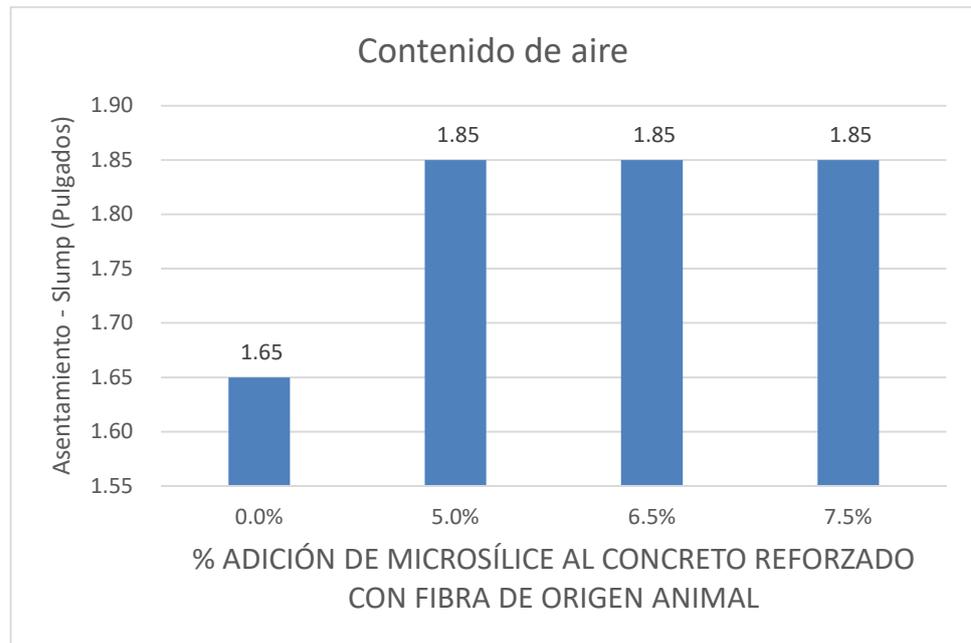
Fuente: Elaboración propia.

En base al ensayo realizado, se ha podido determinar que el concreto elaborado con las adiciones al 5%, 6.5% y 7.5%, ha obtenido un contenido de aire del 1.85%.

El concreto de la muestra patrón, ha alcanzado un valor de contenido de aire de 1.65%

Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación”:

Gráfico 6: Comparativo de resultados de contenido de aire



Fuente: Elaboración propia.

“Tal como se indicó anteriormente, el concreto elaborado con las adiciones al 5%, 6.5% y 7.5%, ha obtenido un contenido de aire del 1.85% lo cual representa un porcentaje de 112.12%, siendo mayor en 12.12% frente al patrón, que obtuvo un valor de 1.65%.

Por lo tanto, la adición al 5%, 6.5% y 7.5 de microsilice al concreto reforzado con fibra de origen animal aumenta el contenido de aire en un 12.12%, frente a la muestra patrón.

Finalmente, podemos indicar que al adicionar microsilice en el concreto reforzado con fibra de origen animal (plumas de pollo) no se generan modificaciones sustanciales a las propiedades físicas del concreto fresco como son asentamiento, exudación, tiempo de fragua y temperatura”.

#### **4.3. Resistencia a la compresión del concreto reforzado con fibra de origen animal con la adición de microsílíce**

“La resistencia a la compresión simple del concreto constituye su característica principal en lo que se refiere a sus propiedades mecánicas, esta resistencia la podemos definir como la capacidad que presenta la mezcla de concreto para resistir una carga por unidad de área, es decir, en términos de esfuerzo, la unidad en la que se expresa en nuestro país es en kg/cm<sup>2</sup>.

Esta característica del concreto, es medida a fin de determinar la calidad de la mezcla de concreto, en función de la resistencia especificada de acuerdo al diseño de las estructuras. Se expresa de la siguiente manera ( $f'c$ ).

Es por esas razones, que se ha realizado el ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, de acuerdo a la NTP 339.034, para concreto elaborado con cada una de las adiciones de microsílíce al 5%, 6.5% y 7.5%, materia de investigación.

Este ensayo se ha realizado para diferentes edades del concreto, los cuales son a los 7 días, a los 14 días, a los 21 días y a los 28 días.

Para la determinación de la resistencia a la compresión obtenida, se ha trabajado en función al artículo 5.1.6. del Capítulo 5: de la Norma E.060: Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual indica que, para el resultado del ensayo, se considerará al promedio de las resistencias obtenidas de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f'c$ , para nuestro

caso en particular, se han obtenido los promedios de tres probetas sometidas a rotura por compresión.

Estos resultados para la determinación de la resistencia a la compresión de un concreto  $f^c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo a las adiciones al 5%, 6.5% y 7.5%, de microsílice al concreto reforzado con fibra de origen animal (plumas de pollo), se pueden apreciar a continuación”:

Tabla 15: *Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – Muestra patrón*

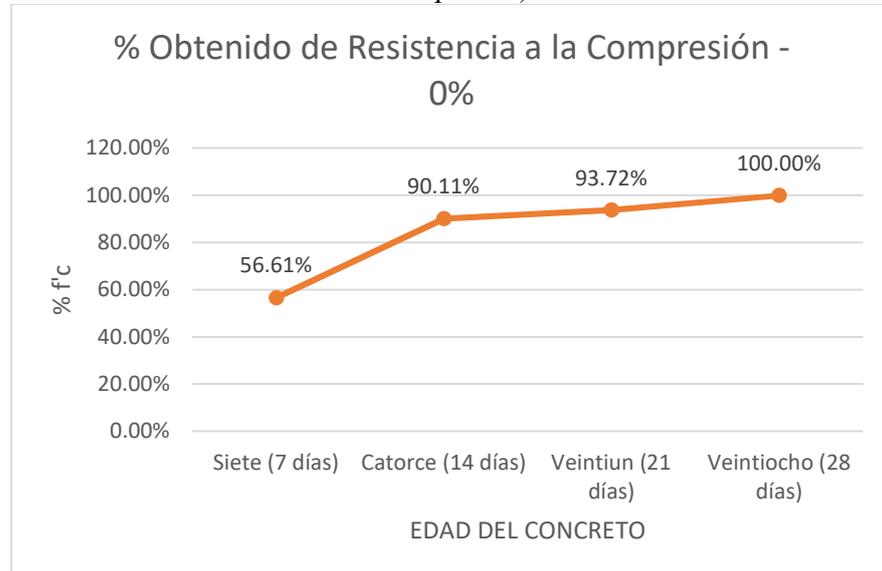
Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño $f^c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión $f^c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia a la compresión $f^c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0%	I	300	7	196.34	194.33
2			300	7	194.7	
3			300	7	191.94	
4			300	14	311.42	309.33
5			300	14	310.04	
6			300	14	306.52	
7			300	28	323	321.74
8			300	28	319.1	
9			300	28	323.12	
10			300	28	340.73	343.29
11			300	28	341.36	
12			300	28	347.77	

Fuente: Elaboración propia.

“Como podemos apreciar, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del

56.61%, a los 14 días un valor del 90.11% y a los 21 días un valor al 93.72% frente al valor obtenido a los 28 días (100%)”.

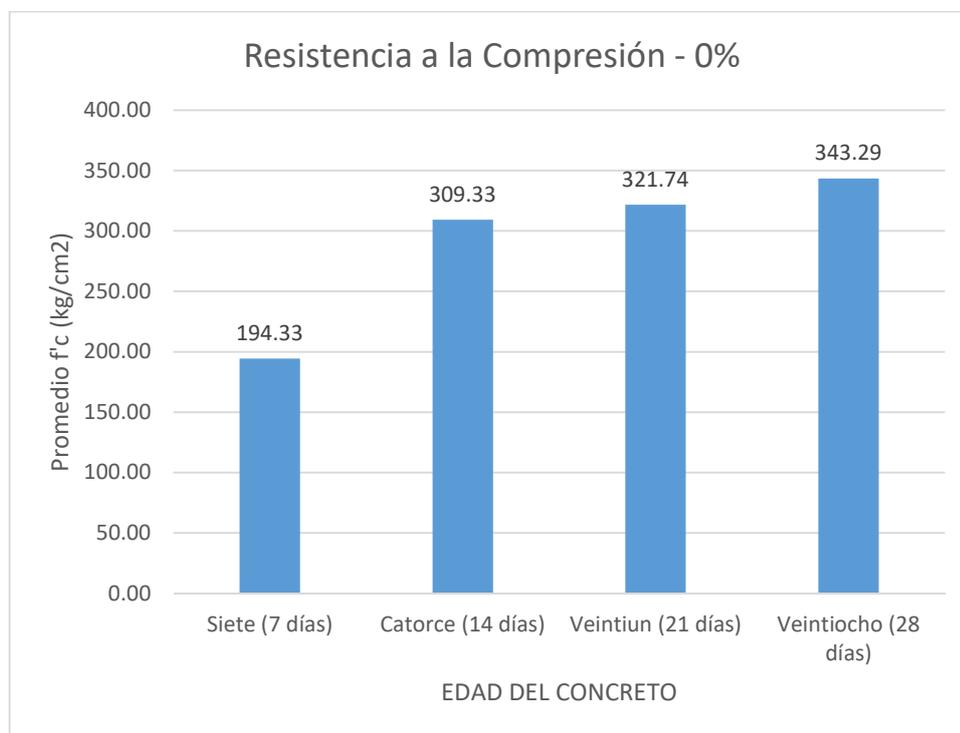
Gráfico 7: *Evolución de la resistencia a la compresión (muestra patrón)*



Fuente: Elaboración propia.

“En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor  $f'c = 194.33 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días y llegando a un valor  $f'c = 343.29 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, como se puede apreciar a continuación”:

Gráfico 8: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión  
(muestra patrón)



Fuente: Elaboración propia.

“Como se ha podido observar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , ha sido de  $f'c = 343.29 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, se ha logrado un valor 14.43% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsílíce”.

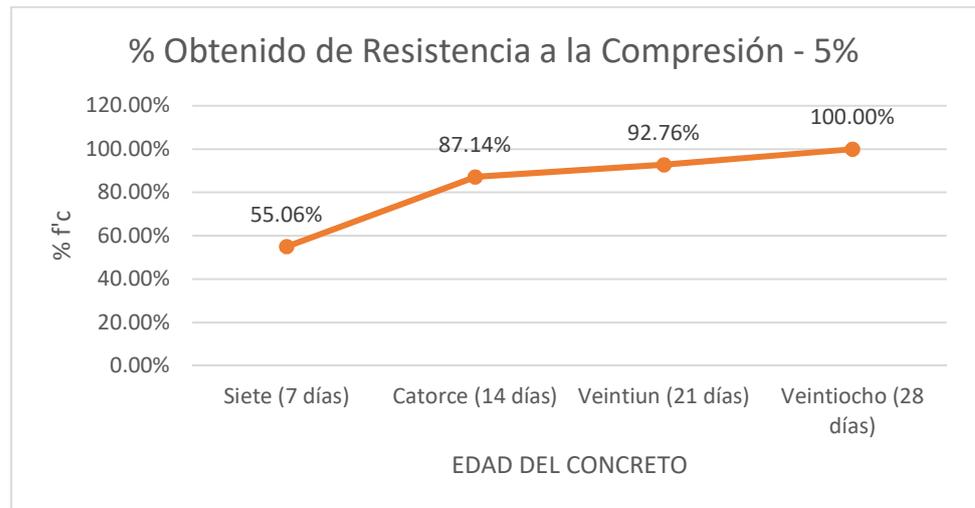
Tabla 16: Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 5%

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia a la compresión $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	5%	I	300	7	214.20	209.80
2			300	7	205.52	
3			300	7	209.67	
4			300	14	332.93	332.05
5			300	14	326.39	
6			300	14	336.83	
7			300	21	347.40	353.48
8			300	21	361.74	
9			300	21	351.30	
10			300	28	377.58	381.06
11			300	28	386.76	
12			300	28	378.84	

Fuente: Elaboración propia.

“Como podemos apreciar, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del 55.06%, a los 14 días un valor del 87.14% y a los 21 días un valor al 92.76% frente al valor obtenido a los 28 días (100%)”.

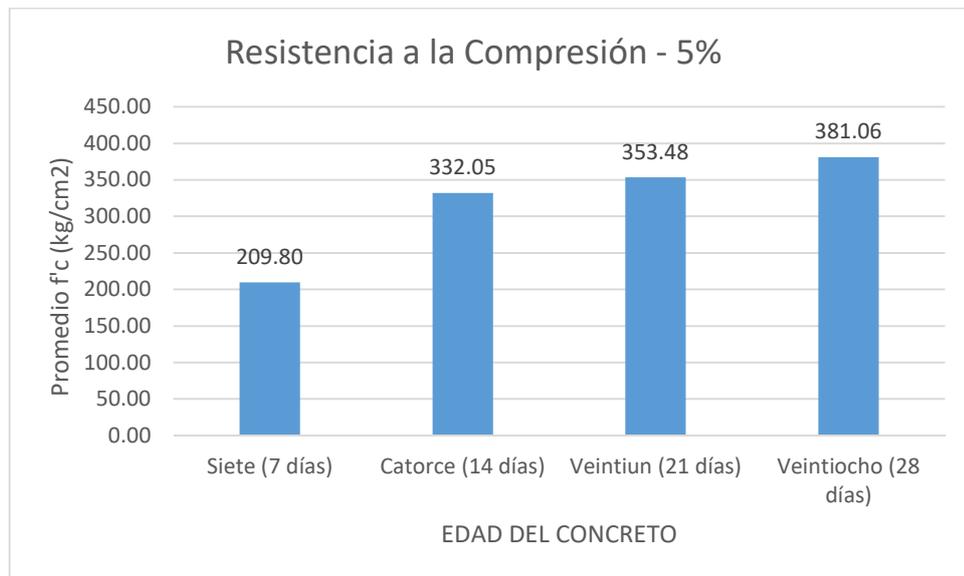
Gráfico 9: Evolución de la resistencia a la compresión (5%)



Fuente: Elaboración propia.

“En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor  $f'c = 209.80 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días y llegando a un valor  $f'c = 381.06 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, como se puede apreciar a continuación”:

Gráfico 10: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (5%)



Fuente: Elaboración propia.

“Como se ha podido observar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , ha sido de  $f'c = 381.06 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, se ha logrado un valor 27.02% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsílíce.

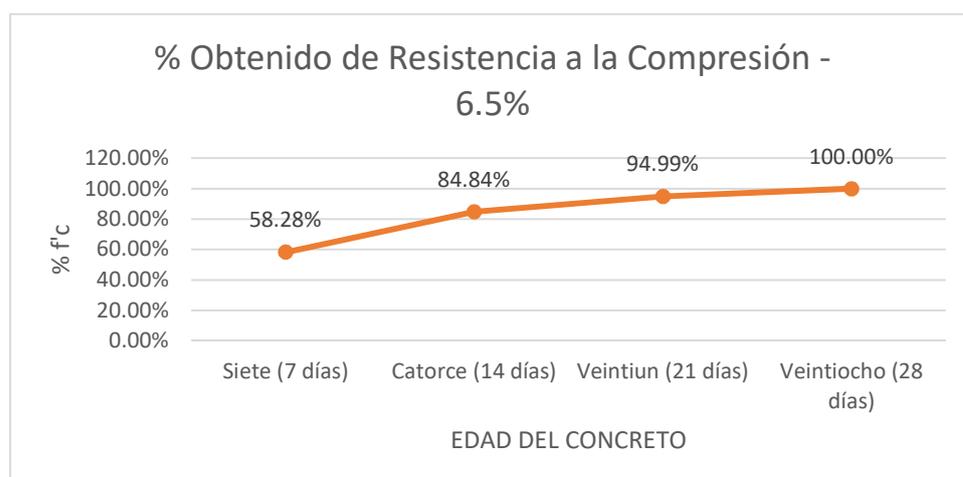
Tabla 17: Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 6.5%

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	6.5%	I	300	7	227.53	229.50
2			300	7	233.69	
3			300	7	227.28	
4			300	14	330.17	334.07
5			300	14	332.43	
6			300	14	339.60	
7			300	21	380.73	374.02
8			300	21	376.70	
9			300	21	364.63	
10			300	28	393.05	393.77
11			300	28	393.56	
12			300	28	394.69	

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos apreciar, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del 58.28%, a los 14 días un valor del 84.84% y a los 21 días un valor al 94.99% frente al valor obtenido a los 28 días (100%)”.

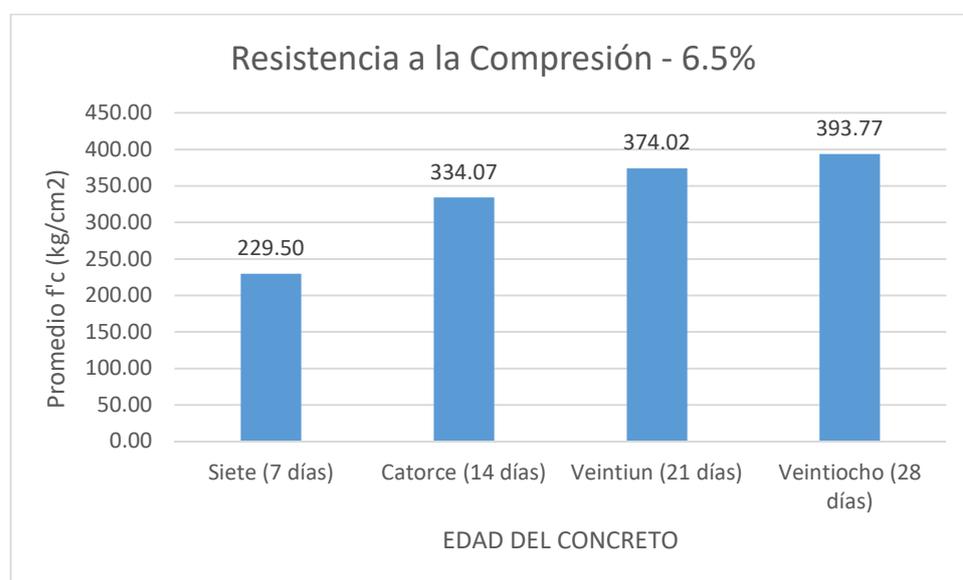
Gráfico 11: Evolución de la resistencia a la compresión (6.5%)



Fuente: Elaboración propia.

“En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor  $f'c = 229.50 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días y llegando a un valor  $f'c = 393.77 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, como se puede apreciar a continuación”:

Gráfico 12: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (6.5%)



Fuente: Elaboración propia.

