



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el  
desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta,  
Moquegua, 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Ccuno Asillo, Diego (orcid.org/0000-0001-6210-8306)

Sosa Poma, Jeniffer Milagros (orcid.org/0000-0002-5428-2563)

**ASESOR:**

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios por darnos sabiduría y fortaleza.

A nuestros padres por brindarnos una formación académica y su apoyo incondicional.

A quienes nos apoyaron durante en el desarrollo de este proyecto.

## **Agradecimiento**

Nuestro agradecimiento a nuestros padres por su comprensión y hacer que una de nuestras metas se haga realidad; a las personas quienes colaboraron para que esta investigación sea posible.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023", cuyos autores son CCUNO ASILLO DIEGO, SOSA POMA JENIFFER MILAGROS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 26 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
OLARTE PINARES JORGE RICHARD <b>DNI:</b> 40752422 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 02-01- 2024 21:48:06

Código documento Trilce: TRI - 0708735





**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CCUNO ASILLO DIEGO, SOSA POMA JENIFFER MILAGROS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis Completa:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DIEGO CCUNO ASILLO <b>DNI:</b> 71877784 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6210-8306	Firmado electrónicamente por: DICCUNOAS el 26-12-2023 19:43:15
JENIFFER MILAGROS SOSA POMA <b>DNI:</b> 71042770 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5428-2563	Firmado electrónicamente por: JESOSAPO el 26-12-2023 15:05:31

Código documento Trilce: TRI - 0708733

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos: .....	24
3.6. Método de análisis de datos:.....	56
3.7. Aspectos éticos: .....	57
IV. RESULTADOS .....	58
V. DISCUSIÓN.....	76
VI. CONCLUSIONES.....	79
VII. RECOMENDACIONES .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resistencia requerida de diseño.....	41
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de agua requerida.....	42
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de aire atrapado.....	42
<b>Tabla 4.</b> Relación agua-cemento .....	43
<b>Tabla 5.</b> Volumen de agregado grueso.....	43
<b>Tabla 6.</b> Dosificación del concreto .....	44
<b>Tabla 7.</b> Tipos de suelos de Sub-rasante y Valores aproximados de k. ....	54
<b>Tabla 8.</b> Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño .....	56
<b>Tabla 9.</b> Resultados del ensayo del Slump de concreto fast-track.....	60
<b>Tabla 10.</b> Resultados del ensayo de contenido de aire de concreto fast-track. ...	62
<b>Tabla 11.</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.....	64
<b>Tabla 12.</b> Resultados de los ensayos de resistencia a la flexión de concreto fast-track. ....	66
<b>Tabla 13.</b> Resultados de los ensayos de resistencia a la flexión de concreto fast-track. ....	68
<b>Tabla 14.</b> Prueba de normalidad y correlación del Slump del concreto fast-track	69
<b>Tabla 15.</b> Prueba de normalidad y correlación de cantidad de vacíos del concreto fast-track.....	71
<b>Tabla 16.</b> Prueba de normalidad y correlación de resistencia a compresión del concreto fast-track.....	72
<b>Tabla 17.</b> Prueba de normalidad y correlación de resistencia a flexión del concreto fast track.....	74

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ensayo de Slump. ....	16
<b>Figura 2.</b> “Ensayo de contenido de vacíos.....	17
<b>Figura 3.</b> “Ensayo de resistencia a compresión.....	18
<b>Figura 4.</b> “Prueba de resistencia a flexión. ....	19
<b>Figura 5.</b> Plano de localización de la cantera Marón. ....	24
<b>Figura 6.</b> Extracción de agregados de la cantera Marón. ....	24
<b>Figura 7.</b> Cemento “Yura HE” .....	25
<b>Figura 8.</b> Aditivo acelerante de fragua y superplastificante .....	25
<b>Figura 9.</b> Pruebas de tamaño de partículas de piedra triturada.....	26
<b>Figura 10.</b> Prueba de peso específico de piedra chancada.....	27
<b>Figura 11.</b> Prueba de peso unitario de la piedra chancada. ....	28
<b>Figura 12.</b> Ensayo del contenido de humedad de los materiales. ....	28
<b>Figura 13.</b> Ensayo de desgaste por abrasión en la máquina de los Ángeles. ....	29
<b>Figura 14.</b> Ensayo de terrones de arcilla y partículas deleznales.....	30
<b>Figura 15.</b> Ensayo de “partículas livianas en el agregado grueso”. ....	31
<b>Figura 16.</b> Ensayo de partículas fracturadas en el agregado grueso. ....	32
<b>Figura 17.</b> Ensayo de partículas planas y alargadas en agregado grueso. ....	33
<b>Figura 18.</b> Ensayo granulométrico de arena gruesa.....	33
<b>Figura 19.</b> Ensayo del peso unitario de arena gruesa. ....	34
<b>Figura 20.</b> Ensayo de peso específico de arena gruesa.....	35
<b>Figura 21.</b> Ensayo de Índice de plasticidad en la arena gruesa. ....	36
<b>Figura 22.</b> Ensayo de equivalente de arena para la arena gruesa .....	37
<b>Figura 23.</b> Terrones de arcilla y partículas deleznales para la arena gruesa ....	38
<b>Figura 24.</b> Partículas livianas para la arena gruesa.....	39
<b>Figura 25.</b> “Material que pasa el tamiz de N°200 para la arena gruesa” .....	39



<b>Figura 26.</b> Impurezas orgánicas para la arena gruesa .....	40
<b>Figura 27.</b> Impurezas orgánicas para la arena gruesa .....	40
<b>Figura 28.</b> Modificación del agua a temperaturas bajas .....	44
<b>Figura 29.</b> Agua sin modificación de temperatura .....	45
<b>Figura 30.</b> Modificación del agua a temperaturas altas .....	45
<b>Figura 31.</b> Temperatura del concreto fast-track fresco .....	46
<b>Figura 32.</b> Fabricación de probetas y vigas de concreto. ....	47
<b>Figura 33.</b> Ensayo de Slump de concreto fast-track. ....	48
<b>Figura 34.</b> Contenido de aire. ....	49
<b>Figura 35.</b> Resistencia a la compresión.....	50
<b>Figura 36.</b> Resistencia a la flexión.....	50
<b>Figura 37.</b> Ecuación para el diseño de pavimento rígido – AASHTO 93 .....	51
<b>Figura 38.</b> Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Subrasante .....	55
<b>Figura 39.</b> Ubicación de la zona de estudio.....	58
<b>Figura 40.</b> Slump de concreto fast-track.....	60
<b>Figura 41.</b> Resultados del Slump de concreto fast-track .....	61
<b>Figura 42.</b> Contenido de aire de concreto fast-track.....	62
<b>Figura 43.</b> Resultados del contenido de aire de concreto fast-track.....	63
<b>Figura 44.</b> Resistencia a la compresión de concreto fast-track .....	64
<b>Figura 45.</b> Resultados de resistencia a la compresión de concreto fast-track.....	65
<b>Figura 46.</b> Resistencia a la flexión de concreto fast-track. ....	66
<b>Figura 47.</b> Resultados de resistencia a la flexión de concreto fast-track. ....	67
<b>Figura 48.</b> Resultados de resistencia a la flexión de concreto fast-track. ....	69

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo la evaluación de la influencia de la temperatura del concreto en el desarrollo de las propiedades del concreto fast-track, en ese sentido se simuló temperaturas de concreto representativas en la ciudad de Moquegua, las cuales fueron 16.7, 20.2 y 31.2 °C, los indicadores analizados del concreto en estado fresco fueron el slump y el contenido de aire; en estado endurecido la resistencia a compresión, resistencia a flexión y espesor de losa del pavimento rígido.

En la presente investigación se evaluó el Slump en el concreto fast-track, cuando el concreto tenía temperaturas de 16.7, 20.2 y 31.2°C el Slump fue de 4.0, 3.1 y 0 pulgadas, respectivamente. En relación al parámetro contenido de aire, a mayor temperatura del concreto el contenido de aire también se incrementa obteniendo 1.3, 2.0 y 3.2%; por otra parte, en la resistencia a compresión se tiene que a mayor temperatura la resistencia disminuye, específicamente los resultados fueron 285.43, 235.59 y 208.93 kg/cm<sup>2</sup>, para la flexión fueron 38.82, 37.81 y 31.16 kg/cm<sup>2</sup> y el espesor de losa fue de 20 cm. Ante los resultados expuestos se concluye que, las propiedades del concreto van directamente relacionadas con la temperatura del mismo, lo cual es más crítico en regiones con elevada variabilidad térmica diaria.

**Palabras clave:** Concreto Fast-Track, Temperatura, Propiedades.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to evaluate the influence of concrete temperature on the development of the properties of fast-track concrete. In this sense, representative concrete temperatures were simulated in the city of Moquegua, which were 16.7, 20.2 and 31.2 °C, the indicators analyzed for fresh concrete were slump and air content; In the hardened state, the compressive strength, flexural strength and slab thickness of the rigid pavement.

In the present investigation, the Slump in the fast-track concrete was evaluated, when the concrete had temperatures of 16.7, 20.2 and 31.2°C the Slump was 4.0, 3.1 and 0 inches, respectively. In relation to the air content parameter, at higher concrete temperatures the air content also increases, obtaining 1.3, 2.0 and 3.2%; On the other hand, in the compression resistance, the resistance decreases at higher temperatures, specifically the results were 285.43, 235.59 and 208.93 kg/cm<sup>2</sup>, for bending they were 38.82, 37.81 and 31.16 kg/cm<sup>2</sup>, and the slab thickness was 20 cm. Given the results presented, it is concluded that the properties of the concrete are directly related to its temperature, which is more critical in regions with high daily thermal variability.

**Keywords:** Fast-Track Concrete, Temperature, Properties.

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, Uricoechea y Barragán (2020), indican que la ejecución de pavimentos rígidos en gran medida tienen un destino de construcción urbana de gran demanda de uso; esto incluye la forma de reparación del elemento ocasionado por los factores externos que involucran necesariamente la reparación del mismo, por lo tanto para la restauración y rehabilitación de los pavimentos rígidos implica un determinado tiempo, ya que el concreto tiene que tener propiedades aceptables para la rehabilitación y transpirabilidad vehicular; no obstante, en Colombia se realizó estudios de evaluación técnica superficial de las capas en la cual se pudo encontrar las fallas de características de hundimiento, grietas transversales y de perfil longitudinales, generando inquietud entre la población por el mayor flujo de transpirabilidad se estableció la investigación de una forma rápida, menor tiempo y costo en reparaciones de vías.

En el ámbito Nacional, Arévalo y Vásquez (2018), mencionan que en el Perú la mayoría de las carreteras en zonas rurales son pavimentos flexibles y en las zonas urbanas pavimentos rígidos, elaborados con concretos convencionales; sin embargo, el problema con la ejecución de los pavimentos rígidos en la zona urbana es el tiempo que necesita el concreto para la elaboración del porcentaje de aguante a flexión y compresión para abrir la vía. La mejor opción sería optar por pavimentos asfálticos, pero este tiene un gran inconveniente, el desgaste frecuente, ya que la duración es de un periodo corto y este conllevaría a realizar mantenimientos frecuentes, sin embargo; los pavimentos rígidos son elaborados con una vida útil superior a dos décadas. Esta alternativa de pavimento, el factor tiempo en el proceso constructivo ya no es un problema para una pronta rehabilitación, dado que se viene manejando tecnologías y diseños alternativos para el concreto, para una pronta rehabilitación se opta ejecutar el pavimento rígido con concretos Fast-Track, no obstante, esto conlleva a evaluar las características mecánicas y físicas, siendo importante la temperatura donde se diseñará el concreto, se colocará y extenderá adecuándolo al clima donde se encuentre la vía (3)

La Avenida Balta, ubicada en la ciudad de Moquegua, es una calle principal en Moquegua por las que circulan gran demanda vehicular por su cercanía a lugares como el centro histórico, la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM), el mercado central, centros educativos, etc.; mediante esta avenida transitan vehículos de servicio público y particular que unen con distintas zonas de la ciudad lo cual es una avenida muy utilizada por la población; el pavimento de esta avenida sufre varios tipos de fallas afectado por las precipitaciones fluviales que causan erosión en la estructura del pavimento ocasionando deformaciones, grietas y huecos, con fines de rehabilitación de la avenida Balta es necesario desviar el tráfico a vías alternas, dado que estas vías no están diseñadas para este tipo de tráfico y cantidad de vehículos, desviar el tráfico de esta avenida causaría tráfico en estas vías alternas; por lo tanto, es importante tener en cuenta la situación problemática para aplicar nuevas alternativas en la tecnología del concreto que aún no se realiza en la ciudad de Moquegua con el fin evitar el tráfico ocasionado por las rehabilitaciones efectuadas en los pavimentos que tienen fallas en el concreto.