“Como se ha podido observar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$ , ha sido de  $f'c= 393.77 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, se ha logrado un valor 31.26% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsílíce”

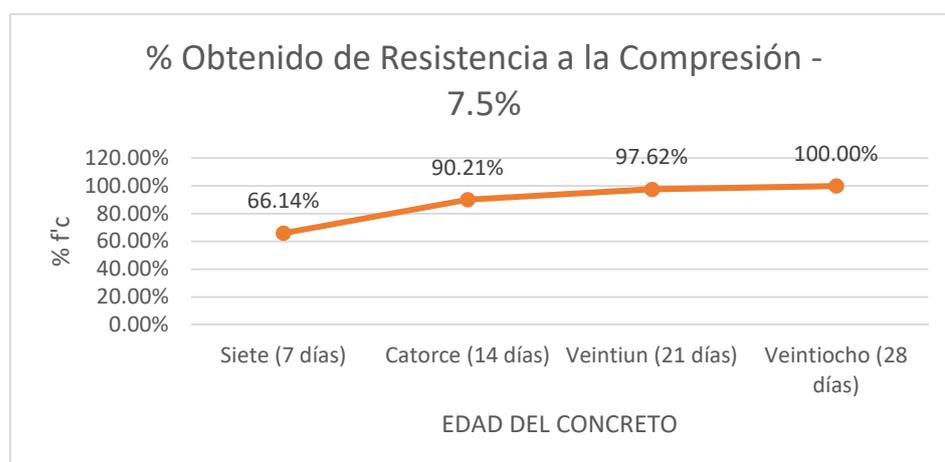
Tabla 18: Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 7.5%

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	7.5%	I	300	7	269.67	275.03
2			300	7	282.87	
3			300	7	272.56	
4			300	14	363.75	375.11
5			300	14	384.63	
6			300	14	376.95	
7			300	21	407.39	405.92
8			300	21	392.17	
9			300	21	418.21	
10			300	28	414.18	415.82
11			300	28	405.00	
12			300	28	428.27	

Fuente: Elaboración propia.

“Como podemos apreciar, los resultados de resistencia a la compresión van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 7 días un valor del 66.14%, a los 14 días un valor del 90.21% y a los 21 días un valor al 97.62% frente al valor obtenido a los 28 días (100%)”.

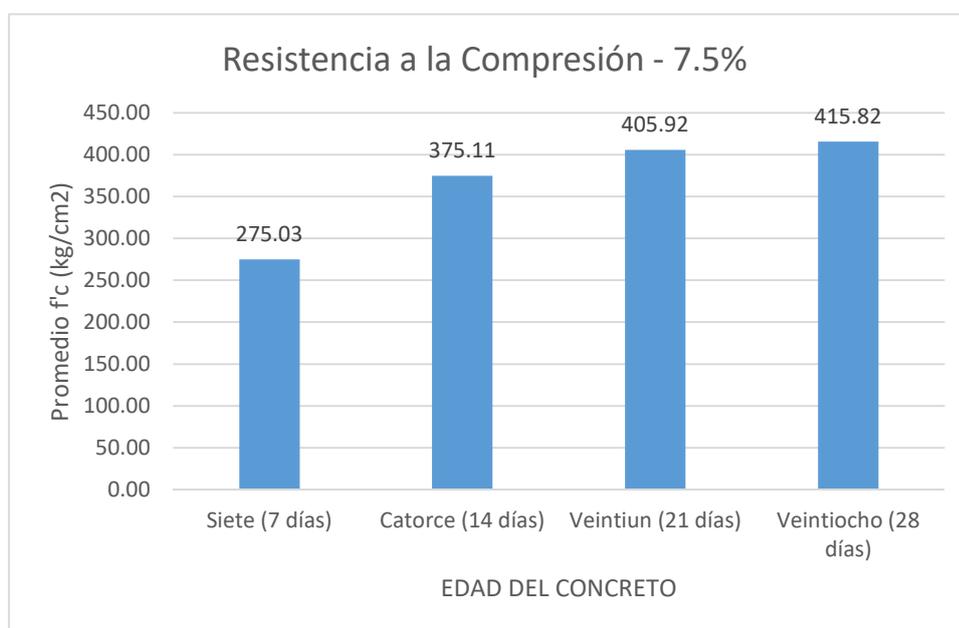
Gráfico 13: Evolución de la resistencia a la compresión (7.5%)



Fuente: Elaboración propia.

“En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de resistencia a la compresión, iniciando con un valor  $f'_c = 275.03 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días y llegando a un valor  $f'_c = 415.82 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, como se puede apreciar a continuación”:

Gráfico 14: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (7.5%)



Fuente: Elaboración propia.

“Como se ha podido observar en la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$ , ha sido de  $f'c= 415.82 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, se ha logrado un valor 38.61% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsílíce.

A continuación podemos apreciar el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 7 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de adición de microsílíce al concreto”:

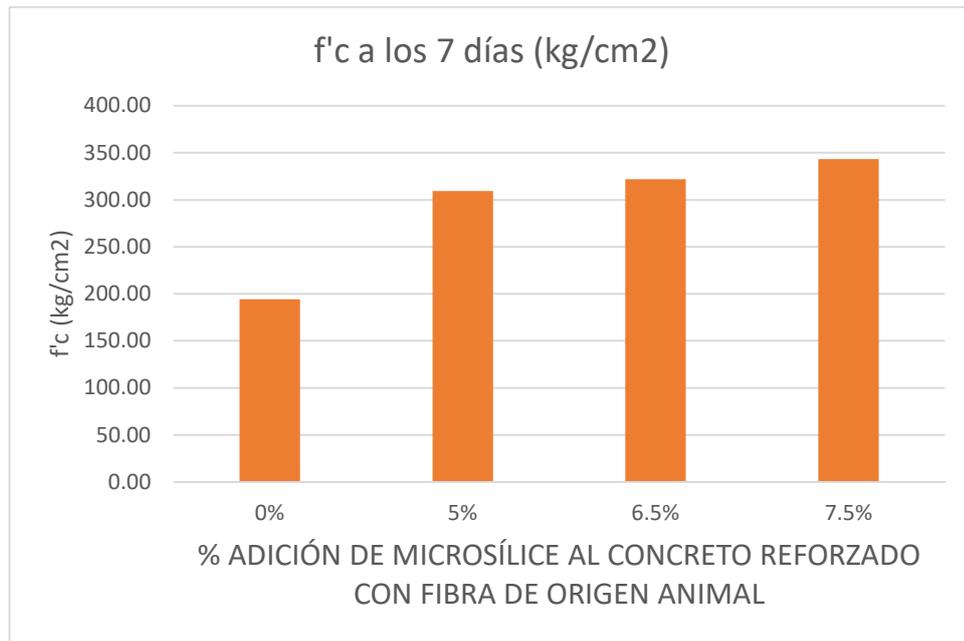
Tabla 19: *Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.*

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 7 días $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	194.33
5%	309.33
6.5%	321.74
7.5%	343.29

Fuente: Elaboración propia.

“Tal como hemos apreciado en la tabla anterior, el valor de la dosificación al 7.5% de adición de microsílíce, logra el mayor valor a los 7 días de edad del concreto”.

Gráfico 15: Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia.

“Podemos apreciar en la gráfica anterior, que la dosificación al 7.5% de adición de microsilice logra el mayor valor a los 7 días de edad del concreto, superando al valor alcanzado por la muestra patrón, al alcanzar un porcentaje de 176.65%, es decir 76.65% mayor al valor de la muestra patrón.

Asimismo, podemos apreciar el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 14 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de adición de microsilice en el concreto”:

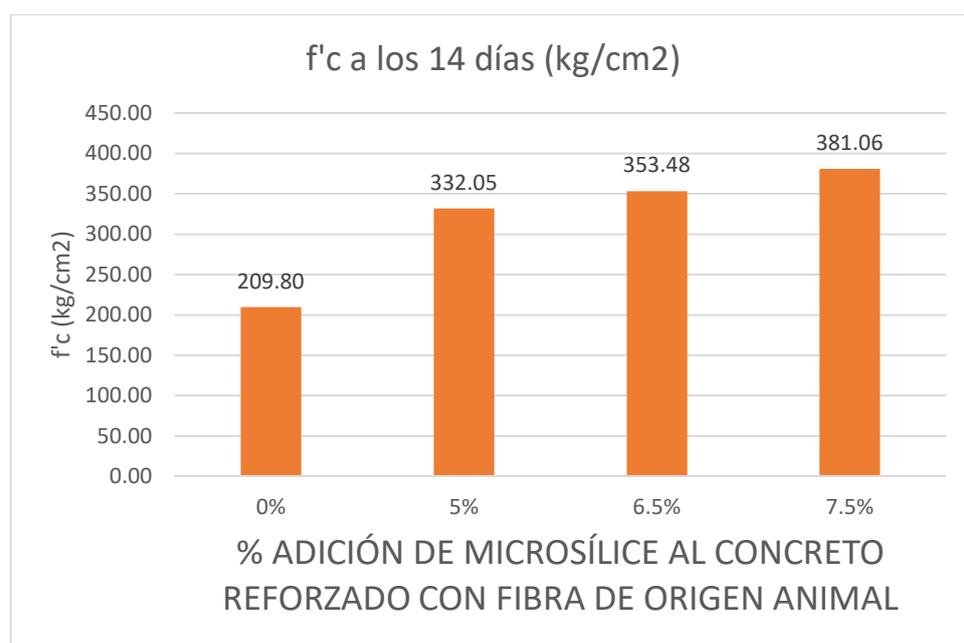
Tabla 20: *Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.*

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 14 días $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	209.80
5%	332.05
6.5%	353.48
7.5%	381.06

Fuente: Elaboración propia.

“Tal como hemos apreciado en la tabla anterior, el valor la dosificación al 7.5% de adición de microsílíce, logra el mayor valor a los 14 días de edad del concreto”.

Gráfico 16: *Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.*



Fuente: Elaboración propia.

“Podemos apreciar en la gráfica anterior, que la dosificación al 7.5% de adición de microsílíce logra el mayor valor a los 14 días de edad del concreto,

superando el valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 181.63%, superando en 81.63% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

Se aprecia a continuación, el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 21 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de adición de microsílíce artesanal en el concreto”:

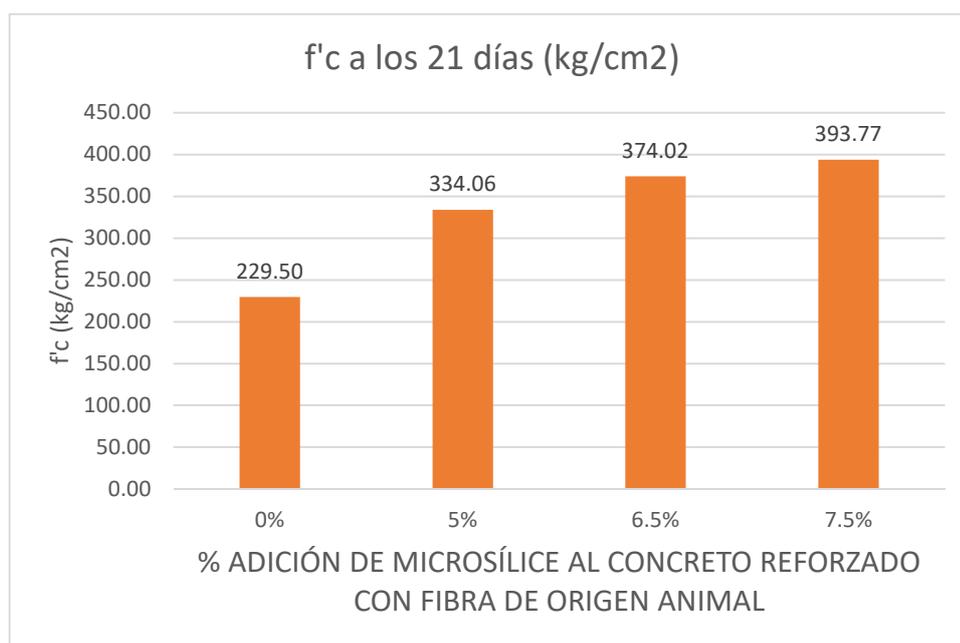
Tabla 21: *Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.*

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 21 días $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	229.50
5%	334.06
6.5%	374.02
7.5%	393.77

Fuente: Elaboración propia.

“Tal como hemos apreciado en la tabla anterior, el valor la dosificación al 7.5% de adición de microsílíce, logra el mayor valor a los 21 días de edad del concreto”.

Gráfico 17: Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.



Fuente: Elaboración propia.

“Podemos apreciar en la gráfica anterior, que la dosificación al 7.5% de adición de microsílíce logra el mayor valor a los 21 días de edad del concreto, superando el valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 171.58%, superando en 71.58% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

Por último, se aprecia a continuación, el resumen de resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de adición de microsílíce artesanal en el concreto”:

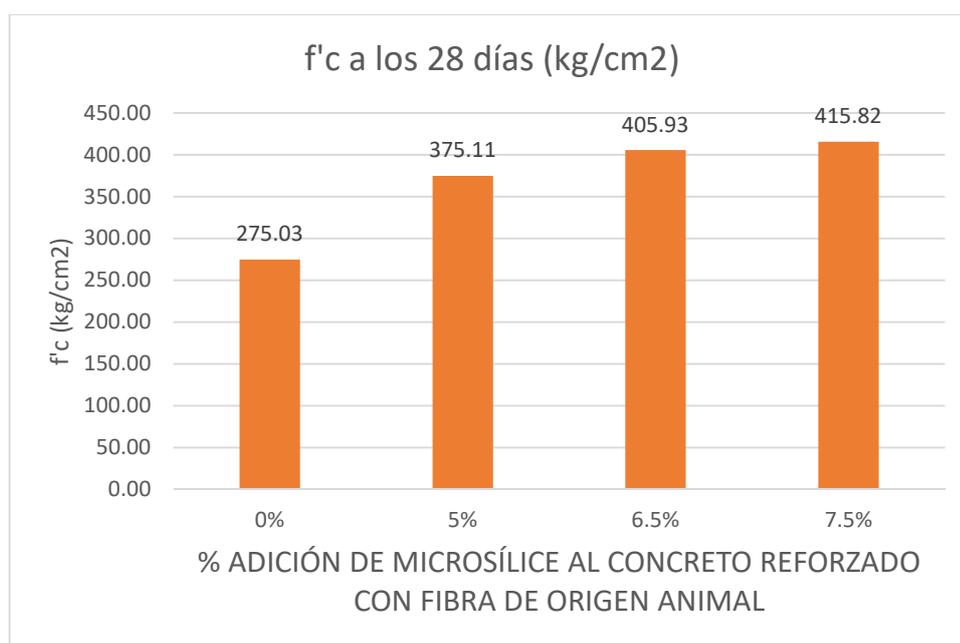
Tabla 22: *Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.*

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 28 días $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	275.03
5%	375.11
6.5%	405.93
7.5%	415.82

Fuente: Elaboración propia.

“Tal como hemos apreciado en la tabla anterior, el valor la dosificación al 7.5% de adición de microsílíce, logra el mayor valor a los 28 días de edad del concreto.”

Gráfico 18: *Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.*



Fuente: Elaboración propia.

“Podemos apreciar en la gráfica anterior, que la dosificación al 7.5% de adición logra el mayor valor a los 28 días de edad del concreto, superando el valor

obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 151.19%, superando en 51.19% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

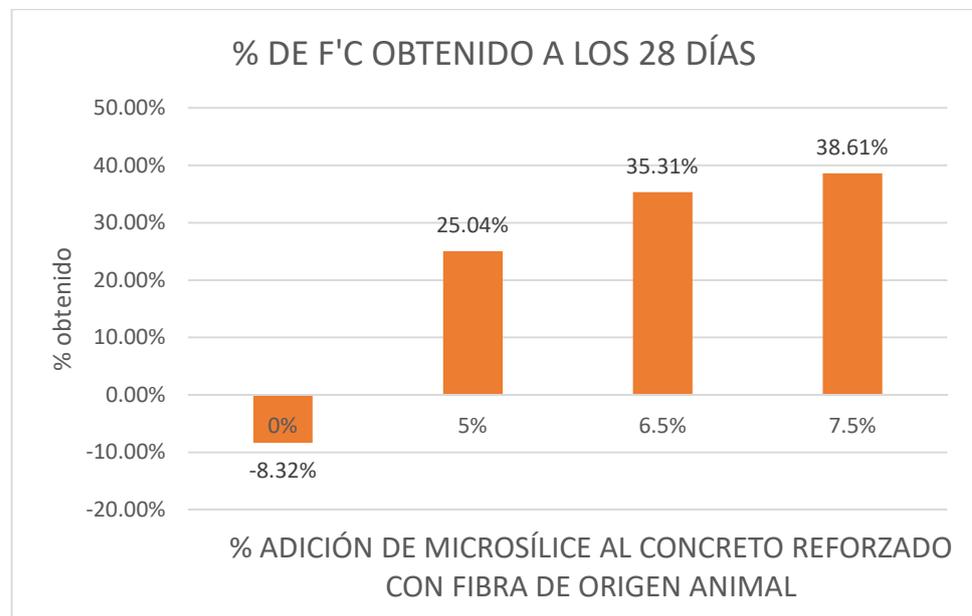
Frente al valor de la resistencia de diseño ( $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ ), la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días para cada una de las adiciones de microsílíce, se pueden apreciar a continuación”:

Tabla 23: Resistencia a la compresión frente al  $f'c$  de diseño.

Porcentaje de adición	% de Resistencia a la compresión a de diseño $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ obtenida
0%	-8.32%
5%	25.04%
7%	35.31%
8%	38.61%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 19: Resistencia a la compresión frente al  $f'c$  de diseño.



Fuente: Elaboración propia.

“Tal como se puede apreciar en la gráfica anterior, es el concreto con la adición de microsílíce al 7.5%, la dosificación que logra el mayor valor de resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto, superando el valor de la resistencia a la compresión de diseño ( $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ ) en 151.19%.

Por lo tanto, respecto a la adición de microsílíce en el concreto reforzado con fibra de origen natural (plumas de pollo), se ha podido comprobar que la resistencia lograda por la adición de microsílíce al 7.5% mejora la resistencia a la compresión de la muestra patrón, alcanzando un porcentaje 151.19%, es decir, supera en 51.19% a la resistencia alcanzada por la muestra patrón, así como todas las adiciones de microsílíce alcanzan mayores valores de resistencia a la compresión que la muestra patrón”.

#### **4.4. Resistencia a la flexotracción del concreto elaborado con microsílíce**

“La resistencia a la flexotracción es un parámetro muy importante para lograr comprobar la calidad del desempeño de un pavimento rígido, la podemos entender como la medida del esfuerzo que se produce en la línea de influencia de tensión que se desarrolla al someter una viga a la flexión, o en las placas de concreto hidráulico de los pavimentos rígidos al paso de las cargas vehiculares” (Cárdenas y Lozano, 2016, p.25).

“Tal como manifiesta Premezclados Lirr (2016): Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, se recomienda que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión ( $S_c$ ) o Módulo de Ruptura(MR) normalmente especificada

a los 28 días. El módulo de ruptura se mide mediante ensayos de vigas de concreto aplicándoles cargas en los tercios de su claro de apoyo. Esta prueba está normalizada por la ASTM C78”.