Por ello, se formuló el **problema general**; ¿Cómo influye la temperatura del concreto en las propiedades del concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua?, se tiene los **problemas específicos**; ¿Cómo influye la temperatura de concreto en la pérdida de trabajabilidad del concreto fast-track para fines de la rehabilitación de la Av. Balta en Moquegua?; ¿De qué manera afecta la variación de la temperatura del concreto en la cantidad de vacíos del concreto fast-track?; ¿Cómo influye la variación de temperatura del concreto en la resistencia a la compresión del concreto fast-track en pavimentos rígidos?; ¿Cómo influye la variación de temperatura del concreto en la resistencia a la flexión del concreto fast-track en pavimentos rígidos? ¿Cuál es el espesor adecuado para el diseño del espesor de un pavimento rígido con concreto fast-track?

La **justificación teórica** el presente estudio se encamina en la creación de nuevas teorías, conceptos, premisas a partir del uso y aplicación de concreto fast-track en la ciudad de Moquegua en la construcción de pavimentos rígidos, lo mismo que aporta al cierre de brechas del conocimiento respecto a esta técnica de rehabilitación y también contribuirá a futuras investigaciones que se desarrollen en

este ámbito de estudio. Como la **justificación práctica** se tiene que a partir de los hallazgos de la investigación examinarán nuevas tecnologías que cambiarán los procesos de construcción o las tecnologías de construcción centradas en el concreto para la rehabilitación, y contribuirán al ámbito de estudio. Respecto a la **Justificación técnica** del estudio se plantea la aplicación del concreto fast-track para evitar largos tiempos de cierre de vías durante la rehabilitación del pavimento.

En cuanto a la **justificación social** la aplicabilidad del concreto fast-track permitirá reducir los tiempos de cierre de una avenida tan importante como la Av. Balta ubicada en la ciudad de Moquegua lo cual favorecerá a los usuarios de la vía y especialmente a la población en general. La **justificación metodológica** se basa en plantear la tecnología fast-track para la recuperación de pavimentos dado los tiempos cortos que ofrece esta tecnología para la apertura del tránsito.

**El objetivo general** del estudio es evaluar la influencia de la temperatura del concreto fast-track en el desarrollo de sus propiedades. Teniendo como **Objetivos Específicos**: (i) Analizar la trabajabilidad del concreto debido a la variación de temperaturas del concreto durante el vaciado y extendido del concreto fast-track en la Av. Balta, Moquegua; (ii) Evaluar la influencia de la variación de temperatura del concreto en la cantidad de vacíos del concreto fast-track; (iii) Conocer el efecto de la variación de la temperatura en la resistencia a compresión del concreto fast-track; (iv) Conocer el efecto de la variación de la temperatura en la resistencia a flexión del concreto fast-track; (v) Dimensionar el espesor de pavimento rígido utilizando concreto fast-track.

Por último, en el estudio actual se presenta como una **hipótesis general**: La temperatura del concreto afectaría drásticamente en el desarrollo acelerado de las propiedades del concreto fast-track; como **hipótesis específicas** tenemos: (i) Una mayor temperatura del concreto disminuiría la trabajabilidad del concreto, afectando el colocado y extendido de concreto en la pavimentación de la Av Balta en Moquegua; (ii) el incremento de la temperatura del concreto provocaría la pérdida de la cantidad de vacíos del concreto fast-track, afectando la rigidez del concreto (iii) el incremento de la temperatura del concreto disminuirá la resistencia a la

compresión del concreto fast-track y por último iv) el incremento de la temperatura del concreto disminuirá la resistencia a la flexión del concreto fast-track (v) mediante las formulaciones indicadas en la guía AASHTO-93 se dimensionaría un espesor adecuado de concreto pavimento rígido bajo la metodología fast-track.

## II. MARCO TEÓRICO

Carhuaricra & Rodriguez (2022), con la tesis “Análisis de concreto Fast-Track aplicado para la reparación de pavimentos rígidos en la evaluación de las propiedades mecánicas, Pucallpa 2022”, el propósito del estudio fue como favorecen el concreto convencional y fast-track para una habilitación rápida, Metodología utilizado fue aplicado, cuantitativo y experimental. La población tiene 6 diseños de concreto. La muestra incluyó 30 especímenes de concreto. El muestreo no probabilístico se realizó porque las muestras se tomaron por conveniencia. Los hallazgos del estudio correspondientes al diseño 01 fueron 4.5 pulgadas con respecto al asentamiento, siendo su temperatura de concreto 35.2°C y su  $F'c = 293.0 \text{ kg/cm}^2$  a 24 horas; para el diseño n°2 fue 4.5 pulgadas con respecto al asentamiento, siendo su temperatura de concreto 34.5°C y su resistencia a compresión a las 24 horas de 264  $\text{kg/cm}^2$ ; para el diseño n°3 fue 4 pulgadas con respecto al asentamiento, siendo su temperatura de concreto 34.5°C y su  $F'c = 267.0 \text{ kg/cm}^2$  a 24 horas; para el diseño n°4 fue 4.25 pulgadas con respecto al asentamiento, siendo su temperatura de concreto 33.4°C y su resistencia a la compresión a las 24 horas 282  $\text{kg/cm}^2$ ; para el diseño n°5 fue 6.25 pulgadas con respecto al asentamiento, siendo su temperatura de concreto 23.4°C y su resistencia a la compresión a las 24 horas 263  $\text{kg/cm}^2$ ; por último, para el diseño n°6 fue 4.25 pulgadas con respecto al asentamiento, siendo su temperatura de concreto 21.7°C y su resistencia a la compresión a las 24 horas 319.0  $\text{kg/cm}^2$ . Se concluyó que aplicando microsilice aumentara la resistencia a compresión después de 8 horas.

Onofre (2021), con la tesis “Reducción del impacto socioeconómico para rehabilitación de pavimentos rígidos con concreto Fast-Track en la ciudad de Huancayo”, el objetivo fue determinar el impacto socioeconómico del uso de concreto de fast track en abordar reparación de pavimentos rígidos utilizando una metodología experimental de enfoque cuantitativo y aplicado. La población de Huancayo está habitada por un pavimento rígido con fallas. Las muestras de testigos de concreto estuvieron sujetos a ensayos de compresión y flexión. Se tomaron las muestras por conveniencia y se utilizaron fichas técnicas. El diseño



número 01 exhibe una resistencia a la compresión como resultado teniendo una relación agua/cemento de 0.35 fueron como resultado 225.48 kg/cm<sup>2</sup> el primer día, 260.05 kg/cm<sup>2</sup> el tercer día, a los siete días 275.86 kg/cm<sup>2</sup>, Después de transcurrir dos semanas 305.56 kg/cm<sup>2</sup>, a los veinte y ocho días 354.84 kg/cm<sup>2</sup> y los datos obtenidos para el diseño n°02 referente al agua cemento de 0.40 para un día 202.87 kg/cm<sup>2</sup>, para tres días 241.49 kg/cm<sup>2</sup>, para siete días 264.61 kg/cm<sup>2</sup>, para catorce días 287.46 kg/cm<sup>2</sup>, para veinte y ocho días 327.39 kg/cm<sup>2</sup>; en la resistencia a flexión para el diseño n°01 para el primer día es de 43.30 kg/cm<sup>2</sup>, para tres días es de 52.35 kg/cm<sup>2</sup>, para siete días es de 58.90 kg/cm<sup>2</sup>, para catorce días es de 67.15 kg/cm<sup>2</sup>, para veinte y ocho días es de 80.27 kg/cm<sup>2</sup> y los datos obtenidos para el diseño n°02 para primer día es de 39.64 kg/cm<sup>2</sup>, para tres días 47.65 kg/cm<sup>2</sup>, para siete días 55.60 kg/cm<sup>2</sup>, para catorce días es de 61.82 kg/cm<sup>2</sup>, para veinte y ocho días es de 71.39 kg/cm<sup>2</sup>. Como conclusión, el primer diseño produjo 225.48 kg/cm<sup>2</sup> siendo la relación entre agua-cemento de 0.35 en 24 horas y el segundo 202.87 kg/cm<sup>2</sup> siendo 0.40 su relación agua/cemento, indicando que el primer diseño es adecuado para la rehabilitación de pavimentos rígidos.

Mendoza & Perez (2022), con la tesis "Evaluación de concreto Fast-Track y concreto convencional en la construcción de pavimentos rígidos, Juliaca, Puno, 2022", el propósito de esta investigación consistió en realizar una evaluación comparativa sobre el uso de concreto rápido y concreto convencional de los pavimentos rígidos. Aplicada fue el tipo de estudio, cuantitativa, experimental, y dicha población se compone de la actividad de producción y preparación de concreto., el estudio tuvo como muestra 36 und de concreto, no probabilístico fue el tipo de muestreo, el instrumento utilizado fue fichas técnicas, como producto del ensayo de compresión del concreto patrón Adición 01, Adición 02 y Adición 03 obtuvieron 35.30, 210.98, 216.41 y 224.55 kg/cm<sup>2</sup> a las 24 horas, respectivamente. En el ensayo de flexión, las Adiciones 01, 02 y 03 obtuvieron 4.88, 29.12, 29.38 y 30.41 kg/cm<sup>2</sup> después de 24 horas de curado, Para evaluar las propiedades físicas, se utilizaron temperaturas de 23.7°C, 24.1°C, 25.8°C y 29.6°C, el ensayo de contenido de aire obtuvo 1.5%, 2.2%, 2.3% y 2.5%, mientras que el ensayo de asentamiento "SLUMP" obtuvo 4", 3", 3" y 3" respectivamente. En la conclusión, se aprecia que los resultados con respecto al contenido de aire

cambiaron a la temperatura de diseño del concreto, mostrando un contenido de aire inicial y final de 1,5% y de 2,5% respectivamente, con temperaturas entre 23,7 y 29,6 °C.

Como antecedentes internacionales tenemos a Pimenta (2018), en su estudio denomina “Análisis de influencia de la mezcla en resistencia de un hormigón de Fast-Track para pavimentos rígidos”, siendo el objetivo encontrar el diseño de hormigones Fast-Track grado 2.5 Mpa a edades de 12 y 24 días con integración de aditivo plastificante para lo cual utilizó aplicativo su estudio con enfoque cuantitativo de diseño cuasi experimental, esto indica que tuvo un estudio de los diseños de concreto optimizando desde el diseño patrón hacia las diferentes dosificaciones de aditivos con el fin de lograr el mejor diseño de concreto de fast-track, la población fueron las unidades de concreto moldeadas las muestras utilizadas fueron probetas probadas en equipos de laboratorio, lo que resultó en un muestreo no probabilístico, ya que las muestras fueron tomadas por conveniencia, el instrumento utilizado fueron fichas técnicas, con los resultados comparándolos y obteniendo los parámetros de diseño ideales las adiciones fueron medidas por medio de porcentajes las cuales fueron en dosis de porcentaje de aditivo plastificante sika plastimix de 300 las edades para las pruebas realizadas fueron de 12 y 24 días En lo que respecta a la interacción agua/cemento para el diseño de mezclas. obteniendo resultados de asentamiento de 18 a 19 centímetros concluyendo en resultados favorables hacia su estudio donde presenta una resistencia de mayores a los 438kg/m<sup>3</sup> estos resultados fueron procesados por el investigador y especialistas en el tema estudiado.

Según los estudios nacionales la investigación de Villarreal et al. (2019) en el artículo con el tema “Diseño y elaboración de concreto fast-track” El objetivo del estudio fue diseñar y fabricar un tipo de concreto con resistencia alta conocido como concreto fast-track. El enfoque metodológico utilizado en este estudio fue de naturaleza experimental y aplicada se utilizó una población que fue la elaboración probetas cilíndricas de 24 horas de curado. Se realizaron dos diseños de concreto, uno convencional y el otro concreto fast-track. El muestreo fue no probabilístico, el instrumento utilizado fue fichas técnicas, obteniendo resultados de resistencia

promedio en 24 horas a 220.28 kg/cm<sup>2</sup>, En el transcurso de 2 días, se registró 249.54 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que 5 días 305.10 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, después de 7 días, se observó una presión de 358.25 kg/cm<sup>2</sup>. Según esta investigación concluyo el aumentó su resistencia de 210.0 kg/cm<sup>2</sup> en 24 horas siendo esta resistencia de 220,28 kg/cm<sup>2</sup>, también es posible que el contenido de agua puede reducirse debido a que su slump supera las 4", lo que reduciría la relación a/c y aumentaría la firmeza del concreto fast-track.

Paliza & Quispe (2017), con su tema de artículo "Diseño de mezclas concreto fast track en reparación y rehabilitación de pavimentos en la ciudad de Arequipa", teniendo como objetivo plantear el fast-track (concreto - resistencia alta) como una opción para el repavimentado y rehabilitación, con concreto mayor a 280 kg/cm<sup>2</sup> después de 8, 12 y 24 horas. La metodología utilizada fue experimental aplicado y la población es el concreto elaborado, así mismo la muestra fue realizar tres diseños de concreto con cementos Portland HE, IP y I, con interrelaciones entre cemento y agua 0.40, 0.38 y 0.35 para el Cemento HE, 0.30 y 0.40 para el cemento IP y 0.33 para cemento Tipo I, El muestreo se tomó por conveniencia, por lo que no es probabilístico. El instrumento utilizado fueron fichas técnicas, teniendo la resistencia a compresión en 24 horas para HE/0.40 el valor de 325 kg/cm<sup>2</sup>, HE/0.38 el valor de 329 kg/cm<sup>2</sup>, HE/0.35 el valor de 384 kg/cm<sup>2</sup>, IP/0.30 el valor de 315 kg/cm<sup>2</sup>, IP/0.40 el valor de 324 kg/cm<sup>2</sup>, I/0.33 el valor de 321 kg/cm<sup>2</sup> y resultó en una resistencia a flexión en un día para HE/0.40 el valor de 49 kg/cm<sup>2</sup>, HE/0.38 el valor de 50 kg/cm<sup>2</sup>, HE/0.35 el valor de 55 kg/cm<sup>2</sup>, IP/0.30 el valor de 51 kg/cm<sup>2</sup>, IP/0.40 el valor de 52 kg/cm<sup>2</sup>, I/0.33 el valor de 52 kg/cm<sup>2</sup>. El estudio concluye comprobándose que se puede obtener el diseño con resistencia mayor a 280 kg/cm<sup>2</sup> a 8, 12 y 24 horas curado; los diseños de flexión en su totalidad superan la mínima resistencia de 38.6 kg/cm<sup>2</sup> detallada por el Manual de Carreteras (EG-2013) para la apertura al tránsito.

Según los artículos internacionales en esta investigación, Billiot (2019), con el tema "Evaluación de concreto de apertura temprana al tránsito para rehabilitación de pavimentos", La finalidad era estimar la resistencia de diferentes tipos de hormigón a lo largo del tiempo para determinar cuándo se permitiría el paso a los vehículos.

Siendo de tipo experimental y aplicada metodológicamente, teniendo como población a los hormigones de apertura temprana (Concreto Fast-Track), teniendo como muestra donde se prepararon seis diseños de concreto utilizando proporciones agua/cemento igual a 0,42, 0,40 y 0,38. De los seis hormigones, tres se construyeron con cemento Portland ordinario de resistencia inicial alta de 50, mientras que el resto fue construido con cemento Portland mixto de 40. Dentro de las 24 horas posteriores al vertido, se realizó una investigación sobre la diversificación en la resistencia a compresión del concreto. Además, se registraron los valores obtenidos en los 7,14y28 días de edad como un complemento, dado que no constituían el objetivo principal del seguimiento. Se analiza la evolución de la resistencia para determinar cuándo la superficie de la carretera será abierta al tráfico; el muestreo fue no probabilístico, utilizado fichas técnicas como el instrumento, consiguiendo como resultados la resistencia a compresión a las 24 horas por el diseño con cemento normal portland de 50MPa resistencia alta inicial, que fueron para el diseño n°01 de 31.90 MPa, para el diseño n°02 de 38.6 MPa, para el diseño n°03 de 33.5 MPa; para el diseño con cemento portland compuesto de 40MPa fueron para el diseño n°04 de 19.00 MPa, para el diseño n°05 de 22.8 MPa, para el diseño n°06 de 17.5 MPa. Dando como conclusión que los diseños n°01, n°02 y n°03 realizados con cemento normal portland de resistencia inicial alta de 50 MPa, revelaron una mayor resistencia y, por lo tanto, un corto periodo para la rehabilitación y apertura del tráfico vehicular.

Sequeira (2019), con el tema “Resistencia mecánica en concretos de apertura rápido al tránsito en su investigación”, El objetivo fue utilizar la técnica de estudio de mortero de acuerdo con la normativa en una variedad de combinaciones diseñadas con las propiedades de este tipo de concreto, La investigación tubo como tipo de estudio experimental y aplicada metodológicamente. siendo el mortero la población. Basándose como muestra en cuatro diseños de concreto de la interacción entre agua-cemento de 0.35, 0.45, 0.40, 0.40 incorporando aditivos, SI/S2, S1,S1,S2 respectivamente a las relaciones, el muestreo no probabilístico, las fichas técnicas como instrumento, Obteniendo logros in términos de resistencia a la flexión durante un período de 24 horas en curado para M1 es de 2.9 MPa, M2 es de 2.5 MPa, M3 es de 1.2 MPa, M4 es de 1.3 MPa y para 7 días de curado se

obtuvo para M1 de 2.8 MPa, M2 es de 2.3 MPa, para M3 es de 3 MPa, M4 es de 1.45 MPa; así mismo, El ensayo de compresión tuvo como resultado de 1 día de curado fueron para M1 es de 17.5 MPa, M2 es de 15 MPa, M3 es de 15 MPa, M4 es de 17.5 MPa y para 7 días de curado para M1 en 17 MPa, M2 en 18.5 MPa, M3 en 17.5 MPa, M4 es de 19 MPa. Se ha llegado a conclusión que el aumento de la resistencia compresión fue homogéneo muy similar tanto a los períodos de curado den 1 y 7 días; el mortero 4 “M4” fue el mejor mortero ya que logra alcanzar la mayor resistencia de 17.5 MPa para 1 día de curado y 19 MPa para 7 días de curado siendo en una relación de agua/cemento igual 0.40 así su contenido en cemento es relativamente menor que las de los demás morteros; sin embargo, se puede utilizar cualquier dosificación para rehabilitar pavimentos.

Cahyo at et. (2019), con el tema “El Método de Vía Rápida Modificada para la aceleración del Proyecto de Construcción de Carreteras Cronograma”, en este artículo procedente de siendo el objetivo de desarrollar un diseño de concreto de fast-track para la construcción eficiente del pavimento rígido de una calle, la investigación tubo como metodología un nivel aplicativo, seleccionando la población de estudio la elaboración de concreto y utilizando como la muestra dirigido hacia el pavimento rígido, dichos estudios se enfocaron en analizar la resistencia compresión axial y lflexión en sus respectivos estados a sus edades de ensayo con respecto a los ensayos de concreto convencional se conoce sus estados de resistencia al 60%, 90% y 100% unas edades de siete días catorce días y veintiocho días respectivamente mientras que con la modalidad fast-track se busca obtener resultados más rápidos y favorables en su resistencia teniendo así objetivos con respecto a su hipótesis de veinticuatro horas tres días y siete días con sus porcentajes respectivos de resistencia tanto en compresión axial y flexión los , el muestreo fue no probabilístico usando instrumentos con fechas técnicas, teniendo como resultados de diseño resultado favorables contrastados en laboratorio este procedimiento fue propuesto y aplicado en la variable dependiente que es la construcción de la vía los investigadores concluyeron este estudio factible económicamente y reducción del tiempo de obra recomendando más estudios de este tema.

Según los artículos en otros idiomas en esta investigación, Kosar et al. (2023), con el tema "*Evaluation on early age concrete pavement strength by combined nondestructive tests*", mencionan que, durante la construcción de pavimentos de hormigón, para tomar decisiones de programación informadas, se requiere información detallada sobre el proceso de resistencia del hormigón. Para mejorar la estimación de la intensidad in situ, se pueden incorporar pruebas no destructivas para maximizar la información disponible e incrementar la eficiencia de la recolección. Las pruebas ultrasónicas pueden estimar con mayor precisión la resistencia del hormigón en edad temprana y los equipos externos pueden recopilar fácilmente más datos, mientras que las pruebas de madurez pueden usar modelos de temperatura para predecir el desarrollo de la resistencia por lo tanto el objetivo fue crear un procedimiento para combinar estos métodos con sus modelos de intensidad en el laboratorio para obtener datos de campo mejorados y aumentados. de tipo experimental fue el estudio aplicada y utiliza una muestra para realizar pruebas de compresión, SWV y temperatura. Debido a que las muestras se toman por beneficio siendo un tipo muestreo no probabilístico, los instrumentos usados fichas técnicas, Como resultado en la resistencia a compresión es de 37.9 para 14 días, por otro lado, las pruebas sónicas dieron para 1 día el valor de 22.8 MPa, para 3 días 29.8 MPa, para 5 días 30.5 MPa, para 7 días 34.7 MPa y para 14 días 36.1 MPa. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que, para los ingenieros de "pavimentos", la resistencia tempranas edades es una característica crítica del concreto, quienes confían en información de resistencia precisa para programar procedimientos de construcción sensibles al tiempo. Cualquier dato adicional recopilado de manera rápida y confiable les permite tomar decisiones más informadas sobre la programación de la construcción. Se recomienda combinar pruebas no destructivas para mejorar los datos de resistencia disponibles. El proceso descrito en este documento combina dos técnicas populares, cada una con ventajas únicas. Después de aplicar el procedimiento descrito anteriormente, las pruebas no destructivas se pueden utilizar juntas para determinar las estimaciones de resistencia y el desarrollo para obtener resultados más completos en el campo. Esta combinación también permite modificar el desarrollo de resistencia previsto en el campo para representar mejor la resistencia in situ, medida mediante pruebas ultrasónicas. Los beneficios de este procedimiento son más evidentes durante la

construcción debido a la flexibilidad de las pruebas. Las pruebas ultrasónicas se pueden usar rápidamente y con frecuencia en cualquier punto de preocupación en el pavimento para establecer la resistencia y la variabilidad de la resistencia en el transcurso de la obra. Posterior a ello se pueden usar sensores térmicos o modelos de temperatura para determinar cómo se desarrollará la resistencia en el futuro y para determinar cuándo se podrían iniciar los procedimientos de construcción, como la apertura al tráfico o el corte de juntas.

## **Teorías**

### **Variable Independiente: Temperatura del Concreto fast-track**

#### **Concreto**

Abanto (2009), menciona que el concreto en la creación de pavimentos rígidos garantiza perpetuación y una adecuada distribución de cargas vehiculares en las capas de subbase y terraplén, De manera similar, al usar concreto para los pavimentos, podemos crear superficies que requieren poco mantenimiento y soportan mucho mejor el tráfico de vehículos pesados.

#### **La Temperatura**

Pasquel (2014), indica que la temperatura del concreto tiene un rol de importancia en la durabilidad y calidad del concreto. Es crucial La temperatura del concreto fresco porque si es demasiado alta, el concreto puede endurecerse demasiado rápido, afectando su futura resistencia y durabilidad.

#### **Rangos de Temperatura**

Portugal (2007), Menciona que la inclusión de rangos de temperatura durante el proceso de preparación de estructuras de concreto permite realizar predicciones acerca de las características mecánicas y físicas del material, como también evaluar el impacto que los cambios de temperatura pueden tener sobre el concreto.

### **Variable Dependiente: Propiedades de Concreto fast-track**

#### **Concreto fast-track**

ASOCEM (1993), promueve la tecnología concreto fast-track en el país, permitiendo acelerar el proceso de pavimentación con el uso de la tecnología fast-track para evitar problemas en el congestionamiento vehicular, esta tecnología garantiza que el concreto elaborado tendrá características similares o superiores al concreto convencional.