“En ese sentido, se ha realizado el método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, para edades de concreto de 14 y 28 días, obteniéndose los siguientes resultados:

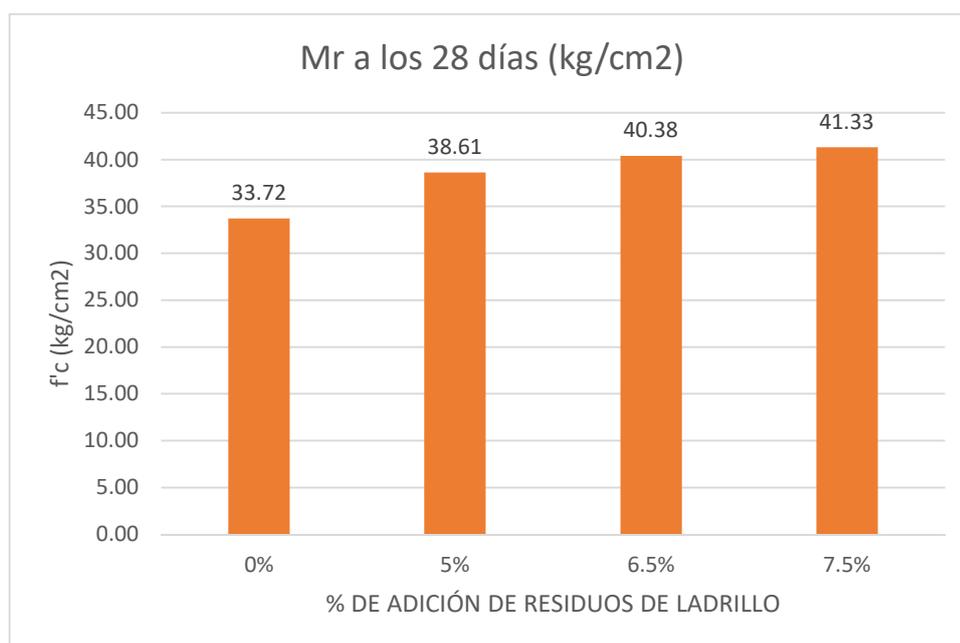
Tabla 24: *Resistencia a la flexotracción frente al  $f'c$  de diseño.*

Porcentaje de adición	Módulo de rotura a los 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	31.95	33.72
5%	34.54	38.61
6.5%	36.03	40.38
7.5%	38.34	41.33

Fuente: Elaboración propia.

Podemos apreciar en la tabla anterior, que es el concreto con la adición al 7.5% de microsílíce, alcanzando una resistencia a la flexotracción, expresado a través del módulo de rotura igual a 41.33 kg/cm<sup>2</sup>”.

Gráfico 20: Resistencia a la flexotracción a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia.

“Asimismo, se puede apreciar que el valor alcanzado por la adición al 7.5% de microsílíce (Mr = 41.33 kg/cm<sup>2</sup>), supera al valor del módulo de rotura alcanzado por la muestra patrón (Mr = 33.72 kg/cm<sup>2</sup>), alcanzando 122.58% frente a la muestra patrón.

Por otro lado, el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma CE.010: Pavimentos Urbanos, en la tabla 30, estipula que el valor mínimo del Módulo de Rotura para el concreto de pavimentos rígidos de vías urbanas, debe tener un valor de Mr = 34 kg/cm<sup>2</sup>, en ese sentido, la muestra patrón no cumple con este parámetro, en cuanto al concreto elaborado con las distintas dosificaciones, si cumple con el mínimo estipulado por la Norma, podemos apreciar los resultados a continuación”:

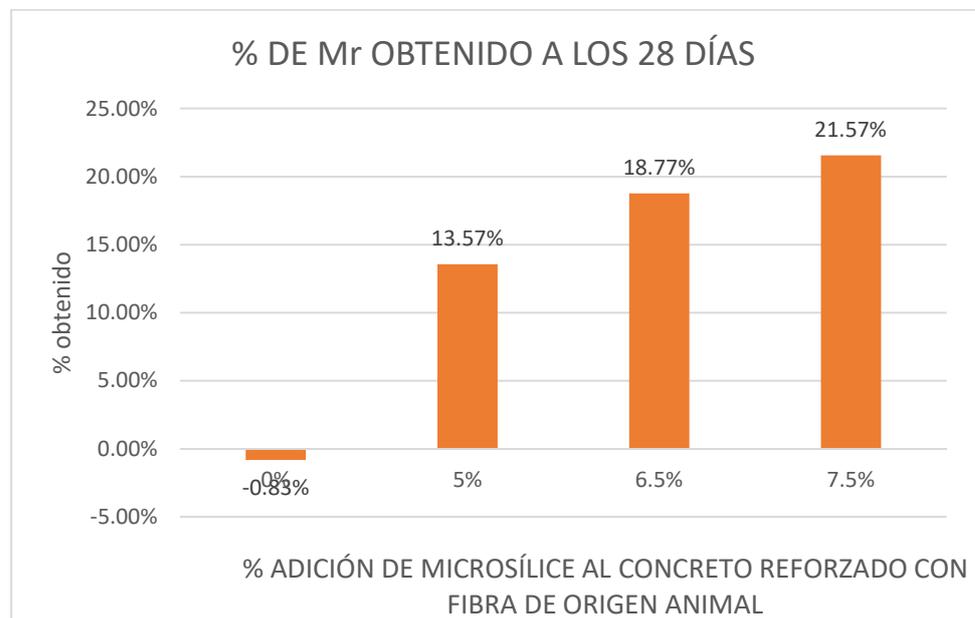
Tabla 25: *Cumplimento Mr de la Norma CE.010.*

Porcentaje de adición	% de Resistencia a la flexotracción a los 28 días Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	-0.83%
5%	13.57%
6.5%	18.77%
7.5%	21.57%

Fuente: Elaboración propia.

“Podemos apreciar que la muestra patrón tiene un módulo de rotura que no supera al mínimo de la Norma CE.010 ( $M_r = 34 \text{ kg/cm}^2$ ) logrando un 0.83% menor, así como el concreto con la dosificación que considera una adición de 7.5% del microsílíce, cuyo módulo de rotura supera al mínimo en 22.58%”.

Gráfico 21: *Cumplimento Mr de la Norma CE.010.*



Fuente: Elaboración propia.

“El resto de valores de módulo de rotura alcanzado por los otros porcentajes de adición de microsilíce, también superan el valor mínimo de módulo de rotura estipulado por la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos, el cual es de  $M_r = 34 \text{ kg/cm}^2$ .

Por lo tanto, respecto a la adición de microsilíce al concreto reforzado con fibras de origen animal, incrementa el valor de la resistencia a la flexotracción, lográndose con una dosificación del 7.5% de  $41.33 \text{ kg/cm}^2$ , siendo este valor, superior en 22.58%”.

#### **4.5. Módulo elástico del concreto elaborado con microsilíce**

“Tal como indica Pauw (1960), el módulo de elasticidad del concreto es una propiedad mecánica que refleja la habilidad que tiene el concreto para deformarse elásticamente, el cual puede ser obtenido aplicando cargas conocidas sobre un espécimen para evaluar la deformación del material”.

Asimismo, tal como indica el MTC (2014), “es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado, la predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a la compresión o flexotracción, a través de correlaciones establecidas”.

Debido a que en la ciudad de Huancayo no se cuenta con laboratorios que realicen el ensayo ASTM C-469, para la determinación del módulo elástico del concreto, se ha utilizado, tal como lo indica el AASHTO 1993, la correlación recomendada, la cual es la siguiente:

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}$$

Donde el  $f'c$  se debe considerar en PSI o  $\text{lb/pulg.}^2$ ,

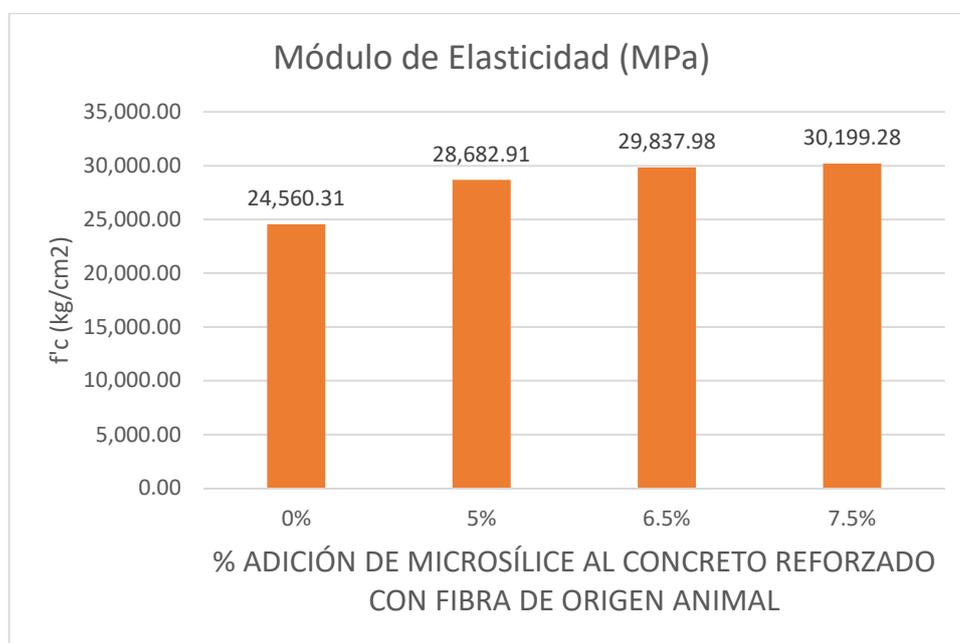
Tabla 26: *Módulo de elasticidad del concreto con adición de microsíllice*

Porcentaje de adición	Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidad (MPa)
0%	275.03	24,560.31
5%	375.11	28,682.91
6.5%	405.93	29,837.98
7.5%	415.82	30,199.28

Fuente: Elaboración propia.

“Podemos apreciar que la muestra patrón tiene un módulo de elasticidad del concreto de 24,560.31 MPa, habiéndose encontrado que la adición al 5% produce un módulo de elasticidad de 28,682.91 MPa, la adición de 6.5%, produce un módulo de elasticidad de 29,837.98 MPa y la adición del 7.5% logra un módulo de elasticidad de 30,199.28 MPa, lo cual se aprecia a continuación”:

Gráfico 22: *Comparativo de módulo de elasticidad*



Fuente: Elaboración propia.

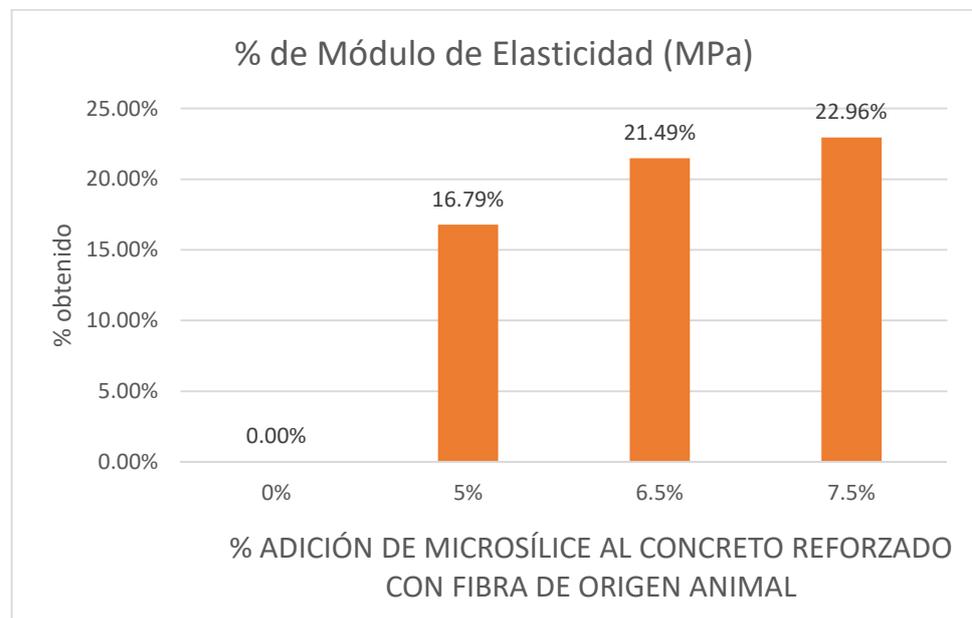
“En la gráfica se aprecia que el módulo de elasticidad producido por la adición al 7.5% es de 30,199.28 MPa, logrando un porcentaje de 122.96%, frente a la muestra patrón, es decir logra un valor mayor en 22.96%, tal como se aprecia a continuación”:

Tabla 27: *Comparativo del módulo de elasticidad del concreto*

Porcentaje de adición	Módulo de Elasticidad (MPa)
0%	0.00%
5%	16.79%
6.5%	21.49%
7.5%	22.96%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 23: *Comparativo de % de módulo de elasticidad*



Fuente: Elaboración propia.

“Por lo tanto, podemos indicar que al adicionar microsílíce y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto para todas la dosificaciones, llegándose al mayor valor al 7.5% de adición de microsílíce, el cual supera 22.96%, al concreto de la muestra patrón sin ninguna adición”.

#### 4.6. Contrastación de hipótesis

Se ha realizado la contrastación estadística de las hipótesis específicas a fin de determinar la decisión estadística frente a los resultados obtenidos:

##### Hipótesis Específica 01:

H1: El resultado de utilizar concreto con microsílíce y fibra natural de origen animal es el de incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

H0: El resultado de utilizar concreto con microsílíce y fibra natural de origen animal no incrementa la resistencia a la compresión del concreto.

Prueba de normalidad:

Adición microsílíce y fibra	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Compresión a los 28 días ADICION MICROSILICE Y FIBRA	,295	3	,	,919	3	,449

a. Compresión a los 28 días es constante cuando Adición microsílíce y fibra = MUESTRA PATRON. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

P valor = 0,449 >  $\alpha$  = 0,05 =====> La distribución es normal

## Prueba T Student

### Estadísticas de grupo

	Adición microsílíce y fibra	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Compresión a los 28 días	MUESTRA PATRON	1	275,0300	.	.
	ADICION MICROSILICE Y FIBRA	3	398,9533	21,23279	12,25876

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Compresión a los 28 días	Se asumen varianzas iguales	.	.	-5,054	2	,037	-123,92333	24,51752	-229,41369	-18,43298
	No se asumen varianzas iguales	.	.	.	.	.	-123,92333	.	.	.

$0,037 < 0,05 \implies$  Si la probabilidad obtenida P valor  $> \alpha$ , se acepta  $H_0$ , por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

### Hipótesis Específica 02:

$H_1$ : Al emplearse concreto con microsílíce y fibra natural de origen animal se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto.

$H_0$ : Al emplearse concreto con microsílíce y fibra natural de origen animal no se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto.

Prueba de normalidad:

### Pruebas de normalidad<sup>a</sup>

		Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
Adición microsílíce y fibra		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo de rotura a los 28 días	ADICION MICROSILICE Y FIBRA	,245	3	.	,971	3	,671

a. Módulo de rotura a los 28 días es constante cuando Adición microsílíce y fibra = MUESTRA PATRON. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

P valor =  $0,671 > \alpha = 0,05 \implies$  La distribución es normal

## Prueba T Student

Estadísticas de grupo					
	Adición microsíllice y fibra	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Módulo de rotura a los 28 días	MUESTRA PATRON	1	33,7200	.	.
	ADICION MICROSILICE Y FIBRA	3	40,1067	1,38045	,79700

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Módulo de rotura a los 28 días	Se asumen varianzas iguales	.	.	-4,007	2	,047	-6,38667	1,59400	-13,24511	,47177
	No se asumen varianzas iguales	.	.	.	.	.	-6,38667	.	.	.

$0,047 < 0,05 \implies$  Si la probabilidad obtenida P valor  $> \alpha$ , se acepta  $H_0$ , por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

### Hipótesis Específica 03:

$H_1$ : Al adicionar microsíllice y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto.

$H_0$ : Al adicionar microsíllice y fibra natural de origen animal no se logra elevar el módulo elástico del concreto.

Prueba de normalidad:

Pruebas de normalidad <sup>a</sup>							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
Adición microsíllice y fibra		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo de elasticidad	ADICION MICROSILICE Y FIBRA	,297	3	.	,916	3	,439

a. Módulo de elasticidad es constante cuando Adición microsíllice y fibra = MUESTRA PATRON. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

P valor =  $0,439 > \alpha = 0,05 \implies$  La distribución es normal

## Prueba T Student

### Estadísticas de grupo

Adición microsílce y fibra		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Módulo de elasticidad	MUESTRA PATRON	1	24560,3100	.	.
	ADICION MICROSILICE Y FIBRA	3	29573,3900	792,05454	457,29290

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Módulo de elasticidad	Se asumen varianzas iguales	.	.	-5,481	2	,032	-5013,08000	914,58580	-8948,22511	-1077,93489
	No se asumen varianzas iguales						-5013,08000			

$0,032 < 0,05 \implies$  Si la probabilidad obtenida P valor  $> \alpha$ , se acepta  $H_0$ , por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

## Capítulo V

### Discusión de resultados

**Hipótesis general: La adición de microsílíce y fibra natural de origen animal incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos.**

“De acuerdo a los ensayos de laboratorio realizados, en los cuales se ha analizado resistencia a la compresión con la adición de microsílíce en el concreto reforzado con fibra de origen natural (plumas de pollo), se ha podido comprobar que la resistencia lograda por la adición de microsílíce al 7.5% mejora la resistencia a la compresión de la muestra patrón, alcanzando un porcentaje 151.19%, es decir, supera en 51.19% a la resistencia alcanzada por la muestra patrón, así como todas las adiciones de microsílíce alcanzan mayores valores de resistencia a la compresión que la muestra patrón.

Asimismo, en relación a la resistencia a la flexotracción, expresada a través del módulo de rotura del concreto, la dosificación de concreto con un 7.5% de adición de microsílíce al concreto reforzado con fibra de origen animal (plumas de pollo) ha logrado mejorar la resistencia a la flexotracción del concreto, lográndose con una dosificación del 7.5% un valor de 41.33 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor superior en 22.58% a la muestra patrón,

asi como, supera el límite de 34.00 kg/cm<sup>2</sup> estipulado por la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos.

En cuanto al módulo de elasticidad, la muestra patrón tiene un módulo de elasticidad del concreto de 24,560.31 MPa, habiéndose encontrado que la adición al 5% produce un módulo de elasticidad de 28,682.91 MPa, la adición de 6.5%, produce un módulo de elasticidad de 29,837.98 MPa y la adición del 7.5% logra un módulo de elasticidad de 30,199.28 MPa.

Debido a estas razones, podemos determinar que la adición de microsilíce al concreto reforzado con fibra de origen animal (plumas de pollo) en un 7.5% incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos”.