## **Enfoques conceptuales**

### **Variable Independiente: Temperatura del concreto**

#### **Pavimento de concreto hidráulico**

se le conoce como pavimento rígido , siendo una estructura constituida en capas estas están apoyadas en toda su superficie sobre un terreno dispuesto para soportar a lo largo de un período de servicio, debiendo estar en un rango de serviciabilidad.

#### **Pavimento Rígido**

Se refiere a un tipo de pavimento construido con losa de concreto, esta losa se utiliza principalmente para realizar una función estructural, importante al aguantar el peso de los vehículos y distribuirlo adecuadamente en la subbase del pavimento su estructura. Es fundamental enfatizar que el pavimento rígido presenta algunas ventajas en comparación con el pavimento flexible el rígido es más duradero y requiere menos mantenimiento a largo plazo. Además, es más resistente a las cargas pesadas y a los escenarios climáticos extremos.

#### **Concreto**

Este está hecho de cemento, agua y agregados gruesos y finos, esta mezcla debe estar determinada por un diseño previo de mezclas que se basó en estudios de los agregados y del tipo de concreto al cual se destina, el concreto tiene diferentes tipos y variables dependiendo del uso requerido. Es un elemento fabricado para estructuras de elementos donde necesitan una alta resistencia a las cargas.

#### **Componentes del concreto**

Consisten en cemento, agua y agregados, tanto finos como gruesos; el cemento es un elemento o material usado en la fabricación del concreto, también conocido como aglutinante hidrofílico, que es un producto elaborado calcinando piedra caliza, arenisca, arcilla, etc., hasta obtener un polvo muy fino, cuando se agrega agua, se vuelve duro y resistente. y pegajoso; el agua tiene como función que el cemento se hidrate, la lubricación en consistencia de concreto, el agua debe cumplir con requisitos para ser químicamente segura y evitar daños al concreto elaborado; el agregado grueso consiste en una mixtura de grava y material triturado, siendo la

piedra material obtenido en depósitos naturales (ríos, lagos, minas u otros reservorios de material), Este es de gran espesor. La gradación específica es una característica mutable que debe ser considerada., esta clasificación puede cumplir con requisitos específicos de empleo o tipos de uso que se pueden encontrar en las regulaciones; y por último se tiene el agregado fino, material que podemos encontrar en los sedimentos naturales de los ríos, así como a través de los productos de las rocas rotas, estas características de tamaño de partícula pueden variar en gradación, pero deben adaptarse a un tipo específico de rotor que se usará en la producción de concreto.

### **Aditivos**

Los aditivos químicos desempeñan este rol importante en diseño y producción del concreto. Los superplastificantes y plastificantes son los aditivos más comunes, ya que hay una variedad de estos aditivos estos se clasifican de acuerdo con las normas ASTM, lo que significa que pueden actuar como aceleradores y reductores de fraguado, estos se pueden utilizar de diversas formas, por ejemplo, para disminuir la necesidad de cemento e incrementar la trabajabilidad y la resistencia. Además, se establece que el uso de estos aditivos debe tener un futuro deliberado de optimizar las propiedades del concreto de acuerdo con el uso previsto del concreto.

### **Temperatura de concreto**

La temperatura de concreto tiene un rol vital en la calidad y durabilidad del concreto, es especialmente importante ya que si es demasiado alta el concreto puede endurecerse demasiado rápido afectando su futura resistencia y durabilidad. La temperatura de concreto se mide mediante la norma ASTM C 1064 y es importante monitorear cuidadosamente durante todo el proceso de vertido, fraguado y endurecimiento para asegurar la calidad del concreto y durabilidad .

## Variable 2: Propiedades de concreto fast-track

### Concreto fast-track

Siendo diseño donde una características es que se puede abrir rápidamente para su uso debido al concepto de que están diseñados principalmente para reparar aceras o estructuras del pavimento con alto tráfico de entrada, este proceso de construcción es muy útil en la liberación de concreto y obras. Los elementos que incorporan un diseño de vía rápida tienen la misma resistencia que el concreto convencional. Entre las muchas ventajas del diseño, también se utiliza en estructuras de liberación rápida, para la construcción de elementos monolíticos. Puede tener desventajas durante la construcción, como el vertido acelerado debido a la posible desventaja de que el concreto tenga una alta velocidad de fraguado, lo que conduce a accidentes ocurridos en el vertido, resultando en posibles vacíos en el concreto.

### Propiedades físicas de concreto fast-track

#### Slump

La consistencia d concreto es una medida que refleja el nivel de sequedad o fluidez del material, lo que hará que algunas propiedades no se presenten bien; por lo general esta medida se obtiene por Abrams, esta consistencia puede variar debido al clima (viento, sol, temperatura y humedad ambiental).



**Figura 1.** Prueba de Slump.

Fuente. Elaboración propia.

### **Contenido de vacíos.**

Esta característica está presente en todas las variedades de concreto, ya que se localiza en los poros no saturados del agregado. y forma bolsas de aire entre los elementos que integran en el concreto cuando queda atrapado en el transcurso de la mezcla o cuando se incorpora intencionalmente mediante el uso de agentes de arrastre. Existen diversos modelos de materiales que son usados en la construcción, como el cemento y los aditivos inclusores de aire. Incluso el concreto, en su forma senza aditivos, tiende a presentar la presencia de aire que oscila en 1% and el 2% del volumen en la mezcla. Por otro lado, cuando se incorporan aditivo incrementadores aire, el contenido aire in el concreto puede aumentar hasta un rango de entre el 4% y el 8%. Se dan factores que influyen la composición del aire presente en el concreto. El primero de ellos es cantidad de material que logra atravesar el tamiz número 200, mientras que segundo factor is la presencia de materia orgánica. Además, es importante destacar que el uso de material de tamiz número 200, como arcilla, este reduce el % de aire en el concreto. En casos donde los agregados contienen materia orgánica, esto puede dar como resultado la formación de burbujas de aire no deseadas e incrementar la capilaridad del concreto. Cuando se usa agregados sucios es el factor que ocasiona modificaciones in la composición del aire.



**Figura 2.** Prueba de contenido de vacíos.

Fuente. Elaboración Propia.

## **Propiedades mecánicas de concreto Fast-track**

### **Resistencia a compresión**

Hace referencia al estudio del comportamiento del hormigón en su estado endurecido, específicamente en relación a sus propiedades mecánicas, donde se prueba la resistencia a una carga axial simulando el hormigón en estado de cargas sobre el elemento. Este concepto indica el grado de resistencia que se obtiene de acuerdo con el diseño del concreto con perspectiva al tiempo de curado a su máximo día de resistencia, el cual se puede medir en MPa y Kg/cm<sup>3</sup>, este grado de medida se aplica a la fuerza aplicada sobre el hormigón. Para evaluar el resultado de la compresión axial, el procedimiento consiste en construir testigos cilíndricos de hormigón con el diseño necesario. El concreto será ensayado para una resistencia del 60%, 90% y 100% en el transcurso de siete, catorce y veintiocho días, respectivamente. La prensa hidráulica, que simula la fuerza ejercida al hormigón, se utilizará como herramienta y proporcionará resultados sobre la resistencia actual de concreto.



**Figura 3.** Prueba de resistencia a compresión.

Fuente. Elaboración Propia.

### **Resistencia a flexion**

Las propiedades mecánicas bajo una carga axial se usa comúnmente para evaluar el momento de falla de vigas o prismas concreto endurecido. El 10% de la compresión se atribuye a la resistencia a flexión, lo cual proporciona el valor de

módulo de ruptura (MR) de concreto, un importante parametro en el cálculo estructural de los pavimentos rígidos. Asimismo, en la realización de los ensayos se deberán seguir los procedimientos de especificación indicados por la ASTM.



**Figura 4.** Prueba de resistencia a flexion.

Fuente. Elaboración Propia.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Siendo aplicada hace referencia a los medios estudiados haciendo que sea practica y con resultados más próximos a la realidad, (18) en el presente estudio se tienen las características donde se podrán poner en aplicación a las problemáticas actuales donde se están estudiando, este procedimiento dará más veracidad a los resultados.

**Enfoque de investigación:** El enfoque del estudio es cuantitativa representa procesos en una secuencia lineal que no puede saltar los procedimientos la idea va conformando un conjunto de conceptos en donde nacen interrogantes e hipótesis se establecen una forma de procedimientos mediante ensayos y conjugaciones donde nacen variables estos conllevan a una relación entre los mismos haciendo los experimentos dando frutos a resultados con interpretaciones de conclusiones que se representaran en forma estadística a lo que llamamos enfoque cuantitativo, (19) la investigación que se realiza tiene como conformación de recolección de datos en forma estadística y numérica con representaciones en variables medidas en tablas este procedimiento se repite hasta el final de la investigación los datos tomados y la generación de variables conllevan a tomar **enfoque cuantitativo**.

**El diseño de investigación:** Adopta un enfoque diseño experimental tiene como concepto la realización de una acción de manipulación de una variable sobre otra con el fin de observar los cambios de esta misma verificando así las hipótesis planteadas y obteniendo conclusiones para el despeje de las incógnitas planteadas al inicio de la investigación, (19) enfocándonos en los tipos de diseño experimental encontramos la cuasi experimental donde infiere el concepto de la manipulación de una variable por encima de otra variable sin tener total control de las dos haciendo que el experimento sea realizada en forma de mediana intervención. Esta investigación se concentra en los resultados que se podrán despejar mediante la experimentación en observación de los resultados aplicados dando conceptos empíricos acerca del tema de estudio.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable Independiente: Temperatura de concreto**

**Definición Conceptual:** Esta temperatura del concreto es un factor crucial a tener en cuenta durante la elaboración de edificios y estructuras. Durante la colocación del concreto fresco, es necesario controlar su temperatura, la máxima temperatura permitida del concreto en sitio es de 32 °C, mientras que otros autores sugieren un rango de entre 30 °C y 40 °C. (Pasquel, 1993, p. 79)

**Definición Operacional:** Se analizará un rango de temperaturas en concreto con el propósito de evaluar las propiedades físicas y mecánicas

#### **Variable dependiente: Propiedades de concreto fast-track**

**Definición Conceptual:** El concreto fast-track es un tipo de concreto diseñado para acelerar el proceso de construcción de estructuras con molde fijo o deslizante, donde se requiere poner en funcionamiento en el menor tiempo posible. Este tipo de concreto tiene varias ventajas, incluyendo alta durabilidad y resistencia. Para aumentar la resistencia del Concreto Fast-Track (CTF), se ha incorporado el agua de mezcla a temperatura que varían entre 60 y 40 grados Celsius. (Jara & Otros, 2016, P3)

**Definición Operacional:** Se evaluarán sus propiedades físicas y mecánicas del concreto fast-track tomando en cuenta varias temperaturas del concreto simulando los factores climáticos de la temperatura propia de la región donde se realiza la investigación.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

“La población tiene un conjunto de elementos que tiene relación en tiempo y espacio adoptando características similares para una relación sin obstrucciones dados que sus componentes guardan una relación” (19) La población de esta investigación es de 1 m<sup>3</sup> de concreto

#### **Muestra:**

La muestra tiene como definición en dos tipos una probabilística y no probabilística la muestra probabilística tiene como función que en su totalidad de los elementos



de una población tiene la posibilidad de participar del estudio mediante la selección aleatoria mientras que la no probabilística se basa en una selección no aleatoria sino donde los sujetos o elementos son seleccionados específicamente por los requerimientos del investigador, (19). Para esta investigación la muestra constara de 9 ensayos a compresión, 6 ensayos a flexión, 9 ensayos de asentamiento, 9 ensayos de contenido de aire.

#### **Muestreo:**

Tiene como concepto la toma de elementos según la muestra seleccionada dependiendo de esto se podrá efectuar la modalidad de muestreo, en el muestreo de una muestra no probabilística en donde los elementos participantes tendrán una selección el investigador deberá de acatar algunos parámetros de la norma para guiarse de la selección (19) Esta investigación será tomada en forma no probabilística ya que los investigadores toman por conveniencia la cantidad y rangos de estudio

#### **Unidad de analisis:**

Se define en términos de los elementos que intervienen en un estudio, como objetos, personas, sucesos, hechos o fenómenos , (19) las unidades de análisis para la presente investigación serán tomadas en forma de recolección de datos mediante fichas que el investigador tendrá que validar con expertos y los datos recolectados serán resueltos en Excel mediante este procedimiento se obtendrá los resultados despejando ciertas dudas.