**Hipótesis específica 01: El resultado de utilizar concreto con microsilíce y fibra natural de origen animal es el de incrementar la resistencia a la compresión del concreto.**

“Las diferentes dosificaciones de concreto con las adiciones de microsilíces han logrado diferentes resultados. Para la dosificación con el 5% de adición, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c = 300$  kg/cm<sup>2</sup>, ha sido de  $f'c = 381.06$  kg/cm<sup>2</sup>, es decir, se ha logrado un valor 27.02% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsilíce.

Para la dosificación con el 6.5% de adición, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c = 300$  kg/cm<sup>2</sup>, ha sido de  $f'c = 393.77$  kg/cm<sup>2</sup>, es decir, se ha logrado un valor 31.26% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsilíce.

Para la dosificación con el 7.5% de adición, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , ha sido de  $f'c = 415.82 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, se ha logrado un valor 38.61% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsílíce.

Asimismo, para la dosificación con el 20% de adición, se han obtenido valores de resistencia a la compresión iniciando con un valor  $f'c = 148.80 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días y llegando a un valor  $f'c = 213.40 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, el valor obtenido a los 28 días, para un diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , ha sido de  $f'c = 213.40 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, se ha logrado un valor 1.62% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón, sin la adición del microsílíce.

La dosificación al 7.5% de adición de microsílíce logra el mayor valor a los 7 días de edad del concreto, superando al valor alcanzado por la muestra patrón, al alcanzar un porcentaje de 176.65%, es decir 76.65% mayor al valor de la muestra patrón, así como la dosificación al 7.5% de adición de microsílíce logra el mayor valor a los 14 días de edad del concreto, superando el valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 181.63%, superando en 81.63% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón, asimismo, a los 21 días de edad del concreto, superando el valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 171.58%, superando en 71.58% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón y a los 28 días de edad del concreto, superando el valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 151.19%, superando en 51.19% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

Frente al valor de la resistencia de diseño ( $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ ), la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días, es el concreto con la adición de microsílíce al 7.5%,

la dosificación que logra el mayor valor de resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto, superando el valor de la resistencia a la compresión de diseño ( $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ ) en 38.61%.

Asimismo, la contrastación estadística indica que se obtiene un P-valor de 0.037 el cual es menor a 0.05, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna.

Por lo tanto, respecto al resultado de utilizar concreto con microsílice y fibra natural de origen animal, se ha encontrado que incrementa la resistencia a la compresión del concreto hasta en un 51.19% frente a la resistencia a la compresión de la muestra patrón para la adición del 7.55 de microsílice, por lo que estamos en condiciones de indicar que se verifica la hipótesis específica 1: El resultado de utilizar concreto con microsílice y fibra natural de origen animal es el de incrementar la resistencia a la compresión del concreto”.

**Hipótesis específica 02: Al emplearse concreto con microsílice y fibra natural de origen animal se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto.**

“Al respecto es el concreto con la adición al 5% de los microsílice la dosificación que logra el mayor valor de módulo de rotura ( $M_r = 38.61 \text{ kg/cm}^2$ ), al 6.5% de adición de microsílice se incrementa también el valor del módulo de rotura ( $M_r = 40.38 \text{ kg/cm}^2$ ). Asimismo, se puede apreciar que el valor alcanzado por la adición al 7.5% de los microsílice ( $M_r = 41.33 \text{ kg/cm}^2$ ), supera al valor del módulo de rotura alcanzado por la muestra patrón ( $M_r = 33.72 \text{ kg/cm}^2$ ), alcanzando un porcentaje de 122.58%, es decir, supera en 22.58% a la muestra patrón.

Por otro lado, el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma CE.010: Pavimentos Urbanos, en la tabla 30, estipula que el valor mínimo del Módulo de Rotura

para el concreto de pavimentos rígidos de vías urbanas, debe tener un valor de  $M_r = 34$  kg/cm<sup>2</sup>, en ese sentido, la muestra patrón tiene un módulo de rotura que no supera al mínimo de la Norma CE.010 ( $M_r = 34$  kg/cm<sup>2</sup>), sin embargo, el concreto con la adición de microsílíce ya sea al 5%, 6.5% o 7.5% superan este límite.

Asimismo, la contrastación estadística indica que se obtiene un P-valor de 0.047 el cual es menor a 0.05, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna.

Por lo tanto, se ha determinado que al emplearse concreto con microsílíce y fibra natural de origen animal se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto hasta un 22.58% para una adición de microsílíce de 7.5%, por lo que estamos en condiciones de indicar que se acepta la hipótesis específica 2: Al emplearse concreto con microsílíce y fibra natural de origen animal se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto”.

**Hipótesis específica 03: Al adicionar microsílíce y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto.**

“Al respecto, la muestra patrón tiene un módulo de elasticidad del concreto de 24,560.31 MPa, habiéndose encontrado que la adición al 5% produce un módulo de elasticidad de 28,682.91 MPa, la adición de 6.5%, produce un módulo de elasticidad de 29,837.98 MPa y la adición del 7.5% logra un módulo de elasticidad de 30,199.28 MPa, es decir que el módulo de elasticidad producido por la adición al 7.5% es de 30,199.28 MPa, logrando un porcentaje de 122.96%, frente a la muestra patrón, es decir logra un valor mayor en 22.96%.

Asimismo, la contrastación estadística indica que se obtiene un P-valor de 0.032 el cual es menor a 0.05, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna.

Por lo tanto, luego de la evaluación realizada podemos indicar que al adicionar microsílíce y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto para todas la dosificaciones, llegándose al mayor valor al 7.5% de adición de microsílíce, el cual supera en 22.96%, al concreto de la muestra patrón sin ninguna adición, por lo que estamos en condiciones de indicar que se verifica la hipótesis específica 3: Al adicionar microsílíce y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto”.

## Conclusiones

1. Se determina que, la adición de microsilíce y fibra natural de origen animal, incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos, como son la resistencia a la compresión, resistencia a la flexo-tracción y el módulo elástico del concreto siendo viable su utilización para el concreto hidráulico de los pavimentos rígidos en vías urbanas principales de alto tráfico, para la dosificación de concreto con adición de microsilíce en un 7.5%.
2. De acuerdo a los resultados de la investigación, se puede establecer que al utilizar concreto con microsilíce y fibra natural de origen animal incrementa la resistencia a la compresión del concreto hasta en un 51.19% frente a la resistencia a la compresión de la muestra patrón, para la adición del 7.55 de microsilíce.
3. Se determina que al emplearse concreto con microsilíce y fibra natural de origen animal se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto hasta un 22.58% para una adición de microsilíce de 7.5%.
4. Luego de la evaluación realizada se indica que al adicionar microsilíce y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto, llegándose a un mayor valor al 7.5% de adición de microsilíce, el cual supera en 22.96%, al concreto de la muestra patrón sin ninguna adición.

## Recomendaciones

1. Se recomienda la adición de microsilíce al 7.5% y fibra natural de origen animal (plumas de pollo) en 1.008 kg/m<sup>3</sup>, ya que incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos, para incrementar los valores de la resistencia a la compresión a los 28 días hasta un 51.19% y la resistencia a la flexo-tracción a los 28 días en un 22.58%.
2. También se recomienda para futuras investigaciones utilizar otras fibras de origen animal como plumas de otras aves, así como el pelaje de diversos animales, a fin de determinar si producen beneficios en el concreto.
3. Asimismo, para futuras investigaciones se recomienda adicionar otros aditivos, sobre todo con elementos naturales que produzcan los mismos efectos que los aditivos de fábrica, a fin de probarlos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.
4. Se recomienda, a nuestra casa universitaria, remitir la presente investigación al Colegio de Ingenieros de Junín, a fin de que los resultados encontrados sean socializados a los profesionales de la zona.

## Referencias bibliográficas

- Ávila H. (2006). *“Introducción a la Metodología de la Investigación”*, México, México: UDG.
- Castillón C. (2015). *“Modificación De Las Propiedades De Matrices Cementantes Mediante La Adición De Nanopartículas De Sílice”*, México, México: UANL.
- DNP (2017). *“Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito”*, Bogotá, Colombia: Dirección Nacional de Planeamiento-Mintransporte.
- Facultad de Ciencias y Tecnología - UMSS (2014). *“Manual Completo de Diseño de Pavimentos”*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Fernández D, y Ramos H. (2019). *“INFLUENCIA DE LA MICROSÍLICE SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS CON RELACIONES AGUA/CEMENTO 0.30; 0.35 Y 0.40, TRUJILLO, 2019”*, Trujillo, Perú: UPN.
- Fernández, M. (2016). *“Cómo iniciarse en la investigación académica”*, Lima, Perú: PUCP.
- García L. (2018). *“Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsilice y superplastificante en la ciudad de Huancayo”*, Huancayo, Perú: UNCP.
- Hernández, R; Fernández, R; Baptista, L. (2014). *“Metodología de la Investigación”* (6ta edición), México: Mc Graw Hill.
- Menéndez, J. (2016). *“Ingeniería de Pavimentos-Materiales”*. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Menéndez, J. (2016). *“Ingeniería de Pavimentos-VARIABLES DE DISEÑO”*. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

- Menéndez, J. (2016). *“Ingeniería de Pavimentos-Diseño de Pavimentos”*. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Montejo, A. (2006). *“Ingeniería de Pavimentos”*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- MTC (2008). *“Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito”*. Lima, Perú: ed., Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- MTC (2013). *“Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”* EG-2013. Lima, Perú: ed., Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- MTC (2014). *“Sección de Suelos y Pavimentos, R.D. N° 10-2014-MTC/14.” “Manual de Carreteras”, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles”*. Lima, Perú: ed., Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- MTC (2014). *“Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje”*. Lima, Perú: ed., Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- MVCS (2010). *“Norma Técnica CE.010: Pavimentos Urbanos”*, Lima, Perú: ed., Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Naghi M. (2005). *“Metodología de la investigación”* México, México: Ed. Limusa S.A.
- Oseña, D., Cori, S., Alvarado, H. y Zevallos, H. (2011) *Metodología de la Investigación*. (3° Ed.). Huancayo: Pirámide.
- Oseña, D., Gonzales, A., Ramírez, F. y Gave, J. L. (2011) *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Huancayo: Pirámide.
- Pérez M. (2008). *“Caracterización De Morteros Con Adición De Combinaciones De Microsílice Y Nanosílice”;*, Valdivia, Chile: UACH.

Sánchez, H y Reyes, C (2002). *“Metodología y diseños en la investigación científica”*.

Lima, Perú: Editorial Universitaria.

Sanes D. (2017). *“INFLUENCIA DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO Y*

*MICROSÍLICE EN LA RESISTENCIA DE CONCRETOS DE 4000 Y 3000 PSI”;*,”

Bolívar, Colombia: UTB.

Zúñiga M. y Condori Y. (2019). *“Influencia De Adiciones De Microsílice En La*

*Resistencia A La Compresión Del Concreto Producido Con Agregados De La*

*Cantera De Arunta De La Ciudad De Tacna”*, Tacna, Perú: UPT.

## **Anexos**

## **Anexo 01: Matriz de consistencia**

Título del Proyecto:

## ADICIÓN DE MICROSÍLICE Y FIBRA NATURAL DE ORIGEN ANIMAL EN EL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:			<p><b><u>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:</u></b> * GENERAL: Científico.</p>
¿Cuál es el resultado de la adición de microsilíce y fibra natural de origen animal en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos?	Determinar el resultado de la adición de microsilíce y fibra natural de origen animal en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos.	La adición de microsilíce y fibra natural de origen animal incrementa los valores de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos.	VARIABLE INDEPENDIENTE:	<b>MICROSÍLICE Y FIBRA NATURAL DE ORIGEN ANIMAL</b>	<p><b><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u></b> * Aplicado.</p> <p><b><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</u></b> * Explicativo.</p> <p><b><u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</u></b> * Cuasi-experimental.</p> <p><b><u>POBLACIÓN Y MUESTRA:</u></b> * POBLACIÓN: Av. Cantuta (Tramo: Av. Mariscal Castilla - Vía Malecón Río Mantaro), distrito de El Tambo - Huancayo.</p> <p>* MUESTRA: No probabilística o intencional tomándose la calzada de la vía donde se realizaron 62 ensayos.</p>
PROBLEMA ESPECÍFICOS:	OBJETIVO ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECIFICAS:			
¿Qué resultado se obtiene al adicionar microsilíce y fibra natural de origen animal en la resistencia a la compresión?	Establecer el resultado de adicionar microsilíce y fibra natural de origen animal en la resistencia a la compresión.	El resultado de utilizar concreto con microsilíce y fibra natural de origen animal es el de incrementar la resistencia a la compresión del concreto.	DIMENSIONES:	% de Adición del microsilíce al concreto con adición plumas de pollo de 1.008 kg/m <sup>3</sup> .	

<p>¿Cuál es el resultado que se obtiene de la adición de microsilíce y fibra natural de origen animal en la resistencia a la flexo-tracción?</p>	<p>Determinar el resultado de emplear concreto con microsilíce en la resistencia a la flexo-tracción del concreto.</p>	<p>Al emplearse concreto con microsilíce y fibra natural de origen animal se eleva la resistencia a la flexo-tracción del concreto.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p>	<p><b>CONCRETO HIDRÁULICO</b></p>	<p><b><u>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</u></b>  <b>TÉCNICAS:</b>  * Observación.  * Revisión bibliográfica.  * Ensayos.   <b>INSTRUMENTOS:</b>  * Ficha de observación</p>
<p>¿Qué resultado produce la adición de microsilíce y fibra natural de origen animal en el módulo elástico del concreto?</p>	<p>Evaluar el resultado de la adición de microsilíce y fibra natural de origen animal en el módulo elástico del concreto.</p>	<p>Al adicionar microsilíce y fibra natural de origen animal se logra elevar el módulo elástico del concreto.</p>	<p>DIMENSIONES:</p>		

## **Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
MICROSÍLICE Y FIBRA NATURAL DE ORIGEN ANIMAL	<p>La microsíllice es un aditivo que reacciona en un ambiente húmedo con el hidróxido de calcio resultado de la hidratación del cemento, esta reacción genera nuevos productos de silicato de calcio que proporcionan una mayor resistencia y durabilidad.</p> <p>Las fibras de origen animal son las que ha utilizado el ser humano desde tiempos prehistóricos: pelos de diversas especies, secreciones de otras, plumas y cueros.</p>	% de Adición del microsíllice al concreto con adición plumas de pollo de 1.008 kg/m <sup>3</sup> .	0%
			5%
			6.50%
			7.50%
CONCRETO HIDRÁULICO	<p>El concreto hidráulico es una combinación de cemento Pórtland, agregados pétreos, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente a ser utilizado en pavimentos rígidos.</p>	Resistencia a la compresión	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
		Resistencia a la flexo-tracción	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		Módulo elástico del concreto	E (Mpa)

## **Anexo 03: Ensayos del laboratorio**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(ReFa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°911-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Pazo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PUNTA GRUPO N° 211 - CHILCA  
 E-MAIL : LABGEO@GEOTESTV.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO) :  
 AV. FERDINAND KUNZ Y AV. LEONCIO PALLOU :  
 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C  
 TELÉFONO : 922225131 - 922231911 - 991378098 :  
 RUC : 20606520229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 50"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
 Peticionario : BACHINO KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : PAVIMENTO RIGIDO  
 Código de formato : DM-M-E-K-017 REV 01 FECHA 2021-02-11  
 Fecha de recepción : Jul-21  
 Cantera : PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : GRAVA DE 3/4" PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 400.012  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Sep-21

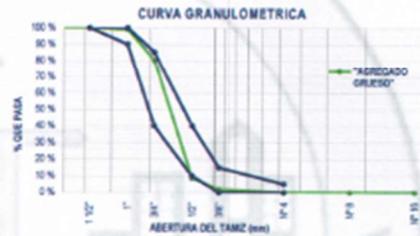
**PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS  
AGREGADO GRUESO**

**1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012**

Tamaño Máximo Nominal (TMN) : 3/4"  
 Módulo de Finura (M<sub>F</sub>) : 7.18

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	47.80	0.91	0.91	99.09
3/4"	19.00	1001.40	19.15	20.07	79.93
1/2"	12.70	3735.90	71.44	91.51	8.49
3/8"	9.50	351.10	6.71	98.22	1.79
N° 4	4.75	93.10	1.78	100.00	0.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
FONDO			0.00	100.00	0.00
TOTAL		5229.00	100.00		

Hizo Corresponder: HUBO SI



**2. PESO UNITARIO - NTP 400.017**

Peso Unitario Suelto: 1441.01 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Compacto: 1427.34 kg/m<sup>3</sup>

ITEM	M-1	M-2	M-3
Peso de recipiente	8048.00	8246.00	8348.00
Volumen de recipiente	3123.34	3123.34	3123.34
Muestra Suelta + recipiente	12861.00	12822.00	12874.00
Muestra Compactada + recipiente	13420.00	13420.00	13420.00
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1.44	1.43	1.45
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1.82	1.83	1.83

**4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.021**

Peso específico de masa: 2.62 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico SSS: 2.65 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico aparente: 2.70 g/cm<sup>3</sup>  
 Absorción: 1.08 %

ITEM	P-1	P-2	P-3
Peso de agregado estubo SSS (gr)	3072.5	3029.3	3007.6
Peso de agregado sumergido (gr)	1881.0	1892.0	1871.0
Peso de agregado seco (gr)	2980.5	2987.3	2977.7
Peso Específico de Masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.63	2.62	2.62
Peso Específico SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.65	2.65
Peso Específico Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.71	2.70	2.68
Absorción (%)	1.07	1.21	1.00

**3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 338.100**

Contenido de Humedad: 0.23 %

ITEM	M-1
Peso de recipiente	139.00
Peso de recipiente + Agreg. Humedo	1481.00
Peso de recipiente + Agreg. Seco	1438.00
Peso de agregado humedo	1322.00
Peso de agregado seco	1319.00
Contenido de humedad (%)	0.23

**PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO**

RESUMEN	
Tamaño Máximo Nominal	3/4" (19.00)
Módulo de Finura	7.18
Contenido de Humedad	0.23 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1441.01 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso unitario compactado (PUC)	1427.34 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso Específico de masa	2.62 (g/cm <sup>3</sup> )
Absorción	1.08 (%)

**OBSERVACIONES**

- \* Los datos proporcionados por el peticionario son las referidas en la parte superior de esta informe
- \* El presente documento no debe reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad
- \* Los resultados realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto
- \* Los ensayos fueron realizados siguiendo las Normas Técnicas Peruanas referenciadas anteriormente



**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. TARA JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247212  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N° 211 - CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PAPA AV.  
 PERMOBARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)  
 CÉLULAR : 922225151 - 972831911 - 991379093  
 E-MAIL : LABGTESTV20@GMAIL.COM  
 GEO TEST V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C  
 RUC : 20606629229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

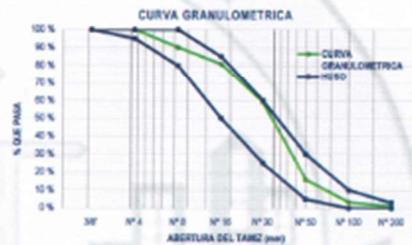
<b>Proyecto</b>	: TESIS "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO ASFALTO R7"	<b>Cantera</b>	: FLOCOMAYO
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-OED-TEST-V-2021	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Peticionario</b>	: BACHUNG KEVIN HAROLD CANARI CAPOVA	<b>Clase de material</b>	: GRAVA DE 3/4" PARA CONCRETO
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP 400.012
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTO RÍGIDO	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.O
<b>Código de formato</b>	: DM MF-EX-01 REV 01 FECHA 2021-02-11	<b>Fecha de emisión</b>	: 04-21
<b>Fecha de recepción</b>	: JJ-21		

**PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS  
AGREGADO FINO**

**1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012**

Módulo de Finura (MF) 2.51

TAMZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
12"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	9.530	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	179.50	9.97	9.97	90.03
N° 16	1.180	166.30	9.24	19.21	80.79
N° 30	0.600	362.40	21.66	41.87	58.53
N° 50	0.300	778.60	43.14	84.21	15.79
N° 100	0.150	225.30	12.52	96.73	3.27
N° 200	0.075	40.60	2.26	98.99	1.02
FONDO		18.30	1.02		
TOTAL		1899.80	100 %		



**2. PESO UNITARIO - NTP 400.017**

Peso Unitario Suelto: 1376.77 kg/m³  
 Peso Unitario Compactado: 1511.86 kg/m³

ITEM	M-1	M-2	M-3	
Peso de Molds	(g)	8348.00	8348.00	8348.00
Volumen de Molds	(cm³)	3125.56	3125.50	3125.50
Muestra Suelta + Molde	(g)	12810.00	12641.00	12947.00
Muestra Compactada + Molde	(g)	13079.00	13088.00	13095.00
Peso Unitario Suelto	(kg/m³)	1.35	1.37	1.38
Peso Unitario Compactado	(kg/m³)	1.51	1.52	1.51

**4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.822**

Peso específico de Masa: 2.52 g/cm³  
 Peso específico SSS: 2.56 g/cm³  
 Peso específico Aparente: 2.63 g/cm³  
 Absorción: 1.65 %

ITEM	P-1	P-1	
Peso de Tara	(g)		
Peso de Fide	(g)	152.00	152.00
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.00	500.00
Peso de Fide + Arena + Agua	(g)	957.50	956.50
Peso del agregado seco	(g)	488.00	486.80
Volumen de fide	(cm³)	506.00	500.00
Peso Especifico de Masa	(g/cm³)	2.51	2.54
Peso Especifico SSS	(g/cm³)	2.57	2.58
Peso Especifico Aparente	(g/cm³)	2.67	2.68
Absorción	(%)	2.46	2.85

**3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 338.185**

Contenido de Humedad: 2.88 %

ITEM	M-1	
Peso de Tara	(g)	136
Tara + Agregado Humedo	(g)	1387
Tara + Agregado Seco	(g)	1352
Peso de agregado humedo	(g)	1251
Peso de agregado seco	(g)	1216
Contenido de Humedad	(%)	2.88

**PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO**

RESUMEN	
Módulo de Finura	2.51
Contenido de Humedad	2.9 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1370.77 (kg/m³)
Peso unitario compactado (PUC)	1511.86 (kg/m³)
Peso Especifico de masa	2.52 (g/cm³)
Absorción	1.65 (%)

**OBSERVACIONES**

- \* Los datos proporcionados por el peticionario son las referidas en la parte superior de este informe
- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad
- \* Los resultados mostrados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto
- \* Los ensayos fueron realizados respetando las Normas Técnicas Peruanas referenciadas anteriormente



**GEO TEST V. SAC**  
 URB. LOS OLIVOS DE SANTIAGO, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
 ING. TARA JERRY FELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PSJ. ORAU N° 211 CHILCA E-MAIL : LABORATORIO@GEOTESTV.COM  
 (REF.) UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FACEBOOK : Geo Test V S.A.C  
 FERROVARRIA CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO RUC : 20606529229  
 DELULAM : 952525151 - 972831911-991375093



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021
<b>Código de formato</b>	: EA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
<b>Peticionario</b>	: BACHINO KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO JUNÍN
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTO RÍGIDO
<b>Fecha de recepción</b>	: 14/21
	<b>Cantera</b> : PLECOMAYO
	<b>N° de muestra</b> : M-01
	<b>Clase de material</b> : GRAVA PARA CONCRETO
	<b>Norma</b> : NTP 339.146/ASTM D 2419-14/MTC E-114
	<b>Ensayado por</b> : A.Y.G
	<b>Fecha de emisión</b> : Set-21
	<b>Hoja</b> : 01 de 01

**METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO  
NTP 339.146/ASTM D 2419-14/MTC E-114**

DETALLE	IDENTIFICACION		
	1	2	3
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4) (mm)	4.75	4.75	4.75
Hora de entrada a saturación	12:00	12:02	12:04
Hora de salida de saturación (mas 10')	12:10	12:12	12:14
Hora de entrada a decantación	12:12	12:14	12:16
Hora de salida de decantación (mas 20')	12:32	12:34	12:36
Altura máxima de material fino (pulg)	6.40	6.25	6.38
Altura máxima de la arena (pulg)	3.10	3.33	3.10
Equivalente de Arena (%)	48.44 %	53.28 %	48.59 %
Equivalente de Arena promedio	50.10 %		

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXPERIENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**GEO TEST V SAC**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX HENRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 267312 -1  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN: P.O. BOX N° 211 - CHILCA  
(REP. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
FERROCARRIL CRUCE DON AV. LEONARDO PRADO)  
CELULAR: 962626161 - 972831911-991375000  
E-MAIL: LABGEO@GTVS2@GMAIL.COM  
962626162@GMAIL.COM  
FACEBOOK: GEO TEST V. S. A. C.  
WHATSAPP: 96262629229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
Expediente N°: EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
Codigo de formato: QSSM-EX-01/ REV.01/FECHA: 2021-02-11  
Peticionario: BACH. ING. KEVIN HAROLD CÁMARI CARCHA  
Ubicación: HUANCAYO JUNIN  
Estructura: PAVIMENTO RÍGIDO  
Fecha de recepción: 22/21  
Cantora: PILCOMAYO  
N° de muestra: M-01  
Clase de material: AGREGADO PARA CONCRETO  
Norma: NTP 400.016/ASTM C88/MTC E-209  
Ensayado por: A.Y.G.  
Fecha de emisión: 01/21  
Hoja: 01 de 01

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO

NTP 400.016/ASTM C88/MTC E-209

DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño de mallas		Grupos	Graduación de la muestra original (%)	Peso de fracciones antes del ensayo (g)	Peso de fracciones después del ensayo (g)	% que pasa la malla designada después del ensayo	% de pérdidas corregidas
Pasa	Retiene						
2 1/2"	2"	2 1/2" a 1 1/2"	0.00 %				
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1 1/2" a 3/8"	20.07 %	1459.0 g	1301.5 g	10.80 %	2.17 %
1"	3/4"						
3/4"	1/2"						
1/2"	3/8"						
3/8"	N°4	3/4" a 3/8"	79.93 %	970.8 g	959.7 g	1.14 %	0.91 %
TOTALES			100.00 %	2429.8 g	2261.2 g		3.08 %

DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO

Tamaño de mallas		Graduación de la muestra original (%)	Peso de fracciones antes del ensayo (g)	Peso de fracciones después del ensayo (g)	% que pasa la malla designada después del ensayo	% de pérdidas corregidas	
Pasa	Retiene						
3/8"	N° 4	0.00 %					
N° 4	N° 8	9.97 %	100.00 g	95.10 g	4.90 %	0.49 %	
N° 8	N° 16	9.24 %	100.00 g	94.80 g	5.40 %	0.50 %	
N° 16	N° 30	21.86 %	100.00 g	91.80 g	8.20 %	1.79 %	
N° 30	N° 60	45.14 %	100.00 g	90.90 g	9.10 %	3.93 %	
N° 60	N° 100	12.52 %	100.00 g	90.60 g	9.40 %	1.18 %	
Menos que N°100		3.27 %					
TOTALES			100.00 %	500.00 g	463.00 g		7.86 %

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-96-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
CHILCA - JUNIN

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : P.A. BRAU N°211 CHILCA E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM  
 TREF. A UNA QUINUA FRENTE AL BARRIO PUZO AV. FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 FERRUCARRIL BRUCE DON AV LEONCIO PABLO : GEO TEST V S.A.C  
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20566529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	<b>Cantera</b>	: PILCOMAYO
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Código de formato</b>	: PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>Clase de material</b>	: GRAVA PARA CONCRETO
<b>Peticionario</b>	: BACH.ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	<b>Norma</b>	: NTP 400.040-ASTM D 4791-MTC E-223
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTO RÍGIDO	<b>Fecha de emisión</b>	: 06-21
<b>Fecha de recepción</b>	: 31-21	<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
NTP 400.040-ASTM D 4791-MTC E-223**

**PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**

Tamaño Agregado		Peso Retenido de la Muestra	Gradación Original	Peso de la Fracción de Ensayo	Masa Partículas Chatas	Partículas Chatas	Partículas Chatas corregidas
Pasa Tamiz	Retiene Tamiz						
3"	2 1/2"		0.00 %			-	-
2 1/2"	2"		0.00 %			-	-
2"	1 1/2"		0.00 %			-	-
1 1/2"	1"	47.80 g	0.93 %			-	-
1"	3/4"	1001.40 g	19.50 %	5004.00 g	5.30 g	0.11 %	0.02 %
3/4"	1/2"	3735.60 g	72.74 %	2001.00 g	26.80 g	1.34 %	0.97 %
1/2"	3/8"	351.10 g	6.84 %	687.00 g	16.40 g	2.39 %	0.16 %
<b>TOTAL</b>		<b>5135.90 g</b>	<b>100.00 %</b>	<b>7692.00 g</b>	<b>48.50 g</b>		<b>1.16 %</b>

Porcentaje de partículas Chatas

<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>	5135.9 g
<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS</b>	1.2 %

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERROVER SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : P.O. BOX N° 211, CHILCA  
 (DEJA UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO FERROVIARIO  
 CRUCE CON AV. LAS AMERAS DRADO)  
 CELULAR : 982521511 / 972821211 / 991376093  
 E-MAIL : LABR00103102@GMAIL.COM  
 GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C.  
 RUC : 20605929229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SILICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 93"
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST V 2021
<b>Código de formato</b>	: PMDC-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11
<b>Peticionario</b>	: BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO JUNÍN
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTO RIGIDO
<b>Fecha de recepción</b>	: 21-07-21
	<b>Cantera</b> : PILCOMAYO
	<b>N° de muestra</b> : M-01
	<b>Clase de material</b> : GRAVA PARA CONCRETO
	<b>Norma</b> : NTP 400.018/ASTM C 117/MTC E-202
	<b>Ensayado por</b> : A.Y.G
	<b>Fecha de emisión</b> : Set-21
	<b>Hoja</b> : 01 de 01

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO  
NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202**

**AGREGADO GRUESO**

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	3/4"
Masa seca de la muestra original	2001.00 g
Masa seca de la muestra después del lavado	1993.30 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	0.38 %

**AGREGADO FINO**

Muestra	M-01
Masa seca de la muestra original	1179.00 g
Masa seca de la muestra después del lavado	1160.00 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	1.61 %

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*(Firma manuscrita)*

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**ING. MAN. ANDREW JELFE SULLIVAN**  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



<b>DIRECCIÓN</b>	PELÚ GRAU N° 211 - CHILCA (REF. A UNA CUARDA FRENTE AL PARQUE FUZO AV. FERROCARRIL DRUCK DON AV. LEONARDO PRADO)	<b>E-MAIL</b>	LABORATORIO@GEO-TEST.V.SAC GEO-TEST.V.SAC@GMAIL.COM
<b>CELULAR</b>	992525151 - 972631911-991375092	<b>FACEBOOK</b>	GEO TEST V. S.A.C
		<b>RUC</b>	20606229229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 63"	<b>Cantera</b>	: PLD06MAYO
<b>Expediente N°</b>	: DIP-21-GEO-TEST-V-301	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Código de formato</b>	: SSA-EX-01 REV. 01/FECHA: 2021-02-11	<b>Clase de material</b>	: GRAVA PARA CONCRETO
<b>Peticionario</b>	: BRADING KEVIN HAROLD DANAR CAPCHA	<b>Norma</b>	: NTP 309.152
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNÍN	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTO RÍGIDO	<b>Fecha de emisión</b>	: 30-21
<b>Fecha de recepción</b>	: JUN-21	<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS  
NTP 339.152**

**AGREGADO GRUESO**

ENSAYO N°	1
Relación de mezcla de suelo-agua destilada	1 a 3
Masa del recipiente (g)	181
Masa del recipiente + residuos de sales (g)	181.1
Masa del residuo de sales (g)	0.100
Volumen de solución tomada (ml)	50
Total de sales solubles, en ppm (mg/kg)	6000
Total de sales solubles, en %	0.60 %

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-96-INDECOPI-CRT/ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificadas del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*[Firma manuscrita]*  
**ING. YOCK SERRI VELIZ SULCARAY**  
CIP: 187262312  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : P.O. BOX 10000 - QUITA  
 (CALLE UNA GUARDA FRENTE AL PARQUE PUZZO AV.)  
 FERRERAS DE LUZURZAGUIA CON AV. LEONARDO PRADO  
 TELÉFONO : 99520101 - 99520102 - 99107000  
 E-MAIL : LABORATORIO@GEO-TEST.COM  
 GEO-TEST.V@GMAIL.COM  
 GEO-TEST.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO-TEST V. SAC  
 INSTA : 2066620320

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO ASFALTO 93"  
 Expediente N° : EXP-24-GEOTEST-V-2021  
 Peticionario : BACH. JING KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 FECHA : Julio 2021

CONCRETO:  $F_c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup>

CARACTERÍST.	PESO ESPECÍFICO N/RO	MOXALO DE PIEDRA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	PESO SECO N/RO	PESO SECO COMPACTADO N/RO	TAMAÑO MÁXIMO
CEMENTO	3100	--	--	--	1500		
AREG. FINO	2520	2.51	2.88	1.65	1371	1511.86	1/4"
AREG. GRUESO	2620	7.18	0.23	1.09	1441	1627.34	1"

**VALORES DE DISEÑO**

1)  $F_c$  Kg/cm<sup>2</sup> : 300  
 2) ASENTAMIENTO : 3" a 4"  
 3) TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL : 0  
 4) CON AIRE INCORPORADO : S  
 5) VOL. DE AGREG. GRUESO : 0.649  
 % DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO : Z Fluidizante

6) RELACION DE A/C : 0.445  
 7) AGUA : 205 Lt.

Z Fluidizante : 1.44  
 Densidad : 1.180

FACTOR CEMENTO : 401 Kg/m<sup>3</sup>  
 CANTIDAD DE AGREG. GRUESO : 1056 Kg/m<sup>3</sup>  
 CANTIDAD DE AGREG. FINO : 563 Kg/m<sup>3</sup>

VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO : 0.148 m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA : 0.205 m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE : 0.020 m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO : 0.493 m<sup>3</sup>  
 SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. : 0.777 m<sup>3</sup>

PASTA : 0.3736 m<sup>3</sup>  
 MORTERO : 0.5969 m<sup>3</sup>

SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO : 0.777 m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO : 0.223 m<sup>3</sup>  
 TOTAL : 1.000

**CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO**

CEMENTO : 461 Kg/m<sup>3</sup>  
 AGUA : 205 Lt/m<sup>3</sup>  
 AGREGADO FINO : 563 Kg/m<sup>3</sup>  
 AGREGADO GRUESO : 1056 Kg/m<sup>3</sup>

**COEFICIENTE DE APOORTE POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**  
 CEMENTO : 10.8 dolares  
 AGUA : 207.2 Lt  
 AGREGADO FINO : 0.41 m<sup>3</sup>  
 AGREGADO GRUESO : 0.73 m<sup>3</sup>

**CORRECCION POR HUMEDAD**  
 FINO HUM. : 579 Kg/m<sup>3</sup>  
 GRUESO HUM. : 1056 Kg/m<sup>3</sup>

**CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS**  
 AGREGADO FINO : 1.23 %  
 AGREGADO GRUESO : -0.06 %  
 ADITIVO : 0.00 %  
 VOLUMEN DE AGUA : -2.16 Lt  
 AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM. : 207 Lt/m<sup>3</sup>

**CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD**

CEMENTO : 461 Kg/m<sup>3</sup>  
 RANGO DE AGUA : 207 Lt/m<sup>3</sup>  
 AGREG. FINO HUMEDO : 579 Kg/m<sup>3</sup>  
 AGREG. GRUESO HUMEDO : 1056 Kg/m<sup>3</sup>  
 ADITIVO : 15 m<sup>3</sup>/kg

**VOLUMEN APARENTE EN PIE<sup>3</sup>**  
 CEMENTO : 10.8  
 RANGO DE AGUA : 19.11  
 AGREG. FINO HUMEDO : 14.49  
 AGREG. GRUESO HUMEDO : 25.3  
 ADITIVO : 0.3

**PROPORCION EN PESO**  
 Cemento : 1  
 Agua : 0.450  
 Arena : 1.3  
 Grava : 2.3  
 Aditivo : 0.034

**PROPORCION EN VOLUMEN PIE<sup>3</sup>**  
 Cemento : 1  
 Agua : 19 Lt  
 Arena : 1.3  
 Grava : 2.4  
 Aditivo : 0.031

VOLUMEN DE ADICION DE PLUMA DE POLLO (1.008 Kg/m<sup>3</sup>)

**PORCENTAJE DE ADICION DE MICROSILICE**

	0.00%	0.05%	0.50%	7.50%
CEMENTO	42.500	42.160	41.724	41.223 kg/boi
AGUA	19.112	18.959	18.763	18.530 Lt/boi
AGREGADO FINO	53.406	52.979	52.430	51.801 kg/boi
AGREGADO GRUESO	97.660	96.879	95.876	94.725 kg/boi
PLUMA DE POLLO	0.115	0.114	0.113	0.111 kg/boi
MICROSILICE	0.000	2.125	2.737	3.129 kg/boi
ADITIVO	1.441	1.429	1.414	1.397 Lt/boi