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

#### **Técnicas**

Los métodos ´para recolectar los datos através del proceso experimental., procesamiento en registro y posteriormente llevado a carpeta para su evaluación, (21) esta técnica de recolección está situada en la agrupación de elementos desde la investigación de elementos hasta su experimentación el manejo de variable independiente hacia la dependiente, de ahí , dicha técnica de observación de datos es la más adecuada para ser aplicada in esta estudio.

### **Instrumentos de recolección de datos**

“Será guía de acopio de campo” (21) este método aplica a la recolección adecuada con el fin de anotar los datos cuantitativos que se irán produciendo a lo largo de la investigación esto se puede realizar mediante fichas de control de campo o fichas de control de laboratorio

### **Validez**

Es una forma gradual en que mide la variable para darle una conformidad sea mayor o menor este proceso de identificación se establece en todo el proceso de investigación (19) La validez será conformada por un experto en el área de la investigación y contará con tres firmas en las fichas de recolección de datos para darle una mayor credibilidad a la investigación este proceso conllevará a una revisión de las bases del investigador.

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Este concepto aplica cuando el ensayo o experimento se realiza múltiples veces teniendo como resultados similares y coherentes entre unos y otros entre más se realiza el ensayo más confiabilidad tendrá el experimento (19) La confiabilidad en este estudio será verificada por la certificación de calibración de los equipos utilizados otro medio también es la preparación del equipo técnico que intervendrá en la investigación mediante ensayos este personal solo participará con previa certificación y experiencia en el estudio establecido.

### 3.5. Procedimientos:

#### Reconocimiento de canteras

#### Extracción de agregados para el diseño del concreto fast-track

Los materiales utilizados en la implementación del proyecto de concreto desde fueron adquiridos desde la Cantera Marón, ubicada en la Avenida Amparo Baluarte Cornejo, del distrito de San Antonio, Región Moquegua. El material resultante consistió en grava y arena



**Figura 5.** Plano de localización de la cantera Marón.

Fuente. Google Earth.



**Figura 6.** Extracción de agregados de la cantera Marón.

Fuente. Elaboración Propia.

## Caracterización de los materiales

### Caracterización del cemento

Se realizó la adquisición de cemento “Yura HE” de alta resistencia inicial.



**Figura 7.** Cemento “Yura HE”

Fuente. Cementos Yura.

### Caracterización de los aditivos

Se realizó la adquisición de aditivo acelerante de fragua (SikaRapid-1) y superplastificante (SikaCem® Plastificante). El agua empleada fue agua potable.



**Figura 8.** Aditivo acelerante de fragua y superplastificante

Fuente. Elaboración propia.

### Caracterización del agregado grueso

#### Análisis Granulométrico

La norma ASTM C136 indica obtener una muestra representativa de Piedra Chancada para luego proceder a lavar los materiales, después del lavado se lleva

al horno durante 24 horas con una temperatura de  $110 \pm 5$  °C; una vez limpio y seco se realizará a tamizar los materiales dando movimientos horizontales y continuos para conseguir la masa del material retenido en cada malla y así calcular los porcentajes el material retenido. Los tamices empleados para la piedra chancada son 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4.



**Figura 9.** Pruebas de tamaño de partículas de piedra triturada

Fuente. Elaboracion propia.

### **Peso específico del material de piedra chancada**

Bajo la norma ASTM C127 (peso específico de agregados gruesos), indica obtener una muestra representativa del material (Piedra Chancada), para luego proceder a saturarlo con agua a temperatura ambiente durante 24 horas, una vez saturado se

retira la película de agua que tiene la piedra, Pesar el material remojado en agua para obtener la masa del peso saturado con una superficie seca para evitar que el material se evapore, y finalmente colocar el material en el horno por un día, a una  $T^{\circ}$  de  $110 \pm 5^{\circ} C$



**Figura 10.** Prueba peso específico de piedra chancada.

Fuente. Elaboración propia.

### **Peso unitario de piedra chancada**

La norma ASTM C 29 (peso unitario de los agregados) señala obtener una muestra de Piedra Chancada, en este ensayo existen dos pesos unitarios, uno es peso unitario suelto y el peso compacto. Para determinar el peso unitario suelto, se procedió a llenar un recipiente de volumen conocido con el material seleccionado utilizando un cucharón, a una altura no mayor a dos pulgadas, una vez lleno este se enrasa con una regla metálica para luego obtener la masa del material con el recipiente; determinar el peso específico compacto se llenó el recipiente de volumen conocido en tres partes el primer tercio del volumen, se varilla con 25 golpes en forma espiral y así mismo con las siguientes partes, una vez completado el proceso de llenado, se nivela la superficie utilizando una regla metálica, con el objetivo de obtener la masa total del material junto con el recipiente.

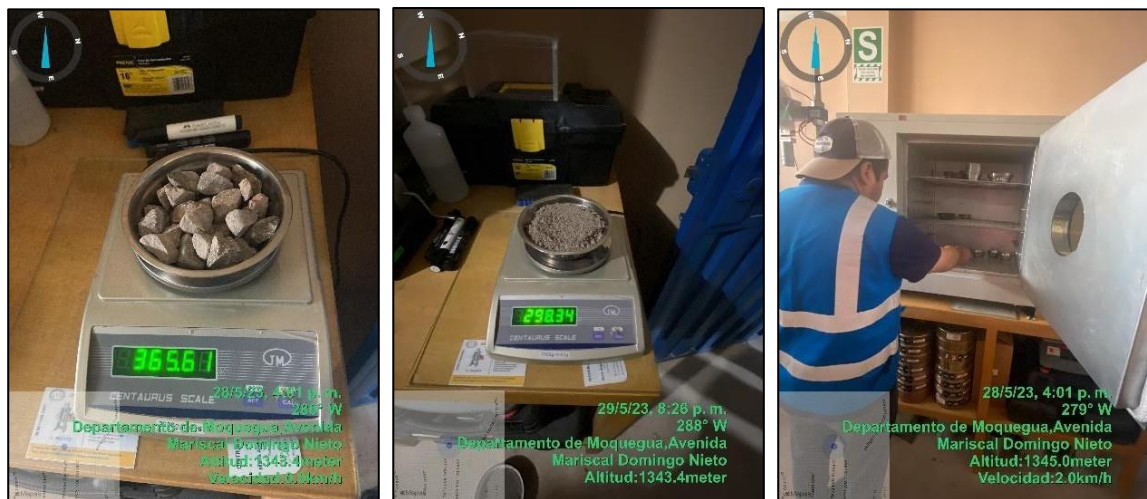


**Figura 11.** Prueba de peso unitario de piedra chancada.

Fuente. Elaboracion propia .

### Contenido de humedad

Bajo la norma ASTM C 566 “contenido humedad de l agregados” Indica que se obtuvieron muestras representativas de cada material. (arena gruesa y piedra Chancada) en donde la muestra materiales se llevará durante 24 horas al horno con una temperatura de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**Figura 12.** Ensayo de contenido de humedad en los materiales.

Fuente. Elaboracion propia.

### Desgaste por abrasión

La norma ASTM C 131 “desgaste por abrasión en máquina de Ángeles” señala que se debe obtener y clasificar la muestra como lo establece la norma, para nuestro caso utilizara la muestra B, la cual es aquella que pasa el tamiz número 4 y que se retiene en la malla número 8. Se deberá tomar 5000 gr de muestra para lavarla y luego secar en el horno a la T° de  $110 \pm 5$  °C. Se colocará en máquina de los ángeles la muestra y se hace rotar de 30 a 33 revoluciones por minuto a 500 revoluciones. Luego descargará la muestra de la maquina y se hará la división de muestra en el tamiz número 12. Se recomienda realizar una limpieza adecuada de la muestra, la cual debe tener un grosor superior a 1.70 mm. Posteriormente, se debe la muestra colocar en un horno de una T° de  $110 \pm 5$  °C con el fin de secarla hasta obtener una constante masa. Finalmente, determinándose la masa de la muestra, aproximándola al gramo más cercano. El porcentaje de abrasión es peso inicial menos el peso final seco dividido entre el peso inicial seco multiplicado por 100, los pesos deben ser en gramos.



**Figura 13.** Ensayo de desgaste por abrasión

Fuente. Elaboracion propia.

### Terrones de arcilla y partículas deleznable

Bajo la ASTM C142 “terrones de arcilla y partículas deleznable en grava” indica separar muestras en diferentes tamaños utilizando los tamices n°4, 3/8, 3/4, 1 1/2 pulgadas, sus pesos de muestra de ensayos serán de 1000, 2000, 3000, 5000



gramos, respectivamente. Se recomienda realizar una limpieza adecuada de la muestra, la cual debe tener un grosor superior a 1.70 mm. Posteriormente, se debe colocar muestra in un estufa an una temperatura de  $110 \pm 5$  °C con el fin de secarla hasta obtener constante masa Finalmente, se determinará la masa de la muestra, aproximándola al gramo más cercano. Es necesario partir cada porción en tamaños pequeños, hacerla rodar y apretarla entre el pulgar y el índice. No utilice la uña para rasgar piezas ni presionarlas contra superficies duras. Una vez trituradas todas las partículas, se separa el polvo del resto de la muestra mediante un tamiz húmedo sobre la rejilla especificada en la norma. El tamizado empapado debe realizarse efectuando correr agua en la muestra mediante un tamiz y agitándolo con la mano hasta que se elimine el material más pequeño. Finalmente, las partículas capturadas deben retirarse cuidadosamente de la rejilla, enfriarse en seco a  $110 \pm 5$  °C y pesarse la muestra.



**Figura 14.** Ensayo de terrones de arcilla y partículas deleznales.

Fuente. Elaboración propia.

### **Carbón y lignito**

La norma ASTM C123 (determinación de % de partículas livianas) para agregado grueso, se recomienda permitir que la muestra seca se enfríe antes de proceder a tamizarla utilizando un tamiz de tamaño número 4. y determinar la mas de la muestra más gruesa que el tamiz número 4, luego se debe introducir el líquido pesado en un recipiente adecuado, deberá ser tres veces menor el volumen del

líquido que del volumen del relleno. El tamiz debe eliminar y retener las partículas flotantes en la superficie. Continúe mezclando las partículas restantes, eliminando las partículas flotantes hasta que no se encuentren más partículas en la superficie. Las partículas tamizadas se lavan con un solvente adecuado para eliminar el líquido pesado, luego se secan y se calcula la masa de las partículas al gramo más cercano". Para garantizar la precisión de la medición, las partículas se secan hasta una masa constante a  $110 \pm 5$  °C y se determina el valor de masa de las partículas secas en suspensión.



**Figura 15.** Prueba de partículas livianas en el agregado grueso .

Fuente. Elaboración propia.

### **Partículas fracturadas mecánicamente**

Bajo la norma ASTM D 5821 (determinación de caras fracturadas en los agregados) Como se especifica en ASTM D75, el muestreo y secado de los agregados es necesario para separar eficazmente el material grueso que se va a cribar. Dicha muestra somete a un proceso de tamizado utilizando una malla de tamaño N°4, con el objetivo de determinar la dimensión de partículas del agregado grueso. La masa de muestra debe ser según la tabla de la norma. Lavar el espécimen a través de un tamiz adecuado para eliminar todo el material y secar a  $100 \pm 5$ °C. En seguida se debe determinar su masa de la muestra seca. Extienda sobre una superficie grande la muestra seca, limpia y plana para comprobar todos los detalles. Si una faceta es mayor al 25% del área transversal máxima de la partícula, se debe considerar dañada. Se deben separar las piezas con más de dos lados, las piezas con un lado y las piezas con un lado continuo. Observe las masas de estas tres categorías de partículas rotas.



**Figura 16.** Prueba de partículas fracturadas en agregado grueso.

Fuente. Elaboración propia.

### **Partículas chatas y alargadas**

La norma ASTM D4791 (“determinación del % de partículas planas y alargadas en grava”) indica que la muestra es representativa del agregado y debe obtenerse dividiéndola en cuartos y luego separándola en tamaños (1 ½ a 3/8 pulgadas) a través de un tamiz. Esta suele ser la masa mínima de muestra especificada en la tabla. Las muestras se deben secar en la estufa a  $100 \pm 5$  °C de temperatura para garantizar que corresponden a las masas mínimas especificadas en las tablas estándar. Determinar la masa restante en cada tamiz y calcular el porcentaje restante parcialmente para cada fracción. Para determinar las dimensiones de cada partícula, como longitud (tamaño de partícula más grande), ancho (tamaño de partícula promedio) y espesor (tamaño de partícula más pequeño), cada partícula debe evaluarse como una partícula y luego evaluarse como una longitud de la partícula. La mayor parte. Abra el calibrador y ajústelo a este rango. Después del mismo espesor de partícula, pasa a través de un orificio más pequeño. Se considera liso y estirado si su espesor pasa completamente por el orificio más pequeño del calibre. Divida las piezas en dos grupos: (1) planas y largas. o (2) plano y no largo. Finalmente, registra la masa de cada grupo como una fracción.



**Figura 17.** Ensayo de partículas planas y alargadas - agregado grueso.

Fuente. Elaboración propia.

## Caracterización del agregado fino

### Análisis Granulométrico

Norma ASTM C136 indica obtener una muestra representativa de Arena gruesa, para luego proceder a llevar al horno durante 24 horas con una temperatura de  $110 \pm 5$  °C; una vez seco se realizará a tamizar los materiales dando movimientos horizontales y continuos para lograr la masa del material retenido en cada malla y así calcular los porcentajes el material retenido.



**Figura 13.** Ensayo granulométrico - arena gruesa

Fuente. Elaboración propia.

### Peso unitario de la arena gruesa

La norma ASTM C 29 (peso unitario agregados) Esto indica que se deben obtener muestras representativas de arena gruesa, para la arena sólo se realiza peso libre. Para establecer la unidad de peso sin carga, luego se llena un recipiente de vol. conocido, denominado balde, con el material seleccionado hasta alcanzar una altura que no exceda los 5 cm. Después de llenarlo, nivélelo con una regla de metal y mida la masa del peso



**Figura 14.** Ensayo del peso unitario de arena gruesa.

Fuente. Elaboración propia.

### Peso específico de arena gruesa

La norma ASTM C128 (peso específico - agregados finos) indica obtener una muestra representativa del material (Arena gruesa), Posteriormente, se procede a someterlo a un proceso de saturación con agua durante un período de un día a una T° ambiente., una vez saturado, se retira del recipiente para expandirlo en una superficie no absorbente a una temperatura ambiente, para lograr las muestras saturadas con superficie seca; se verifica mediante el cono truncado llenándolo y apisonando con 25 golpes a una altura de 1 cm, una vez que se desplome de los bordes del cono el material ya estará listo para continuar con el ensayo. Se emplea una fiola de 500 ml para llevar a cabo el experimento. Se determina la masa de la fiola, incluyendo el agua destilada. La segunda masa corresponde al peso de material saturado con superficie seca. La tercera masa obtenida es la suma del

peso de la fiola, el agua destilada y material saturado de superficie seca. Finalmente, el material ensayado se somete a un horno de una temperatura de  $110 \pm 5$  °C durante 24 horas.



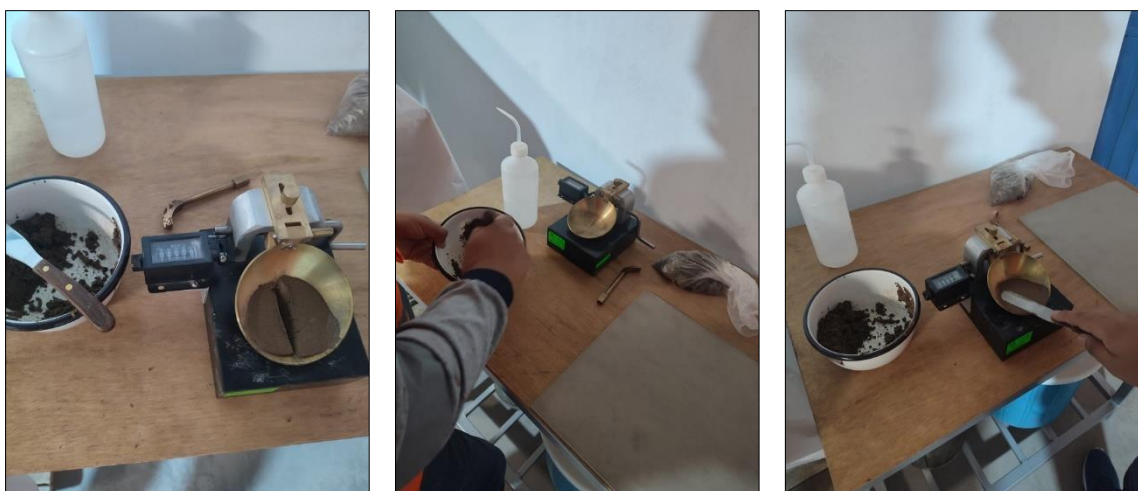
**Figura 20.** Prueba de peso específico de arena gruesa.

Fuente. Elaboración propia.

### Índice de plasticidad

La norma ASTM D4318 señala que se debe mezclar la muestra por completo en un recipiente y ajustar el contenido de humedad según sea necesario girando el límite líquido aproximadamente de 25 a 35 veces para cubrir la capa preliminar. Con una espátula, coloque una porción de la muestra en el vaso restrictor de líquido donde el vaso descansa sobre la base y presione para esparcirla en el fondo del vaso hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm. Se estrecha hasta que el punto más profundo forma una superficie horizontal. Se procede a realizar el trazado del patrón de la herramienta mediante una línea diagonal que se extiende a lo largo de la conexión entre los puntos + altos y bajos del borde de la maceta, generando surcos en la muestra. Cuando se proceda a realizar un corte circular en un recipiente, se recomienda sostener la herramienta in contacto con la superficie del mismo y desplazarla en un movimiento de arco. Es importante mantener la herramienta en una posición perpendicular a la superficie del recipiente durante todo el desplazamiento. Asegúrese de que no queden residuos de suciedad en la

parte inferior o inferior de la máquina. Gire la manivela entre 1,9 y 2,1 golpes por segundo para levantar e insertar la copa. En segundo lugar, hasta que las dos mitades de la placa base se unan en la parte inferior de las ranuras espaciadas a 1/2 pulgada (13 mm) de distancia. Registrar cuantos golpes fueron necesarios para cubrir el surco, devuelva la muestra restante en la taza a la maceta, mezcle la muestra en la maceta y agregue agua destilada para incrementar el contenido de humedad del suelo y reducir los numero de golpes. El agujero debe estar cerrado. Para cerrar la ranura con menos golpes consecutivos, repita 11.01-11.06 dos o más veces.

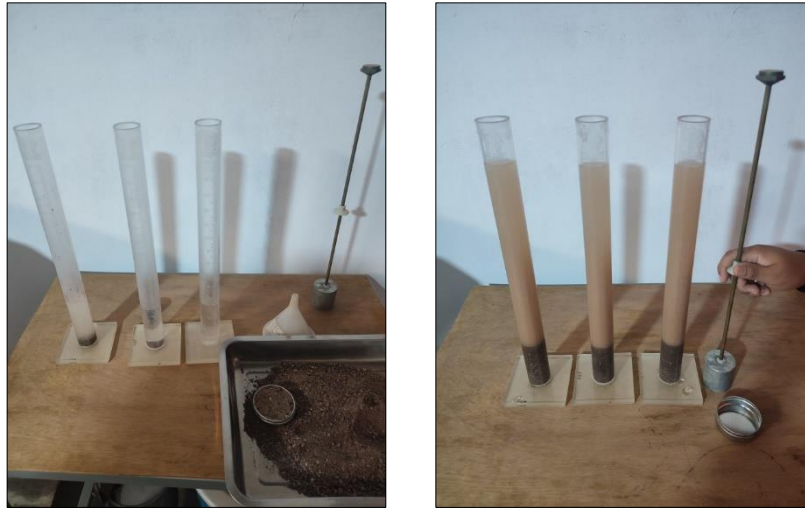


**Figura 21.** Ensayo de Índice de plasticidad en la arena gruesa.

Fuente. Elaboración propia.

### **Equivalente de arena**

Según norma ASTM D 2419-02 indica que se debe vertir una de las muestras de prueba en un cilindro de plástico a través de un embudo para evitar fugas. Aplicando golpes suaves con la palma de la mano en repetidas ocasiones sobre el fondo del cilindro, se procede a quitar las burbujas de aire presentes y humedeciendo el espécimen por completo. Dejar la muestra y el cilindro húmedos durante  $10 \pm 1$  min. Al final del período de remojo de 10 minutos, se cierra el cilindro y se agita y se invierte parcialmente para aflojar el material del suelo. Después de retirar el material de debajo del cilindro, mezcle el cilindro y su contenido manualmente o mecánicamente.



**Figura 22.** Prueba de equivalente de arena para la arena gruesa

Fuente. Elaboración propia.

### **Terrones de arcilla y partículas deleznales en agregado fino**

La norma ASTM C142, indica medir la masa del espécimen con la precisión especificada en la norma, extender una fina capa en la base del recipiente, cubriendo con agua destilada y dejando durante  $24 \pm 4$  horas en remojo. Intente separar las piezas en trozos más pequeños girándolos y pellizcándolos individualmente entre el pulgar y el índice. Las partículas reducidas a partículas lo suficientemente finas como para triturarlas con los dedos y tamizarlas a través de un tamiz húmedo se clasifican como terrones de arcilla o partículas trituradas. Tras pulverizar las partículas deleznales, como trozos de arcilla y aserrín, sepárelas utilizando un tamiz húmedo utilizando el tamiz de la mesa. El tamizado húmedo se logra agitando agua sobre la muestra a través de un tamiz, mezclando a mano hasta eliminar todo el material fino. Las partículas residuales se tamizan cuidadosamente y se dejan secar e infiltrar a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) hasta una masa constante, cuya masa se determina que está dentro del 0,1% de la masa del material. muestra de prueba





**Figura 23.** Terrones de arcilla y partículas deleznales para la arena gruesa

Fuente. Elaboración propia.

### **Carbón y lignito**

La norma ASTM C123, señala que se deberá enfriar la muestra seca a temperatura ambiente y luego pasar a través de un tamiz No. 50 hasta que el material restante pase a través del tamiz sea menos que del 1%. Pesar el material grueso a través de un tamiz de No. 50 con una precisión de 0,1 g y secar la superficie saturada del material. Luego verter en el líquido . El volumen de este líquido debe ser menos tres veces el vol. absoluto del relleno. El líquido, incluidas las partículas en suspensión, se vierte en un segundo recipiente y se pasa a través de una espumadera. Lavar únicamente las partículas flotantes y evitar depositar partículas finas en la espumadera. Después de devolver el líquido recogido en el segundo tanque al primer tanque para mezclarlo más,

Agitar la muestra y repetir el proceso de decantación descrito hasta que no queden más partículas en suspensión en la muestra. Para eliminar líquidos pesados, lave las partículas sedimentadas que queden en la espumadera con un disolvente adecuado. Lavar las partes decantadas y secarlas, para luego determinar la masa de las partículas que flotaron.



**Figura 24.** Partículas livianas para la arena gruesa

Fuente. Elaboración propia.

### **Material que pasa el tamiz numero 200**

Según ASTM C 117 señala que las muestras de agregado seco se lavan en recipientes mediante agitación manual usando agua del grifo. Verter el agua de lavado que contiene la suspensión y los sólidos disueltos y pasar a través de un tamiz #200 hasta que el agua a través de tamiz esté clara. La disminución de masa debida al proceso de limpieza se halla como porcentaje de masa original del espécimen y se representa en porcentaje de material por debajo de 200 mallas por lavado.



**Figura 25.** Material pasante el tamiz de N°200 - arena gruesa

Fuente. Elaboración propia.

### **Impurezas orgánicas en la arena gruesa**

Bajo la norma ASTM C40 indica que se debe llenar el frasco medidor con aproximadamente 130 ml de la muestra fina a analizar. Las plantillas restantes se

guardan para su uso posterior. Agregue una solución de hidróx. de sodio al agregado fino y a líquido para llevar el volumen a aproximadamente 200 ml. Cerrar el frasco, agitar vigorosamente y dejar actuar por un día.



**Figura 26.** Impurezas orgánicas para la arena gruesa

Fuente. Elaboración propia.