  
**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



<b>DIRECCIÓN</b>	PAU. GRAU N° 211 BILLOCA REF. A UNA QUADRA FRENTE AL PARQUE PRADO AV. PERMIRIARI, DISTR. DE SAN LEONARDO PRADO	<b>E-MAIL</b>	LABORTESTV@GMAIL.COM GEOTESTV@GMAIL.COM
<b>CELULAR</b>	942426181 - 972831911-991295092	<b>FACEBOOK</b>	GEO TEST V. S. A. C
		<b>RUC</b>	2000029229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO ASANITO 62"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	<b>Cartera</b>	: PRLCOMAYO
<b>Código de formato</b>	: AA-EK-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Peticionario</b>	: BACHUNO, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	<b>Clase de material</b>	: Grava 3/4" para Concreto
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO, JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP 400.019-MTC E 207-ASTM C131
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTO RÍGIDO	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: Jul-21	<b>Fecha de emisión</b>	: Set-21
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS  
NTP 400.019-MTC E 207-ASTM C131**

TAMIZ		GRABACIÓN			
Pasado	Retenido	A	B	C	D
2.12"	2"				
2"	1.187"				
1.187"	1"	1250.00 g			
1"	3/4"	1250.00 g			
3/4"	1/2"	1250.00 g			
1/2"	3/8"	1250.00 g			
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
<b>N° de extracción</b>		12			
<b>Utilización</b>		A			
<b>Peso inicial (g)</b>		500.0			
<b>Número de repeticiones</b>		500			
<b>Peso Mat. Ret. en la N° 12 (g)</b>		470			
<b>Peso Mat. pasa Meda N° 12 (g)</b>		30			
<b>Porcentaje Desgaste</b>		17.98 %			

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- Resolución N°020-98-INDECOP-CRT ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
CIP N° 247312

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : P.O. BOX N° 211 - CHILCA  
 (MET. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)  
 CELULAR : 95555151 - 978831911-991375093  
 E-MAIL : LABORATORIO@GEO-TEST.COM  
 GEO-TEST.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO-TEST V.S.A.C.  
 RUC : 20600529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : TESIS: UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 93  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : PFA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO, JUNÍN  
 Estructura : PAVIMENTO RIGIDO  
 Fecha de recepción : Jul-21  
 Cantera : PICO MAYU  
 N° de muestra : M - 01  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : ASTM D 5821-MTC E-210  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL  
AGREGADO GRUESO  
ASTM D 5821-MTC E-210**

**PARTICULA DE UNA SOLA CARA FRACTURADA**

Tamaño Agregado		Gradación Original	Peso de la Fracción de Ensayo	Masa del material con 1 cara fracturada	% de caras fracturadas	Promedio de caras fracturadas
Pasa Tamiz	Retiene Tamiz					
3"	2 1/2"	0.00 %	0.00 g	0.00 g	-	-
2 1/2"	2"	0.00 %	0.00 g	0.00 g	-	-
2"	1 1/2"	0.00 %	0.00 g	0.00 g	-	-
1 1/2"	1"	0.91 %	0.00 g	0.00 g	-	-
1"	3/4"	19.13 %	1500.00 g	11.00 g	0.77 %	14.81 %
3/4"	1/2"	71.44 %	1200.00 g	11.00 g	0.92 %	65.49 %
1/2"	3/8"	6.71 %	300.00 g	3.60 g	1.00 %	6.71 %
TOTAL		98.21 %	3000.00 g	25.60 g	2.69 %	87.01 %

Porcentaje de partículas Chetas

**PARTICULA MÁS DE UNA CARA FRACTURADA**

Tamaño Agregado		Gradación Original	Peso de la Fracción de Ensayo	Masa del material más de una cara fracturada	% de caras fracturadas	Promedio de caras fracturadas
Pasa Tamiz	Retiene Tamiz					
3"	2 1/2"	0.00 %	0.00 g	0.00 g	-	-
2 1/2"	2"	0.00 %	0.00 g	0.00 g	-	-
2"	1 1/2"	0.00 %	0.00 g	0.00 g	-	-
1 1/2"	1"	0.91 %	0.00 g	0.00 g	-	-
1"	3/4"	19.13 %	1500.00 g	1245.60 g	83.04 %	1590.22 %
3/4"	1/2"	71.44 %	1200.00 g	1091.00 g	90.92 %	6495.09 %
1/2"	3/8"	6.71 %	300.00 g	285.40 g	95.13 %	638.34 %
TOTAL		98.21 %	3000.00 g	2622.00 g	269.09 %	8723.65 %

Porcentaje de partículas Agregados

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	3000.0 g
PARTICULAS FRACTURADAS	89.7 %

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*(Firma)*  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jf.GRAU N°211-CHILCA

(Ref: una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotesty02@gmail.com](mailto:labgeotesty02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PSE: BRAN N° 211 -DHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM  
 (REF: A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRUCARRIL, CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO) GEOTESTV@GMAIL.COM  
 CELULAR : 95222151 - 972231911-991375093 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C  
 RUC : 2000529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 99"	Cantera	: PII, COMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: CACF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON + PLUMA DE POLLO Y SUPERPLASTIFICANTE
Peticionario	: BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152
Ubicación	: HUANCAYO - JUNÍN	Ensayado por	: A. Y. G.
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: 26-21
Fecha de recepción	: Jul-21	Hoja	: 01 de 01

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152**

Muestra	M-01	M-02
Volumen O.W	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>
Masa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	1.50%	1.80%
Promedio de contenido de aire %	1.65%	

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
**ING. MAX HERPP VELTZ SULCARAY**  
 C.P. N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : P.O. BOX N° 211 - CHILCA  
 C-MAIL : LAB@GEOTESTV.SAC@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROVIA R.L. GRUPO CON AV. LEONCIO PRADO)  
 GEO TEST V. SAC@GMAIL.COM  
 CELULAR : 98552151 - 972221911-991375093  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.  
 RUC : 20606529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 99"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: AC-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON + PLUMA DE FOLLO Y SUPERPLASTIFICANTE
Peticionario	: BACH.ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 339.035-2015
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: Set-21
Fecha de recepción	: Jul-21	Hoja	: 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND**

NTP 339.035-2015

N° de ensayos	M-01	M-02	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4 1/2	4 1/2	4 1/2
Asentamiento	114.3 mm	114.3 mm	114.3 mm

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
**ING. PAN JERRY VELIZ SULCARAY**  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Pdv. GRAU N° 211 CHILCA E-MAIL : LABS@GEOTESTV.COM  
 TEL. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZZO AV. DECEBERLUX@GMAIL.COM  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONOR PRADO FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 CELULAR : 98222151 - 972221911-991375092 RUC : 20606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021 Cantera : PILCOMAYO  
 Código de formato : EC-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-01  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA Clase de material : MEZCLA PATRON + PLUMA DE POLLO Y SUPERPLASTIFICANTE  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : JUN-21 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077/ASTM C232**

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.0	0.0	0.00
03	10 min	30 min	0.0	0.0	0.00
04	10 min	40 min	0.0	0.0	0.00
05	10 min	50 min	0.1	0.1	0.01
06	30 min	80 min	0.2	0.3	0.01
07	30 min	110 min	0.2	0.5	0.01
08	30 min	140 min	0.1	0.6	0.00
09	30 min	170 min	0.0	0.6	0.00



Dotificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag. Fino	9.49 kg
Ag. Grueso	18.83 kg
Agua	3.72 Lts


**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
**ING. MAX PEREZ VELZ SUCARAY**  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PAV. ORAZU N° 211 - CHILCA  
 REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PRIZO AV.  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO  
 TELULAR : 92222151 - 92221911 - 991375093  
 E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM  
 GEOTESTV@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20000529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 91"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EC-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 Fecha de recepción : JUN-21  
 Cantera : PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : MEZCLA PATRÓN + PLUMA DE POLLO Y SUPERPLASTIFICANTE  
 Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Ensayado por : J.A.Y.G  
 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

**a. Exudación por unidad de áreas**

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Molde N°	A
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5210
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.42
Masa del molde + la muestra (kg)	12.569
Masa de la muestra (kg)	12.149
Diámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )	373.25
Volumen de agua exudada por unidad de superficie-V (ml/cm <sup>2</sup> )	0.002

**Exudación = 0.00 ml/cm<sup>2</sup>**

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación (\%) = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$Vol. \text{ Agua en molde} = \left( \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times Vol. \text{ de agua en la tanda}$$

Vol. Total exudado = 00.60 ml  
 Vol. Agua en molde = 1.19 Lts = 1192.82 ml

**Exudación = 0.050%**

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.8.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*Kevin Harold Cañari Capcha*  
 ING. KEVIN HAROLD VELIZ SULCARAY  
 CIP: 1627312  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : PAV. GRAU N° 211 - OMBUCA  
REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEO AV.  
TERMINAL CRUCE CON AV. LEONIDAS PANGU  
E-MAIL : LABTESTV@GMAIL.COM  
64076313@GMAIL.COM  
FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C.  
CELULAR : 952525151 - 9726319119 - 375093  
RUC : 2080492929

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 98"  
Expediente N° : EXP-01-GEO-TEST-V-2021  
Codigo de formato : TFCF-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11  
Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS  
Fecha de recepción : Abr-21

Cartera : PLACOMAYO  
N° de muestra : M-01  
Clase de material : MEZCLA PATRON + FUMSA DE POLVO Y SUPERPLASTIFICANTE  
Norma : NTP 339.062-ASTM C 403  
Ensayado por : A.Y.G.  
Fecha de emisión : Jul-21  
Hoja : 01 de 01

HOJA: 01 DE 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
NTP 339.062-ASTM C 403**

Especimen : Móde 01  
Hora de montaje : 10:27 a.m.  
Hoja : 01 de 01

T° Ambiente al inicio del ensayo : 13°C  
T° Ambiente al final del ensayo : 12°C  
Temperatura del concreto : 21.7°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pu)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
15:27	3:27	207	1 1/8	1.00	15.0	15	1.05
16:07	4:07	247	4/5	0.50	20.0	40	2.81
16:37	4:37	277	4/7	0.25	24.0	96	6.75



M= 0.0044      N= 0.0264  
Y= Resistencia a la penetración  
Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
Inkial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	340.37 min	=	5.67 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	419.14 min	=	6.99 horas



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : P.O. BOX N° 211 CHILCA E-MAIL : LABORATORIOGEO@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE FUER AV. FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C.  
 FERROVIAL CRUCE CON AV. LEONID PRADO W/C : 20606239229  
 CELULAR : 982625151 - 972021911 - 991376093

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO ASFALTO 99"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: TFCF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON + PLUMA DE FOLLO Y SUPERPLASTIFICANTE
Peticionario	: BACHING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 509.062-ASTM C 403
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: Jun-21
Fecha de recepción	: Abn-21	Hoja	: 01 de 03

HOJA: 02 DE 03

Especimen:	: Muelle oz	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 13°C
Hora de mezcla:	: 10:27 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 12°C
Hoja	: 01 de 01	Temperatura del concreto	: 21.7°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
15:27	3:27	207	1.58	1.90	13.0	13	0.91
16:07	4:07	247	4.8	0.50	18.0	36	2.53
16:37	4:37	277	4.7	0.25	22.0	88	6.19



M= 0.2476      N= 0.015  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	330.38 min	=	5.51 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	469.00 min	=	7.82 horas

**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



<b>DIRECCIÓN</b>	PAV. BRAS N° 211 - CHILCA	<b>E-MAIL</b>	LABORTESTV@GMAIL.COM
	REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZZO AV. FERREARRE BRUCE CON AV. LEONARDO PRADO	<b>FACEBOOK</b>	GEO TEST V. S.A.C
<b>CELULAR</b>	982525151 - 972021911-991370093	<b>WVC</b>	100044630209

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	<b>Cartera</b>	: PILCOMAYO
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Código de formato</b>	: TFCF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>Clase de material</b>	: MEZCLA PATRON + FUMBA DE POLVO Y SUPERPLASTICANTE
<b>Peticionario</b>	: BACHING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	<b>Norma</b>	: NTP 309.002-ASTM C 403
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	<b>Fecha de emisión</b>	: Jun-21
<b>Fecha de recepción</b>	: Ab-21	<b>Hoja</b>	: 01 de 03

HOJA: 03 DE 03

<b>Especimen:</b>	: Promedio	<b>T° Ambiente al inicio del ensayo</b>	: 13°C
<b>Hora de mezclado:</b>	: 10:27 a.m	<b>T° Ambiente al final del ensayo</b>	: 12°C
<b>Hoja</b>	: 01 de 01	<b>Temperatura del concreto</b>	: 21.7°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los dos especimenes:

**Molde 1**

Fragua inicial (500 PSI)	=	340.37 min	=	5.67 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	419.14 min	=	6.99 horas

**Molde 2**

Fragua inicial (500 PSI)	=	330.38 min	=	5.51 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	469.00 min	=	7.82 horas

**Promedio**

Fragua inicial (500 PSI)	=	335.37 min	=	5.59 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	444.07 min	=	7.40 horas

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6 -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MÁX. JERRY VELÍZ SULCARAY**  
 CIP N° 247317  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : PSJ. ORAU N° 211 - CHILCA  
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
FERROCARRIL CRUCE DON AV. LEONCIO PRADO)  
CELULAR : 952225151 - 972231211-991375093

E-MAIL : LABGEOESTV@GMAIL.COM  
GEOESTV@GMAIL.COM  
FACEBOOK : Geo TEST V S.A.C  
RUC : 2060629229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: TMC-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON + PLUMA DE POLLO Y SUPERPLASTIFICANTE
Peticionario	: BACHING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 339.184-2013
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: 02-21
Fecha de recepción	: Jul-21	Hoja	: 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO  
NTP 339.184-2013**

N° de ensayos	M-01	M-02
Hora de mezclado	10:27 a. m.	11:04 a. m.
T° de ambiente	13 °C	10 °C
T° del concreto	21.7 °C	24.0 °C
T° del concreto promedio	22.9 °C	
Humedad relativa en %	22.16 %	30.42 %
Humedad relativa en % promedio	26.29 %	

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


**GEO TEST V S.A.C**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotesty02@gmail.com](mailto:labgeotesty02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Mezcla patrón (Pluma  
De Pollo + Super  
Plastificante) + 5.00 %  
Micro Silice

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PUNTA GRUPO N° 211 - CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROVIARIA)  
 (CALLE CON AV. LEONDO PRADO)  
 CELULAR : 922225151 - 922221911-991275093  
 E-MAIL : LABR02@GEOTESTV.COM  
 GEOTESTV@GMAIL.COM  
 : Geo Test V. S.A.C  
 FACEBOOK : Geo Test V. S.A.C  
 RUC : 20000529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

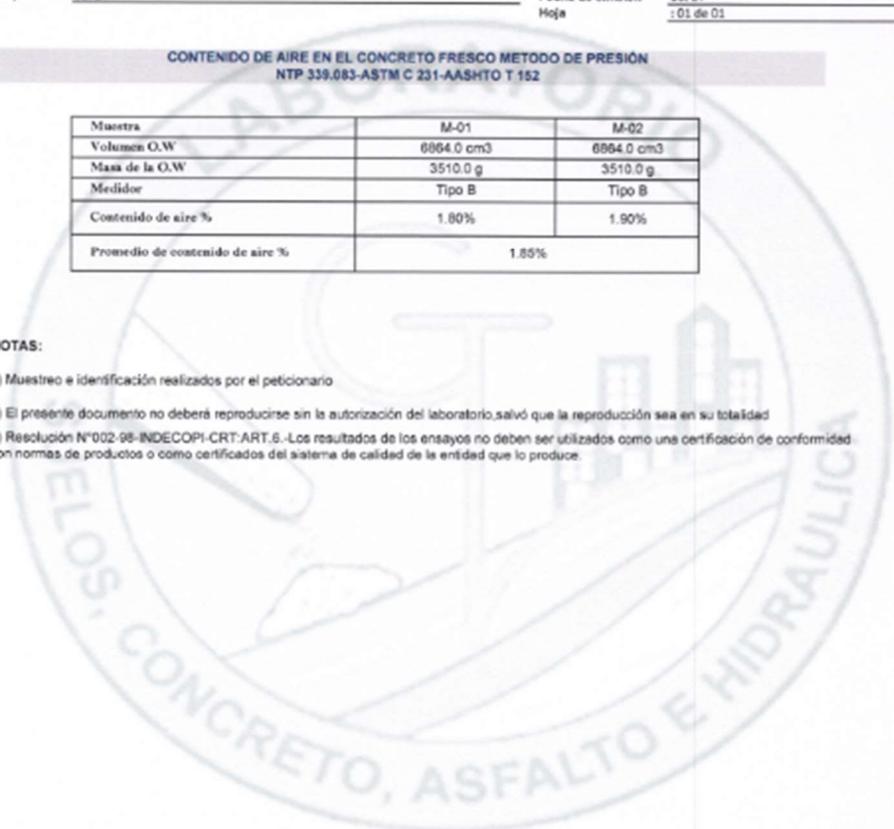
Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	Centera	: PUCOMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: CACF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON (FLUMA DE FOLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00 % MICRO SÍLICE
Peticionario	: BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152
Ubicación	: HUANCAYO-LUNIN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: 26-21
Fecha de recepción	: 31-21	Hoja	: 01 de 01

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152**

Muestra	M-01	M-02
Volumen O.W	6864.0 cm3	6864.0 cm3
Masa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	1.80%	1.90%
Promedio de contenido de aire %	1.85%	

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.