### Absorción de agua

La norma ASTM C128 indica que se debe introducir en un frasco 500 gr de muestra, luego llenar con agua a  $T^{\circ}$  de  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  llegando a lograr la marce de  $500\text{m}^3$ , el frasco se deberá agitar hasta quitar las espumas de aire. Se deberá rodar el frasco manualmente y a la vez agitarlo para excluir las burbujas de aire. Una vez de haber eliminado las burbujas, se debe encajar la  $T^{\circ}$  del frasco y contenido que lleva en el interior a una temperatura de  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ , para luego determinar el peso de frasco, muestra en agua. Se debe remover el agregado del frasco, para luego secarlo en la estufa a  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ , enfriando a temperatura ambiente por media hora a una hora y media y hallar su peso.



**Figura 27.** Impurezas orgánicas para la arena gruesa

Fuente. Elaboración propia.

Se realizaron a cabo pruebas físicas, mecánicas y químicas de acuerdo con la normativa EG-2013. Como resultado, Se ha verificado que los materiales satisfacen los criterios necesarios para ser empleados como adiciones en la producción de hormigón destinada a pavimentos de alta resistencia, ver Anexo 06

### **Diseño de concreto fast-track por Método de ACI 211**

EL instituto americano del concreto establece el manual de diseño concreto ACI 211.1 siendo el objetivo principal de este determinar la dosificación adecuada con los materiales a utilizar. El manual menciona que se tendrá que determinar la resistencia requerida mediante ecuaciones estadísticas sin embargo el NPT E 060 nos menciona una tabla según la resistencia de concreto a diseñar.

Para continuar con el diseño de concreto siendo importante determinar resistencia promedio requerida para obtener el valor de la relación, agua/cemento. Dado que no se cuentan con valores de desviación estándar. En este sentido, la NTP E060 proporciona la Tabla 01, que permite calcular la resistencia promedio requerida.

**Tabla 1. Resistencia requerida de diseño**

<b><math>f'_c</math></b>	<b><math>f'_{cr}</math></b>
$f'_c < 210$	$f'_c + 70$
$210 \leq f'_c \leq 350$	$f'_c + 84$
$f'_c > 350$	$f'_c + 98$

Fuente: N.T.P. E060

Lo siguiente será determinar el asentamiento requerido para elaborar el concreto fast-track, para el caso de nuestra investigación es: 3" a 4"; el asentamiento es un valor esencial para obtener la necesaria de agua para diseñar el concreto según la tabla siguiente del ACI

**Tabla 2. Cantidad de agua requerida**

Asentamiento	Agua en Lts/m <sup>3</sup> , para tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---

Fuente: Manual ACI 211.1

El agua obtenida en tabla es 205 litros/m<sup>3</sup>, sin embargo, se reduce el 8.3% de agua con la adición del superplastificante, siendo el nuevo valor de 188 litros/m<sup>3</sup> de agua, que será usado en diseño de concreto fast track. Para calcular el valor de contenido aire se tomó en consideración el tam nominal máx. del agregado que es 3/4 de pulgada. Según la sigt. Tabla se obtiene un valor del 2 % de aire atrapado en el hormigón.

**Tabla 3. Cantidad de aire atrapado**

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8	3.0%
1/2	2.5%
3/4	2.0%
1	1.5%
1 1/2	1.0%
2	0.5%
3	0.3%
6	0.2%

Fuente: Manual ACI 211.1

Así mismo se calcula el valor de relación agua-cemento ya que es muy importante, este valor ayudara a determinar el cemento necesario para el diseño de concreto fast-track, según la tabla ACI podemos calcular nuestro valor A/C=0.466.

**Tabla 4. Relación agua-cemento**

f' cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Manual ACI 211.1

El conjunto de cemento necesario es dividiendo el valor agua calculada por relación A/C, dando como resultado un valor de 403,43 kg /m<sup>3</sup>. Además, el volumen de grava para nuestro diseño de concreto se calcula utilizando el módulo finura del material fino(arena gruesa) y la tabla proporcionada en el manual de ACI

**Tabla 5. Volumen de agregado grueso**

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Manual ACI 211.1

El valor del volumen del material grueso calculado es de 0.552, obteniendo los volúmenes absolutos de materiales a utilizar en concreto. Se calcula el volumen del material fino, siendo así la obtención de la dosificación del concreto a diseñar en esta investigación.

**Tabla 6.** Dosificación del concreto

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Portland Tipo IP - clásico	403 kg	403 kg
Agua	188 L	171 kg
SikaCem® Plastificante ≈ 0.9%	3.6 kg	3.6 kg
SikaCem® Acelerante PE ≈ 1.5%	8.1 kg	8.1 kg
Agregado Grueso (Piedra chancada)	848 kg	852 kg
Agregado Fino (Arena gruesa)	835 kg	877 kg
<b>PUT</b>	<b>2285 kg</b>	<b>2315 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

## Elaboración del concreto

### Modificación de temperatura del agua

En la investigación con fines de evaluar el cambio de temperatura en ciudad de Moquegua, se realizaron a cabo modificaciones en la temperatura del agua con el propósito de obtener tres rangos: bajas, ambiente y altas temperaturas. Para obtener las temperaturas más bajas, se agregó hielo con una temperatura de 2.6 °C al agua, logrando una mezcla con una temperatura de 2.0°C. Para las temperaturas ambiente, se utilizó el agua sin ninguna modificación, mientras que, para las temperaturas más elevadas, se calentó el agua hasta alcanzar los 95°C.



**Figura 28.** Modificación del agua a temperaturas bajas

Fuente. Elaboración propia.



**Figura 29.** Agua sin modificación de temperatura

Fuente. Elaboración propia.

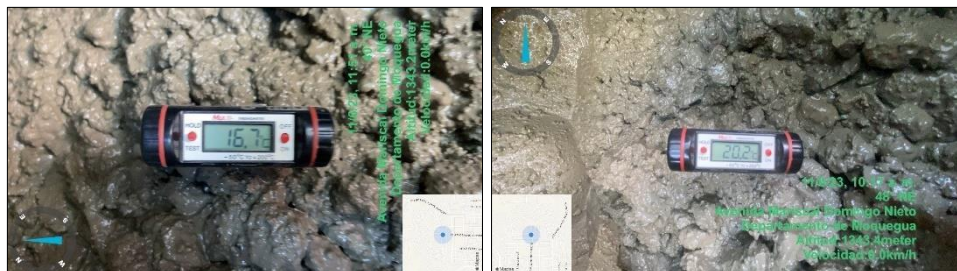


**Figura 30.** Modificación del agua a temperaturas altas

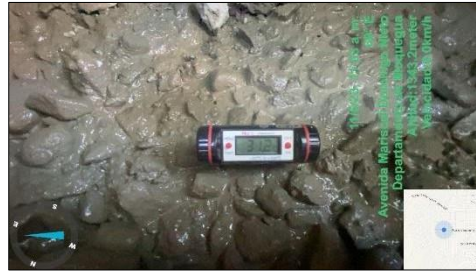
Fuente. Elaboración propia.

### Mezcla del agua modificada en el concreto

La temperatura de concreto al agregar agua a temperatura baja fue de 16.7°C, mientras que, al utilizar agua sin modificar, la temperatura del concreto fue de 20.2°C y finalmente, al adicionar agua calentada a alta temperatura, la mezcla de concreto alcanzó los 31.2°C. Por lo tanto, la investigación se refiere a evaluación de concreto fast track en relación con la variación última de temperatura del concreto producido







**Figura 31.** Temperatura de concreto fast track fresco

Fuente. Elaboración propia.

Las temperaturas registradas de concreto son representaciones térmicas de la ciudad de Moquegua. Además, es importante destacar que estas temperaturas de evaluación cumplen con las especificaciones establecidas por la normativa NTP E060 – Art. 5.11.2, la cual establece que no deben exceder los 32°C.

### **Fabricación de probetas y vigas de concreto**

La norma ASTM C 192 (fabricación probetas de concreto) indica mezclar los agregados, cemento, agua y aditivos según la dosificación calculada del manual ACI, todos los materiales deberán mezclarse durante 3 minutos de tiempo, 3 de reposo y finalmente 2 minutos de mezclado, para sacarlo en un recipiente o carretilla que tenga la capacidad de almacenar toda la mezcla; se procede a colocar en moldes cilíndricos de 15 x 30 cm y en vigas 15x15x50 cm, los cilindros se llenaran en tres partes de cada una con 25 varilladas de forma espiral y las vigas en dos partes del volumen con 1 varillada cada 1 pulgada haciendo un total de 64 varilladas por capa; los cilindros y vigas moldeadas son desmoldeadas y curadas después de 24 horas con temperaturas de 16.7, 20.2 y 31.2°C de acuerdo a este estudio



**Figura 32.** Fabricación de probetas y vigas de concreto.

Fuente. Elaboración propia.

## Propiedades de concreto en estado fresco

### Asentamiento de concreto (Slump)

Según la ASTM C 143, para lograr la consistencia de concreto (Slump), “humedecer el molde y colocar sobre una superficie horizontal, rígida, plana, húmeda y no absorbente en numero de tres capas”, cada una de estas aprox. La tercera parte del volumen de molde de muestra de concreto, se colocan en su interior y se sujeta firmemente; una altura de 65 mm equivale aproximadamente a una tercera parte del volumen del molde y a 155 mm de altura que equivale a 2/3 del vol. del molde. El hormigón debe apilarse en el molde durante el llenado de la capa superior y luego compactarse. Se debe agregar más concreto para mantenerlo siempre encima del molde sin hacerlo que se asienta debajo del borde superior. La superficie del hormigón debe alisarse al ras después de que se haya compactado la última capa. El molde se saca rápidamente y se levanta delicadamente en posición vertical. "El levantamiento del molde debe realizarse en aproximadamente 5 +/- 2 seg, por medio de un movimiento ascendente uniforme, sin dejar que el

hormigón se desplace lateralmente o torsionalmente". Se comparan la altura del molde y la altura de medida sobre el centro original de la base superior del espécimen, y como resultado se mide el asentamiento. Se requiere repetir la prueba en una sección diferente de muestra si hay un asentamiento o desprendimiento notable del concreto a un lado del espécimen. Lo más probable es que el concreto carezca de la plasticidad y la cohesión requeridas, para que la prueba de asentamiento sea efectiva, si dos pruebas realizadas consecutivamente arrojan el mismo resultado. Todo el proceso debe completarse en un máximo de 2,5 minutos, de forma ininterrumpida, comenzando en el punto de llenado del molde y finalizando con su desmoldeo. A más tardar cinco minutos después de que se haya tomado la muestra, debe comenzar la prueba de asentamiento.



**Figura 33.** Ensayo de Slump de concreto fast-track.

Fuente. Elaboración propia.

### Contenido de aire

Bajo norma ASTM C 231 Para determinar el contenido de aire en el recipiente medidor, primeramente, se humedece el recipiente a utilizar, para luego agregar tres capas de aproximadamente el mismo volumen de una muestra de concreto. La varilla se distribuye uniformemente sobre la sección y se le dan 25 golpes para compactar cada capa del concreto. Después del apisonamiento de cada capa, los lados del recipiente se golpean suavemente de 10 a 15 veces con el mazo hasta que se llenan los vacíos dejados por el apisonamiento.

Al compactar la capa primera se debe tener precaución de no golpear la base del recipiente; para compactar las 02 capas restantes, se debera aplicar fuerza

necesaria para que penetre la varilla unos 25 mm (1 ") sobre la capa previamente compactada.

La superficie del hormigón debe nivelarse después de completar la compactación, pasando la placa varias veces para garantizar que la superficie esté impecable. Para lograr un cierre hermético es necesario limpiar los bordes del recipiente para el montaje de la tapa. Se debe cerrar, la válvula que da conexión con la cámara con contenedor y activandose los 02 grifos. Para que salga agua del otro grifo, es necesario inyectar agua a través de uno de los grifos mediante una pera de goma. Para soltar las burbujas de aire atrapadas , golpee suavemente la tapa del medidor. Se cierra y se bombea aire hasta que el puntero del manómetro se alinee con la línea de presión original. Al aire comprimido se le da un breve lapso de tiempo para que alcance la temperatura normal. Golpee suavemente el manómetro para leer el porcentaje de aire allí. Abra los grifos antes de quitar la tapa.



**Figura 34.** Contenido de aire.

Fuente. Elaboración propia.

## **Propiedades de concreto en estado endurecido**

### **Resistencia a compresión**

Bajo esta norma ASTM C 39, El procedimiento de prueba se debe aplicar una fuerza de compresión axial sobre los cilindros y/o núcleos fundidos para que se produzca la falla, y una velocidad que se encuentre dentro de un rango predefinido. La resistencia a compresión de la muestra se determina dividiendo la carga máxima alcanzada por el área de la sección transversal de la muestra.