**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
**ING. PINA JERKY VELIZ SULCARAY**  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE APOYO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADA EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCION : P.O. BOX N° 211 - CHILCA  
 E-MAIL : LABGERTESTV@GMAIL.COM  
 TEL: A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROVARIIL  
 GEO TEST V S.A.C  
 BRUCE CON AV. LEONIDO PRADO  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 CELULAR : 952228191 - 97883191 - 991375093  
 RUC : 20606629229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: AC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00 % MICRO SÍLICE
Peticionario	: BACHLING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 339.035-2015
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: Set-21
Fecha de recepción	: Jul-21	Hoja	: 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND  
NTP 339.035-2015**

N° de ensayos	M-01	M-02	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4	4	4
Asentamiento	101.6 mm	101.6 mm	101.6 mm

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*[Firma]*  
**ING. PIAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



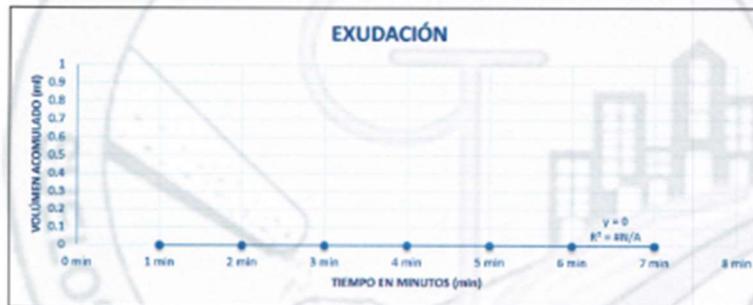
DIRECCIÓN : PSEJ. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEO@GEO TEST V. SAC.GMAIL.COM  
 REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. BERBET.V@GMAIL.COM  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO RUADO FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C  
 CELULAR : 922225151 - 922221911-991375093 RUC : 20000529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO ASHITO 83"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021 Centera : PILCOMAYO  
 Código de formato : EC-EX-01/ REV 01/FEO-14 2021-02-11 N° de muestra : M-01  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00% MICRO SÍLICE  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS Ensayado por : J.V.G  
 Fecha de recepción : Jul-21 Fecha de omisión : Set-21  
 Hoja : 103 de 03

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077/ASTM C232**

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.0	0.0	0.00
03	10 min	30 min	0.0	0.0	0.00
04	10 min	40 min	0.0	0.0	0.00
05	30 min	70 min	0.0	0.0	0.00
06	30 min	100 min	0.0	0.0	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag. Fino	9.49 kg
Ag. Grueso	18.83 kg
Agua	3.72 Lts



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*[Firma]*  
 ING. MAX JERRY VELIZ SUJCARAY  
 CIP N° 247512  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PSA. GRAU N° 211-CHILDA E-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE RUIZ AV. GEO TEST V. SAC@GMAIL.COM  
 FERROVARIIL CRUCE CON AV. LEONDO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C  
 CELULAR : 952525151 - 972821911-991375092 RUC : 2000524929



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SILICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00 % MICRO SILICE
Peticionario	: BACHING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 339 077/ASTM C232
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: 08-21
Fecha de recepción	: Jul-21	Hoja	: 01 de 01

**a. Exudación por unidad de áreas**

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ al\ concreto}$$

Molde N°	A
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5210
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.42
Masa del molde + la muestra (kg)	12.64
Masa de la muestra (kg)	12.22
Diámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )	373.25
Volumen de agua exudada por unidad de superficie-V (ml/cm <sup>2</sup> )	0.000

**Exudación = 0.00 ml/cm<sup>2</sup>**

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación\ (\%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ la\ mezcla\ en\ el\ molde} \right) \times 100$$

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ el\ molde}{Peso\ total\ en\ la\ tanda} \right) \times Vol.\ de\ agua\ en\ la\ tanda$$

Vol. Total exudado = 00.00 ml  
 Vol. Agua en molde = 1.20 Lts = 1199.79 ml

**Exudación = 0.000%**

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART 8.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*[Firma]*  
**ING. MAX. JERRY VELIZ SULLCARAY**  
 CIP N° 247512  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PISO: 08A02 N° 211 - CHILCA  
 E-MAIL : LABORATORIO@GEOVIAL.COM  
 REP. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERRUCARRE CRUCE CON AV. LINDERO PRADO  
 GEO TEST V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 982625151 - 972001911 - 991375093  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20406429299



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : TFCF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACHING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 Fecha de recepción : Jul-21

Cantera : PILCOMAYO  
 N° de muestra : 1M-01  
 Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00% MICRO SÍLICE  
 Norma : NTP 339.082-ASTM C 403  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

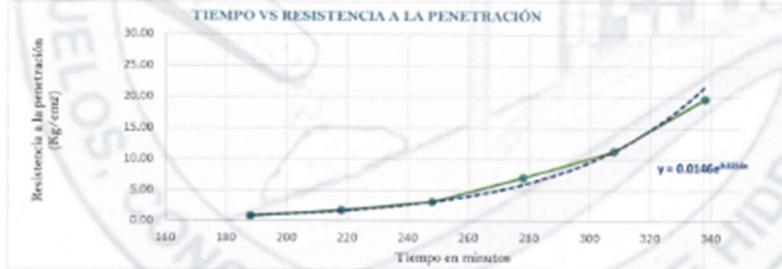
HOJA: 01 DE 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
NTP 339.082-ASTM C 403**

Especimen : Molde 01  
 Hora de mezclado : 10:08 a.m  
 Hoja : 01 de 01

T° Ambiente al inicio del ensayo : 18.5°C  
 T° Ambiente al final del ensayo : 18°C  
 Temperatura del concreto : 20.1°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
15:08	3:08	188	1 1/8	1.00	11.0	11	0.77
15:38	3:38	218	4/5	0.50	12.0	24	1.69
16:08	4:08	248	4/7	0.25	11.0	44	3.09
16:38	4:38	278	1/3	0.10	10.0	100	7.03
17:08	5:08	308	1/4	0.05	8.0	160	11.25
17:38	5:38	338	1/6	0.03	7.0	280	19.69



M= 0.0227      N= 0.0222  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	330.96 min	=	5.51 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	424.53 min	=	7.08 horas



GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN	: P.O. BOX N° 211 - CHILCA	E-MAIL	: LABGEOTESTV2@GMAIL.COM
	: (REY. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE FUERZ AV. FERNANDINI CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO)	FACEBOOK	: GEO TEST V. S. A. C.
CELULAR	: 982421761 - 97202191 - 991375093	RUC	: 2060629229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	Cantera	: PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: TFCP-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00 % MICRO SÍLICE
Peticionario	: BACH.ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 359.062-ASTM C 403
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Ensayado por	: A.V.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: 06-21
Fecha de recepción	: Jul-21	Hoja	: 01 de 03

HOJA: 02 DE 03

Specimen:	: Molde 02	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 18.5°C
Hora de mezclado:	: 10:08 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 16°C
Hoja	: 01 de 01	Temperatura del concreto	: 20.1°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pu)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
15:08	3:08	188	1.18	1.00	10.0	10	0.70
15:38	3:38	218	4.15	0.50	13.0	26	1.83
16:08	4:08	248	4.7	0.25	10.0	40	2.81
16:38	4:38	278	1.3	0.10	10.0	100	7.03
17:08	5:08	308	1.4	0.05	8.0	160	11.25
17:38	5:38	338	1.6	0.03	7.0	280	19.69



Fragua inicial (500 PSI)	=	323.31 min	=	5.39 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	409.95 min	=	6.83 horas

  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCA**  
 CIP N° 247372  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN	: PRZ. GRAD N°211 QUILCA	E-MAIL	: LABGEOTESTV@GMAIL.COM
	: REP. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONDO PRADO	FACEBOOK	: GEO TEST V S.A.C
CELULAR	: 95226151 - 972621911-991375093	RUC	: 20606629229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"		
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	Cantera	: PILCOMAYO
Código de formato	: TFCF-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-03
Peticionario	: BACH JNG. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Clase de material	: MEZCLA PATRÓN (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00 % MICRO SÍLICE
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.082-ASTM C 403
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Ensayado por	: J.A.Y.G
Fecha de recepción	: Jul-21	Fecha de emisión	: Set-21
		Hoja	: 01 de 03

HOJA: 03 DE 03

Especimen	: Promedio	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 18.5°C
Hora de mezclado	: 10.08 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 16°C
Hoja	: 01 de 01	Temperatura del concreto	: 20.1°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los dos especimenes:

**Molde 1**

Fragua inicial (500 PSI)	=	330.86 min	=	5.51 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	424.53 min	=	7.08 horas

**Molde 2**

Fragua inicial (500 PSI)	=	323.31 min	=	5.39 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	409.95 min	=	6.83 horas

**Promedio**

Fragua inicial (500 PSI)	=	327.08 min	=	5.45 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	417.24 min	=	6.95 horas

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-08-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	<b>Cantera</b>	: PILCOMAYO
<b>Código de formato</b>	: TMC-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Peticionario</b>	: BACH.ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	<b>Clase de material</b>	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.00 % MICRO SÍLICE
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNÍN	<b>Norma</b>	: NTP 339.184-2013
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: Jul-21	<b>Fecha de emisión</b>	: Set-21
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO**

NTP 339.184-2013

N° de ensayos	M-01	M-02
Hora de mezclado	9:50 a. m.	10:05 a. m.
T° de ambiente	18.8 °C	18.5 °C
T° del concreto	21.0 °C	20.1 °C
T° del concreto promedio	20.6 °C	
Humedad relativa en %	19.84 %	18.41 %
Humedad relativa en % promedio	18.02 %	

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT, ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


**GEO TEST V SAC**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 241312  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : J.F.GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Mezcla patrón (Pluma  
De Pollo + Super  
Plastificante) + 6.50 %  
Micro Silice

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PRJ. SHAN N° 211 CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 PERUCABALL. CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)  
 CELULAR : 92222161 - 972231911 - 991375093  
 E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM  
 GEOTESTV@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.  
 RUC : 20604529239



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	Cantera	: PIL.COMAYO
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: CACF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 6.50 % MICRO SÍLICE
Peticionario	: BACHING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Norma	: NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Fecha de emisión	: Set-21
Fecha de recepción	: Jul-21	Hoja	: 01 de 01

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152**

Muestra	M-01	M-02
Volumen O.W	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>
Massa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	1.90%	1.80%
Promedio de contenido de aire %	1.85%	

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXPERIENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES



**GEO TEST V S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*(Firma manuscrita)*

**ING. MAY. JERRY NEUZ SULCARAY**  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 99"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	<b>Cantera</b>	: PILCOMAYO
<b>Código de formato</b>	: AC-EX-017 REV.01/Fecha 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Peticionario</b>	: BACHING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	<b>Clase de material</b>	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 6.50% MICRO SÍLICE
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNÍN	<b>Norma</b>	: NTP 339.035-2015
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: Jul-21	<b>Fecha de emisión</b>	: Set-21
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND**  
NTP 339.035-2015

N° de ensayos	M-01	M-02	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4	4	4
Asentamiento	101.6 mm	101.6 mm	101.6 mm

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : PSEJ. DRAU N 211-CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV2020@GMAIL.COM  
 TRV. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. GEO TEST V. SAC@GMAIL.COM  
 PERUCARRIL, ERUDA. CON AV. LEONIDO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 CELULAR : 982925121 - 972821911 - 991375093 RUC : 20604829229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021 Cantera : PILCOMAYO  
 Código de formato : EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-01  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 6.50 % MICRO SÍLICE  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de recepción : Jul-21 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077/ASTM C232**

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.0	0.0	0.00
03	10 min	30 min	0.0	0.0	0.00
04	10 min	40 min	0.0	0.0	0.00
05	30 min	70 min	0.0	0.0	0.00
06	30 min	100 min	0.0	0.0	0.00
07	30 min	130 min	0.0	0.0	0.00
08	30 min	160 min	0.0	0.0	0.00
09	30 min	190 min	0.0	0.0	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag. Fino	9.49 kg
Ag. Grueso	18.63 kg
Agua	3.72 Lts



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX. HENRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : P.R. GRAU N°211 CHILCA E-MAIL : LABGTESTV@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. BOSTON V. GRUAMAL.COM  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 CELULAR : 922525151 - 972831911-991376093 RUC : 20606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021 Cantera : PILCOMAYO  
 Código de formato : EC-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-01  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 6.50 % MICRO SÍLICE  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS Ensayado por : J.A.Y.G.  
 Fecha de recepción : Jul-21 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

**a. Exudación por unidad de áreas**

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Molde N°	A
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5210
Capos N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.42
Masa del molde + la muestra (kg)	12.72
Masa de la muestra (kg)	12.3
Diámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )	373.25
Volumen de agua exudada por unidad de superficie-l/ (ml/cm <sup>2</sup> )	0.000

**Exudación = 0.00 ml/cm<sup>2</sup>**

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación (\%) = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$Vol. agua en molde = \left( \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times Vol. de agua en la tanda$$

Vol. Total exudado = 00.00 ml  
 Vol. Agua en molde = 1.21 Lts = 1207.64 ml

**Exudación = 0.000%**

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT/ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*[Firma]*  
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PZA. BRAB N° 211 CHILCA E-MAIL : LAB@GTESTV02@GMAIL.COM  
 INEF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. GEO TEST V@GMAIL.COM  
 FERROCARRIL CRUCE 504 AV. LEONCIO PRADO FACEBOOK : GEO TEST V. S. A. C.  
 CELULAR : 952525151 - 972921911-991275093 RUC : 20006529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : TFCF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 Fecha de recepción : Jul-21

Cantera : PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-03  
 Clase de material : MEZCLA PATRÓN (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 5.50% MICRO SÍLICE  
 Norma : NTP 339.082-ASTM C 403  
 Ensayado por : I.A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Sep-21  
 Hoja : 01 de 03

HOJA: 01 DE 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU  
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
NTP 339.082-ASTM C 403**

Especimen: : Molde 01 T° Ambiente al inicio del ensayo : 18.5°C  
 Hora de mezclado: : 09:49 a.m T° Ambiente al final del ensayo : 18°C  
 Hoja : 01 de 01 Temperatura del concreto : 19.6°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pu)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:49	2:49	169	1 1/8	1.00	12.0	12	0.84
15:19	3:19	199	4/5	0.50	13.0	26	1.83
15:39	3:39	219	4/7	0.25	12.0	48	3.37
16:19	4:19	259	1/3	0.10	11.0	110	7.73
16:39	4:39	279	1/4	0.05	9.0	180	12.65
17:19	5:19	319	1/6	0.03	8.0	320	22.50



M= 0.0227 N= 0.0222  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup> Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	330.96 min	=	5.51 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	424.53 min	=	7.08 horas



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PAV. BRAU N° 211 CHILCA E-MAIL : LAB@GEO-TEST.V.SAC  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE FUZZO AV. FERROVIARIA CRUCE CON AV. LOSHUB BRADO) BOSTERY.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 982825151 - 972031911 - 991375093 FACEBOOK : GEO TEST V.S.A.C.  
 RUC : 2040659229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

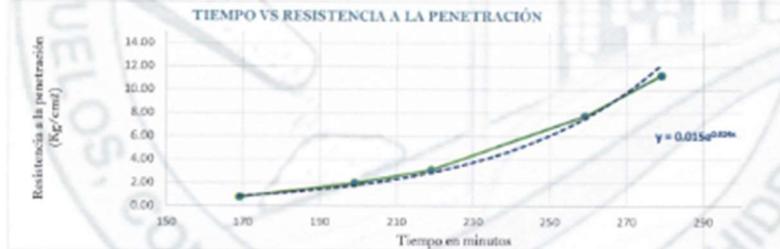
Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SILICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2621  
 Código de formato : TFCF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO-HUÍN  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 Fecha de recepción : Jul-21

Cantera : PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 6.50% MICRO SILICE  
 Norma : NTP 339 082-ASTM C 403  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

HOJA: 02 DE 03

Especimen : Molde 02 T° Ambiente al inicio del ensayo : 18.5°C  
 Hora de mochado : 09:49 a.m. T° Ambiente al final del ensayo : 18°C  
 Hoja : 01 de 01 Temperatura del concreto : 19.8°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pul)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:49	2:49	169	1.1/8	1.00	11.0	11	0.77
15:19	3:19	199	4/5	0.50	14.0	28	1.97
15:39	3:39	219	4/7	0.25	11.0	44	3.09
16:19	4:19	259	1/3	0.10	11.0	110	7.73
16:39	4:39	279	1/4	0.05	8.0	160	11.25
17:19	5:19	319	1/8	0.03	8.0	320	22.50



$M = 0.015$   $N = 0.024$   
 $Y =$  Resistencia a la penetración  
 Inicia = 500 PSI      Final = 4000 PSI  
 Inicia = 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final = 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 $X =$  Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	323.31 min	=	5.39 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	409.95 min	=	6.83 horas



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 241232  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN	: PAV. BRAU N° 211 CHILCA	E-MAIL	: LABGEO@GEOTESTV2022@GMAIL.COM
	: INT. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE FUZO AV. FERRAGARRA CRUCE CON AV. LEONARDO PRADO	FACEBOOK	: GEO TEST V. O. A. C.
CELULAR	: 992929151 - 972021911-991276009	RUC	: 2000029229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"		
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	Cantera	: PILCOMAYO
Código de formato	: TFCF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Clase de material	: MEZCLA PATRÓN (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 6.50 N MICRO SÍLICE
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.082-ASTM C 403
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: Jul-21	Fecha de emisión	: Sep-21
		Hoja	: 01 de 01

HOJA: 03 DE 03

Especimen:	: Promedio	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 18.6°C
Hora de mezclado:	: 09:49 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 18°C
Hoja	: 01 de 01	Temperatura del concreto	: 19.8°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los dos especimenes:

**Molde 1**

Fragua inicial (500 PSI)	=	330.86 min	=	5.51 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	424.53 min	=	7.08 horas

**Molde 2**

Fragua inicial (500 PSI)	=	323.31 min	=	5.39 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	409.95 min	=	6.83 horas

**Promedio**

Fragua inicial (500 PSI)	=	327.08 min	=	5.45 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	417.24 min	=	6.95 horas

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-08-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*Max Jerry Veliz Sulcaray*  
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : PSJ. BRAU N° 211-CHILCA E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. : GETEST.V@GMAIL.COM  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) : GEO TEST V. S.A.C.  
 CELULAR : 952525131 - 972031911-991375093 RUC : 20606529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

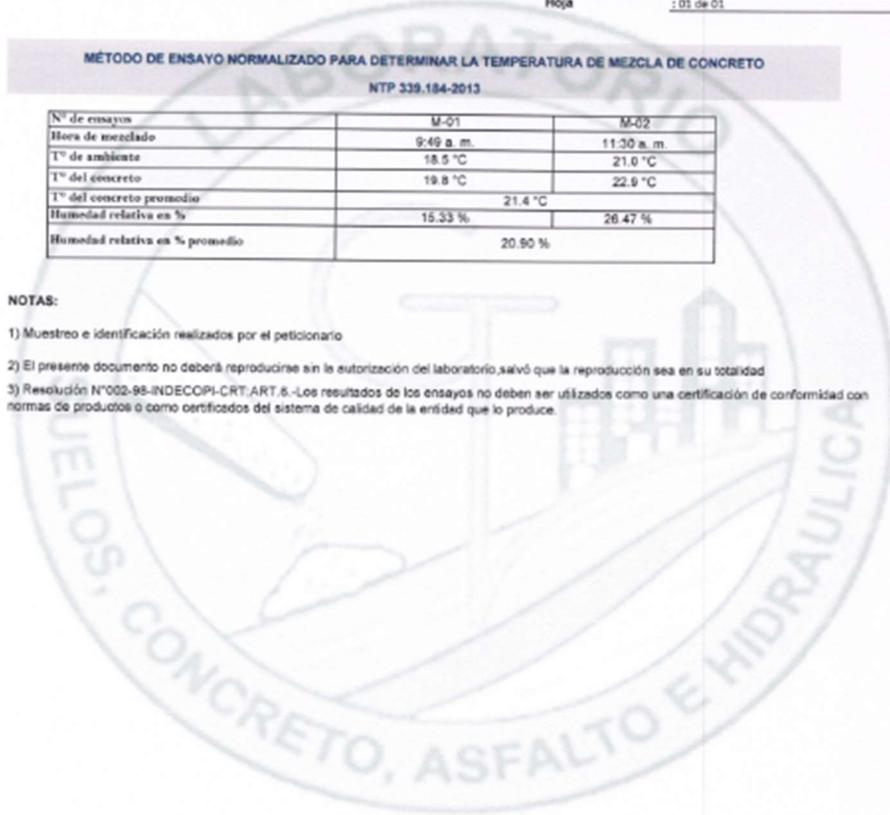
**Proyecto** : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
**Expediente N°** : EXP-31-GEO-TEST-V-2021 **Cantera** : PILCOMAYO  
**Código de formato** : TMC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : M-01  
**Peticionario** : BACH.ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA **Clase de material** : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 6.50 % MICRO SÍLICE  
**Ubicación** : HUANCAYO-JUNÍN **Norma** : NTP 339.184-2013  
**Estructura** : PAVIMENTOS RÍGIDOS **Ensayado por** : A.V.G.  
**Fecha de recepción** : Jul-21 **Fecha de emisión** : 08-21  
**Hoja** : 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO  
NTP 339.184-2013**

N° de ensayos	M-01	M-02
Hora de mezclado	9:49 a. m.	11:30 a. m.
T° de ambiente	18.5 °C	21.0 °C
T° del concreto	19.8 °C	22.9 °C
T° del concreto promedio	21.4 °C	
Humedad relativa en %	15.33 %	26.47 %
Humedad relativa en % promedio	20.90 %	

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.8.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



  
**ING. MAX JERY VELIZ SULCARAY**  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jf. GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotesty02@gmail.com](mailto:labgeotesty02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Mezcla patrón (Pluma  
De Pollo + Super  
Plastificante) + 7.50 %  
Micro Silice

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

**DIRECCIÓN** : PAV. GRAU N° 211-CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO)  
**CELULAR** : 95222151 - 97283191 - 991375092  
**E-MAIL** : L.LABGOTESTVQ2@GMAIL.COM  
 SEDTEST.V@GMAIL.COM  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C  
**RUC** : 20606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"	<b>Cantera</b>	: PILCOMAYO
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Código de formato</b>	: CACF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>Clase de material</b>	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 7.50% MICRO SÍLICE
<b>Peticionario</b>	: BACHING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	<b>Norma</b>	: NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNÍN	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	<b>Fecha de emisión</b>	: Set-21
<b>Fecha de recepción</b>	: Jul-21	<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152**

Muestra	M-01	M-02
Volumen O.W	6884.0 cm <sup>3</sup>	---
Masa de la O.W	3510.0 g	---
Medidor	Tipo B	---
Contenido de aire %	1.85%	---
Promedio de contenido de aire %	1.85%	

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*(Firma manuscrita)*

**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : PZL. GRAL N° 211 CHILCA (REF. UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL BRUZE CON AV. LEONCIO PRADO)  
 E-MAIL : LABORATORIO@GEO-TEST.COM GEO-TEST@GMAIL.COM  
 CELULAR : 982828181 - 972831911-991375099 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20606929829

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : AC-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH.ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : PAVIMENTOS RIGIDOS  
 Fecha de recepción : Jul-21

Cantera : PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 7.50 % MICRO SÍLICE  
 Norma : NTP 339.035-2015  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND**

NTP 339.035-2015

N° de ensayos	M-01	M-02	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4	4 1/4	4 1/8
Asentamiento	101.6 mm	108.0 mm	104.8 mm

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*[Firma manuscrita]*

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES  
**ING. MAX HERNÁNDEZ BUSTARAY**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



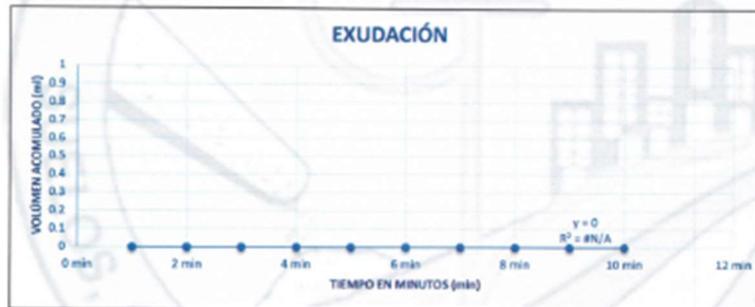
DIRECCION : P24, CRAJ N° 211 CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV@GMAIL.COM  
 RECAJUNA GUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. SECTEST.V@GMAIL.COM  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO) FACEBOO : GEO TEST V. S.A.C  
 CELULAR : 982625151 - 97221191 - 991375093 RUC : 20606529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS  
 Fecha de recepción : Jul-21  
 Cantera : PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 7.50 % MICRO SÍLICE  
 Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 103 de 01

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077/ASTM C232**

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.0	0.0	0.00
03	10 min	30 min	0.0	0.0	0.00
04	10 min	40 min	0.0	0.0	0.00
05	10 min	50 min	0.0	0.0	0.00
06	30 min	80 min	0.0	0.0	0.00
07	30 min	110 min	0.0	0.0	0.00
08	30 min	140 min	0.0	0.0	0.00
09	30 min	170 min	0.0	0.0	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag. Fino	9.49 kg
Ag. Grueso	18.63 kg
Agua	3.72 Lts



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*[Signature]*  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : P.S. GRAU N° 211 CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE RIZZO AV. SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA)  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONARDO PRADO) GEO TEST V. SAC S.R.L.  
 CELULAR : 992525151 - 972831911 - 991375002 FACERBO : GEO TEST V. S.A.C.  
 RUC : 20000529224

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021 Centro : PILCOMAYO  
 Código de formato : EC-EX-01/ REV 01/ FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-01  
 Peticionario : BACHING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 7.50 % MICRO SÍLICE  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : Jul-21 Fecha de emisión : Set-21  
 Hoja : 101 de 01

**a. Exudación por unidad de áreas**

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Molde N°	B
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	4953
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.423
Masa del molde + la muestra (kg)	12.569
Masa de la muestra (kg)	12.146
Diámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )	373.25
Volumen de agua exudada por unidad de superficie-V (ml/cm <sup>2</sup> )	0.000

**Exudación = 0.00 ml/cm<sup>2</sup>**

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación (\%) = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$Vol. agua en molde = \left( \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times Vol. de agua en la tanda$$

Vol. Total exudado = 00.00 ml  
 Vol. Agua en molde = 1.19 Lts = 1192.52 ml

**Exudación = 0.000%**

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*(Firma)*  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO, DE ADHERENCIA A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : PAV. BRAS N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABORTESTV2@GMAIL.COM  
 INT. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRUCANAL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO GEO TEST V. SAC S.R.L.  
 CELULAR : 952921181 - 972631911-991295009 FACEBOOK : Geo Test V. S.A.C. RUC : 20006529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"  
 Expediente N° : EXP-31-GEO-TEST-V-2021 Cantora : PÍL.COMAYO  
 Código de formato : TFCF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-01  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA Clase de material : MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 7.5% MICRO SILICE  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN Norma : NTP 339.082-ASTM C 403  
 Estructura : PAVIMENTOS RÍGIDOS Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : Jul-21 Fecha de emisión : 50-21  
 Hoja : 01 de 01

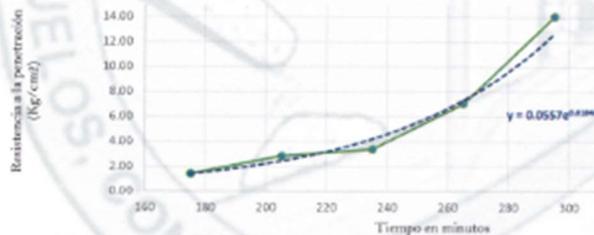
HOJA: 01 DE 01

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU  
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
NTP 339.082-ASTM C 403**

Especimen: : Molde 01 T° Ambiente al inicio del ensayo : 20.8°C  
 Hora de mezclado: : 10:25 a.m T° Ambiente al final del ensayo : 20.3°C  
 Hoja : 01 de 01 Temperatura del concreto : 20.3°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:55	2:55	175	1 1/8	1.00	20.0	20	1.41
15:25	3:25	205	4/5	0.50	20.0	40	2.81
15:55	3:55	235	4/7	0.25	12.0	48	3.37
16:25	4:25	265	1/3	0.10	10.0	100	7.03
16:55	4:55	295	1/4	0.05	10.0	200	14.06

**TIEMPO VS RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN**



M= 0.0557 N= 0.0184  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup> Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	350.41 min	=	5.84 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	463.42 min	=	7.72 horas

  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 C.P. N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN	: PSJ. GRAU N° 211 CHILCA	E-MAIL	: LAB000707V2@GMAIL.COM
	: PUEBLO UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERNANDARRE CHUCK CON AV. LEONCIO PRADO	FACEBOOK	: GEO TEST V.S.A.C
CELULAR	: 952525151 - 972831911-991275093	WAG	: 20506529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"		
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	Cantera	: PILCOMAYO
Código de formato	: TFCF-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACH.JNG. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Clase de material	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO - SUPER PLASTIFICANTE) + 7.50 % MICRO SÍLICE
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.082-ASTM C 400
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Ensayado por	: I.A.Y.G
Fecha de recepción	: Jul-21	Fecha de emisión	: Set-21
		Hoja	: 01 de 03

HOJA: 02 DE 03

Specimen:	: Molde 02	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 20.8°C
Hora de mezclado:	: 10:25 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 20.3°C
Hoja	: 01 de 01	Temperatura del concreto	: 20.3°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
12:00	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:58	2:58	175	1 1/8	1.00	25.0	25	1.76
15:25	3:25	205	4/5	0.50	21.0	42	2.95
15:55	3:55	235	4/7	0.25	12.0	48	3.37
16:25	4:25	265	1/3	0.10	11.0	110	7.73
16:55	4:55	295	1/4	0.05	11.0	220	15.47



M= 0.0719      N= 0.0177  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	349.84 min	=	5.83 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	467.32 min	=	7.79 horas

**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP: N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN	: P.O. BOX N° 211 CHILCA	E-MAIL	: LAB@GTESTV2020@GMAIL.COM
	: P.O. BOX N° 211 CHILCA		: BE@GTESTV2020@GMAIL.COM
	: P.O. BOX N° 211 CHILCA	FACEBOOK	: GEO TEST V. S. A. D.
CELULAR	: 952525151 - 978831911 - 991270093	WAG	: 20606629229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"		
Expediente N°	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	Cantora	: PIL COMAYO
Código de formato	: TFCF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACHING, KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	Clase de material	: MEZCLA PATRÓN (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 7.50 % MICRO SÍLICE
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.082-ASTM C 403
Estructura	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	Ensayado por	: J.A.Y.G
Fecha de recepción	: Jul-21	Fecha de emisión	: Set-21
		Hoja	: 01 de 01

HOJA: 03 DE 03

Especimen	: Promedio	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 20.8°C
Hora de mezclado	: 10:25 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 20.3°C
Hoja	: 01 de 01	Temperatura del concreto	: 20.3°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los dos especímenes:

**Molde 1**

Fragua inicial (500 PSI)	=	350.41 min	=	5.84 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	463.42 min	=	7.72 horas

**Molde 2**

Fragua inicial (500 PSI)	=	349.84 min	=	5.83 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	467.32 min	=	7.79 horas

**Promedio**

Fragua inicial (500 PSI)	=	350.12 min	=	5.84 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	465.37 min	=	7.76 horas

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*Jerry Veliz Sulcaray*  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICRO SÍLICE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO 93"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-31-GEO-TEST-V-2021	<b>Cantera</b>	: PILCOMAYO
<b>Código de formato</b>	: TMC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Peticionario</b>	: BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI CAPCHA	<b>Clase de material</b>	: MEZCLA PATRON (PLUMA DE POLLO + SUPER PLASTIFICANTE) + 7.50 % MICRO SÍLICE
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNÍN	<b>Norma</b>	: NTP 339.184-2013
<b>Estructura</b>	: PAVIMENTOS RÍGIDOS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: 21-21	<b>Fecha de emisión</b>	: 21-21
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO**

NTP 339.184-2013

N° de ensayos	M-01	M-02
Hora de mochado	10:25 a. m.	3:20 p. m.
T° de ambiente	20.8 °C	22.5 °C
T° del concreto	20.3 °C	26.0 °C
T° del concreto promedio	23.2 °C	
Humedad relativa en %	17.13 %	37.61 %
Humedad relativa en % promedio	27.37 %	

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-ORT-ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(ReLa una cuadra frente al parque Pazo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Cíviles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. DRAU N° 211 - CHILGA  
 (REF. A UNA SUADRA FRENTE AL PARQUE PUZCO AV. FERROVIARIA)  
 CRUCE CON AVILA LÓPEZ (PRADO)  
 CELULAR : 952525151 - 972821211 - 951376023  
 E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM  
 BOTTESTV@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C  
 RUC : 20064329229



Proyecto : TESIS "UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CON MICROSILICA PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO ASFIERTO 95"  
 Expediente N° : EXP-21-GEO-TEST-V-2022  
 Perfeccionado por : BACH. ING. KEVIN HAROLD CANARI GARCIA  
 Norma : NTP 339.03.4  
 Ubicación : HUANCAYO-TURIN  
 Estructura : PAVIMENTO RÍGIDO

N° de muestra : M-01  
 Categoría : FILCORMAYO  
 A.Y.O. :  
 Ser-21 : Ser-21  
 Jul-21 : Jul-21

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**  
NTP 339.804.015

Código de Muestra	Dimensiones de Muestra	Identificación de Elemento	Fc de Referencia (kg/cm²)	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Tipo de fractura	Carga (kg)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Resistencia de Diseño (kg/cm²)	Procedido (kg/cm²)	Tipo de Fractura
P-CC-01	4" x 8"	Muestra de concreto con 8% de microsilica	300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	159.10	195.24	300	194.33	Fractura por compresión
P-CC-02	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	154.80	190.50	300	189.50	Fractura por compresión
P-CC-03	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-04	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-05	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-06	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-07	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-08	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-09	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-10	4" x 8"		300	27/07/2021	29/02/21	7	13.16	81.07	Tpo-2	152.80	188.00	300	187.00	Fractura por compresión
P-CC-11	4" x 8"	Muestra de concreto con 12% de microsilica	300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-12	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-13	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-14	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-15	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-16	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-17	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-18	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-19	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-20	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	271.60	341.30	300	343.26	Fractura por compresión
P-CC-21	4" x 8"	Muestra de concreto con 16% de microsilica	300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-22	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-23	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-24	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-25	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-26	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-27	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-28	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-29	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión
P-CC-30	4" x 8"		300	29/07/2021	29/02/21	28	13.16	81.07	Tpo-2	307.50	384.37	300	387.06	Fractura por compresión

**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ASFALTO  
 ING. PIAK JEREMY SUICABAY  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. DRAU N° 211 - CHILDA E-MAIL : LABGTESTV2@GMAIL.COM  
 (DEJA UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL GEOTESTV@GMAIL.COM  
 CRUCE CON AV. LEONID PRADO) FAC: P800K : GEO TEST V. S.A.C  
 CELULAR : 982525181 - 922831911 - 991325093 RUC : 20500529229

Proyecto : TESIS "UTILIZACIÓN DE CONCRETO CON MICROFIBRAS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO ASFALTO 90"  
 Expediente N° : EEP-31-GEO-TEST-V-001 N° de muestra : M-01  
 Peticionario : BACH. ING. KEVIN HAROLD CAÑARI GARCIA Cantora : PILCOMAYO  
 Normas : NTY 339.0.3.4 A.Y.G.  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN Fecha de emisión : Set-21  
 Estructura : PAVIMENTO RIGIDO Fecha de recepción : Jul-21

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**  
 NTP 339.004.018

Concreto de Base: Muestra de concreto con la incorporación de fibras (FA, 5.1% y 7.2%) Resistencia de Estado: 308 kg/cm² Hoja: 12 de 13

Codigo de Muestra	Dimensiones de Muestra	Identificación de Elemento	F% de Referencia (kg/cm²)	Fecha de Recepción	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Tipo de fractura	Carga		Procesado (kg/cm²)	Tipo de fractura		
										(KN)	(kg)				
P-GC-25	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	7	18.10	81.07	1663	18350	1844.62	227.53	75.14%	<p><b>Tipo 1</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-26	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	7	18.10	81.07	1663	18350	1844.62	230.00	77.80%		<p><b>Tipo 2</b> Fractura diagonal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-27	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	7	18.10	81.07	1663	18350	1844.62	227.26	75.16%		
P-GC-28	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	14	18.10	81.07	1663	20250	2037.65	338.17	116.57%	<p><b>Tipo 4</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-29	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	14	18.10	81.07	1663	20250	2037.65	332.42	113.57%		<p><b>Tipo 5</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-30	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	14	18.10	81.07	1663	20250	2037.65	338.42	113.20%		
P-GC-31	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	21	18.10	81.07	1663	30270	3038.81	389.73	128.11%	<p><b>Tipo 7</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-32	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	21	18.10	81.07	1663	30270	3038.81	378.75	125.53%		<p><b>Tipo 8</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-33	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	21	18.10	81.07	1663	30270	3038.81	364.63	121.54%		
P-GC-34	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	28	18.10	81.07	1663	31230	3136.20	352.52	121.07%	<p><b>Tipo 10</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-35	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	28	18.10	81.07	1663	31230	3136.20	352.52	121.14%		<p><b>Tipo 11</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-36	4" x 8"	300	3090001	30/05/21	30/05/21	28	18.10	81.07	1663	31230	3136.20	352.52	121.09%		
P-GC-37	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	7	18.10	81.07	1663	21430	2146.27	298.67	88.69%	<p><b>Tipo 13</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-38	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	7	18.10	81.07	1663	21430	2146.27	293.67	84.20%		<p><b>Tipo 14</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-39	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	7	18.10	81.07	1663	21430	2146.27	292.26	84.96%		
P-GC-40	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	14	18.10	81.07	1663	28020	2805.13	352.75	121.29%	<p><b>Tipo 16</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-41	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	14	18.10	81.07	1663	28020	2805.13	354.53	120.31%		<p><b>Tipo 17</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-42	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	14	18.10	81.07	1663	28020	2805.13	356.68	120.60%		
P-GC-43	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	21	18.10	81.07	1663	32030	3206.89	407.36	126.80%	<p><b>Tipo 19</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-44	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	21	18.10	81.07	1663	32030	3206.89	374.25	120.17%		<p><b>Tipo 20</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-45	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	21	18.10	81.07	1663	32030	3206.89	352.58	120.17%		
P-GC-46	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	28	18.10	81.07	1663	32030	3206.89	414.13	130.64%	<p><b>Tipo 22</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>	
P-GC-47	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	28	18.10	81.07	1663	32030	3206.89	405.00	125.64%		<p><b>Tipo 23</b> Fractura vertical a través del eje longitudinal. Se debe registrar el tipo de fractura.</p>
P-GC-48	4" x 8"	300	30910001	30/05/21	30/05/21	28	18.10	81.07	1663	32030	3206.89	428.27	142.73%		

**NOTAS:**  
 1) Muestra e identificación incorrectas por el laboratorio.  
 2) El presente documento es de uso interno y no debe ser utilizado para la elaboración del expediente de la obra.  
 3) El resultado de los ensayos se obtiene en el laboratorio de ensayos de materiales con verificación de competencia y es válido en el ámbito de su aplicación.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Pazo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