**Figura 35.** Resistencia a la compresión.

Fuente. Elaboración propia.

### Resistencia a la flexión

La ASTM C78 (ensayo de resistencia a flexión), nos indica que la muestra deberá de estar apoyada con un equipo la cual tenga contacto en tercio central de viga y dos soportes en la parte inferior de la viga y Finalmente, se aplica una carga a una velocidad constante hasta que se produce una fisura dentro del tercio medio de la viga



**Figura 36.** Resistencia a la flexión.

Fuente. Elaboración propia.

## Cálculo de parámetros de diseño para pavimento rígido.

### Método de diseño

El diseño del pavimento Rígido se ha realizado utilizando el método de la Asociación Americana de Oficiales Estatales d Carreteras y Transporte (AASHTO), según esta versión en 1993.

### VARIABLES DE DISEÑO PAVIMENTOS RÍGIDOS

- Espesor
- Confiabilidad
- Desviación estandar total
- Serviciabilidad
- Módulo ruptura (MR) o Resistencia a l Flexión por tensión (S´c)
- Módulo de elasticidad
- Modulo de transferencia de carga
- Módulo de reacción de la subrasante
- Coeficiente drenaje

### Espesor

Para hallar, los espesores del pavimento se usó este método ASSTHO 1993 (Rigid Pavement Design) consta del análisis de muchos factores: trafico, drenaje, clima, características de suelo, capacidad de transferencia de carga, nivel deseado de servicio y nivel deseado de confiabilidad para diseñar la carretera de acuerdo a su nivel de importancia. Estos factores en su totalidad son indispensables para predecir con precisión el camino confiable de la estructura del pavimento y evitar que su daño alcance un nivel de colapso a lo largo de su vida útil. La ecuación fundamental ASSTHO para ediseño de pavimentos rígidos es:

$$\log W_{8.2} = Z_R S_o + 7.35 \log(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \log \left[ \frac{MR \times C_d (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}} \right)} \right]$$

**Figura 37.** Ecuación para diseño de pavimento rígido – AASHTO 93

Fuente. Manual AASHTO - 93.

Donde:

$W_{8.2}$  = número previsto de ejes equivalentes 8.2 toneladas métricas, a lo largo de período de diseño

$Z_R$  = desviación normal estándar

$S_O$  = error estándar combinado en predicción del tránsito y en variación del comportamiento esperado del pavimento

$D$  = espesor de pavimento de concreto, en mm

$\Delta PSI$  = diferencia entre índices de servicio inicial y final

$P_t$  = índice de serviciabilidad o servicio final

$MR$  = resistencia media de concreto en Mpa a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

$C_d$  = coeficiente drenaje

$J$  = coeficiente transmisión de carga en juntas

$E_c$  = módulo de elasticidad de concreto en Mpa

$K$  = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que soporta el pavimento de concreto.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad se refiere a probabilidad de la disposición de pavimento funcione debidamente en el tiempo de diseño, soportando las cargas de tránsito y las condiciones climáticas locales. Cuando decimos que algo se comporta satisfactoriamente queremos decir que mantiene su capacidad estructural y funcional a la vez que aporta seguridad.

Según el Manual de carreteras del MTC de tiene el eje equivalente de 1500000 por lo tanto correspondería optar 85% de confiabilidad para esta investigación.

### **Desviación estándar total**

El nivel de confiabilidad elegido afecta directamente este valor. Se halla utilizando el área de la curva normal estándar. Según la Tabla 4.1 en página I-62 de la guía AASHTO, la desviación estándar para un nivel de confiabilidad del 85% es -1.037. La AASHTO aconseja un valor de 0,35 para regulados pavimentos aceras en la sección 4.3 de página I-62 ya que tráfico de diseño se a basado en datos de contenido o se ha medido. en la sección 4.3 de la página I-62 ya que el tráfico del diseño se a basado en datos de contenido o se ha medido..

## **Serviciabilidad**

El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de capacidad de servicio ( $\Delta$  PSI) para ciertos nivel de tráfico y cargas por eje. Cuanto mayor es el PSI, el más alto el pavimento mayor capacidad la capacidad del pavimento antes de colapsar antes de desplomarse.

La capacidad de un pavimento para adaptarse al tipo del tránsito (automóviles y camiones) que circula por la vía se conoce como serviciabilidad. Una escala de 0 a 5,0 denota un pavimento intransitable y pavimento 5y 5 denota un pavimento excepcional .denota un pavimento excepcional. El índice de perfil, el índice de rugosidades internacional, coeficiente de fricción, a distancia de frenado, la visibilidad, y otros son algunos de los parámetros medibles que se emplean para determinar la serviciabilidad..

Capacidad de servicio inicial ( $P_o$ ). Se refiere al estado inicial de in pavimento inmediatamente despues de su construccion. Se recomienda para el parámetro por AASHTO son:

Para pavimento de Concreto = 4.3

Serviciabilidad Final ( $P_t$ ).- La capacidad de servicio final se refiere a las calificación que esperamos que tiene el pavimento para final de vida útil. El valor recomendado por AASHTO para este parámetro es: 2.5 (Para Carreteras de tráfico (TP6): 1500000 E.E.

## **Módulo de ruptura (MR) o Resistencia a la Flexión por tensión ( $S'c$ )**

Es esencial como parámetro de entradas en diseño de pavimento rígido, que permite monitorear la aparición de grietas por fatiga en el pavimento debido a las cargas repetitivas de diferentes vehículos. A menudo se la denomina resiste a la traccion del hormigón mediante flexion.

El valor medio del modulo de rotura necesario en el proceso del diseño se determinó después de 28 días con la ayuda de una prueba de ruptura en tres días

De esta forma se tiene el tercio medio una zona sometida a un momento flector continuo igual a  $PL/3$  , y la falla se producirá en cualquier punto dentro de este tercio medio. El Instituto Americano del concreto o American concrete Institute (ACI) sugiere la siguiente fórmula para estimar  $S'c$  a partir de  $f'c$ .



$$S'c = K \times (f'c)^{0.5} (k/c)^2, \text{ según el ACI } 363 \text{ } 1.99 \leq K \leq 3.18$$

Dónde:

$f'c$  = Resistencia a la compresión del concreto en kg/cm<sup>2</sup>.

Se utilizará un  $K = 2.59$  que es el promedio de los límites de “k” con un concreto de 280 kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando los valores se obtiene un módulo de rotura de 567.370 PSI.

**Tabla 7.** Tipos de suelos de Sub-rasante y Valores aproximados de k.

Tipo de Suelo	Soporte	Rango de Valores de k MPa/m(pci)
Suelos de granos finos en los que predominan las partículas del tamaño de limos y arcillas.	Bajo	20 – 34 (75 – 120)
Arenas y mezclas de arenas-gravas con cantidades moderadas de limo arcilla	Medio	35 – 49 (130 – 170)
Arenas y mezclas de arenas – gravas, relativamente libres de finos plásticos	Alto	50 – 60 (180 – 220)

Fuente: Norma CE.010 “Pavimentos Urbanos”.

### Módulo de elasticidad

Segun la Norma Peruana de Hormigón Armado, existe una correlación entre el modulo de elasticidad del hormigón ( $E_c$ ) y resistencia a compresión .La relación es la sigt :

$$E_c = 15000 f'c (f'c)^{0.5} (\text{kg/cm}^2)$$

$F_c$ =Resistencia a compresion de concreto kg/cm<sup>2</sup>

El modulo de elasticidad con el valor de resistencia considerado fue de 3.59 MPa

### Modulo de transferencia de carga

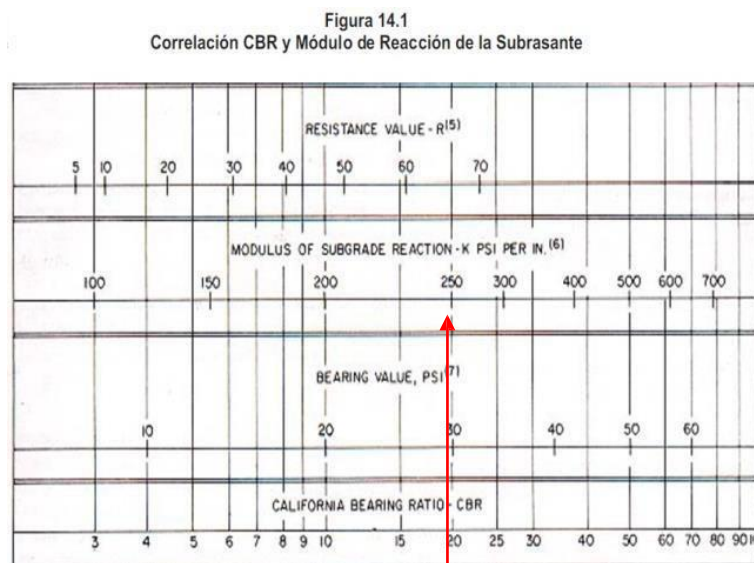
transmisión (J), mide la capacidad estructural de pavimento para transferir cargas a través de discontinuidad como junta o grietas. Dicho valor varía dependiendo si

son tacos se utilicen o no tacos y qué tipo de berma se construya. se utilizan o no y qué tipo de berma se construye.

Se acordó no utilizar pasadores. En este contexto AASHTO define 1 valor de 3.9 para J en Tabla 2.6 de página II-26.

### Módulo de reacción de la subrasante

Este valor es 245 psi para un CBR del 18%, pero como se va a utilizar una subbase de 15 cm se está considerando un  $k = 247$  psi para todas las calicatas de manera conservadora según la intersección del monograma del AASHTO.



**Figura 38.** Correlación CBR, Modulo de Reaccion de Subrasante

Fuente: guía AASHTO 93

### Coefficiente de drenaje

Segun tabla Tabla 2.5 de página II-26 la guía de la AASHTO, esta considerando los valores de 0.9 que corresponde a una eficacia de drenaje moderado, Considerando que la humedad del pavimento puede alcanzar el nivel cercano a su porcentaje de saturación inferior del 1% al 5% de su vida útil, y suponiendo que el agua que causa esta situación será eliminada el mismo día.

A continuación, luego de encontrar los valores de cada término y justificarlos adecuadamente, se procede a resolver la expresión indicada en la Tabla N°3 con el programa DIS-PAV obteniendo un espesor de 8 pulgadas en promedio equivalente a 20.1168 cm con un redondeado entero de 20.00 cm.

**Tabla 8.** Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDA total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzada con separador central (para IMDA total)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
de las dos calzadas	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Guía AASHTO 93.

### 3.6. Método de análisis de datos:

El procedimiento en seguir será dichos los pasos de recolección de materiales para dicha elaboración del experimento después se procederá a ensayar los materiales con el fin de encontrar la optimización de las mismas para el diseño de mezclas este procedimiento tendrá el recojo de datos por medio de fichas de laboratorio con el visto bueno de los especialistas, cada procedimiento tendrá un propio control de parte del investigador con los profesionales a cargo de la supervisión una vez recolectado los elementos y ensayados los materiales se procederá a realizar la experimentación con el asesoramiento de los especialistas en laboratorio todo siguiendo el manual de ensayo de materiales con las normas vigentes actuales concluido todos los ensayo y experimentos se procederá a llevar los datos a gabinete para su procesamiento con resultados obtenido se procederá ha despejar las incógnitas planteada por los investigadores acerca del estudio en si esto con conclusiones y discusiones de anteriores investigadores en el área de estudio cada

proceso conllevara a nuevos resultados siendo así una investigación muy viable en la forma de aplicación para la evolución en la ingeniería.

### **3.7. Aspectos éticos:**

La elaboración de la presente estudio tomó dichas guías y normas vigentes de los ensayos de materiales, desde la recolección de datos hasta la experimentación de cada elemento, esto con el fin de dar una validez ética a los procedimientos de investigación, en el campo se contó con un laboratorio de concreto donde se tuvo acceso a los equipos de estudio en el área a investigar, los resultados se certificaron por la entidad prestadora del servicio avalando así la autenticidad de la investigación cabe mencionar que las normas a estudiar fueron ASTM C29 para peso unitario, Para el contenido de aire se utiliza la norma ASTM C231/C231M-17a

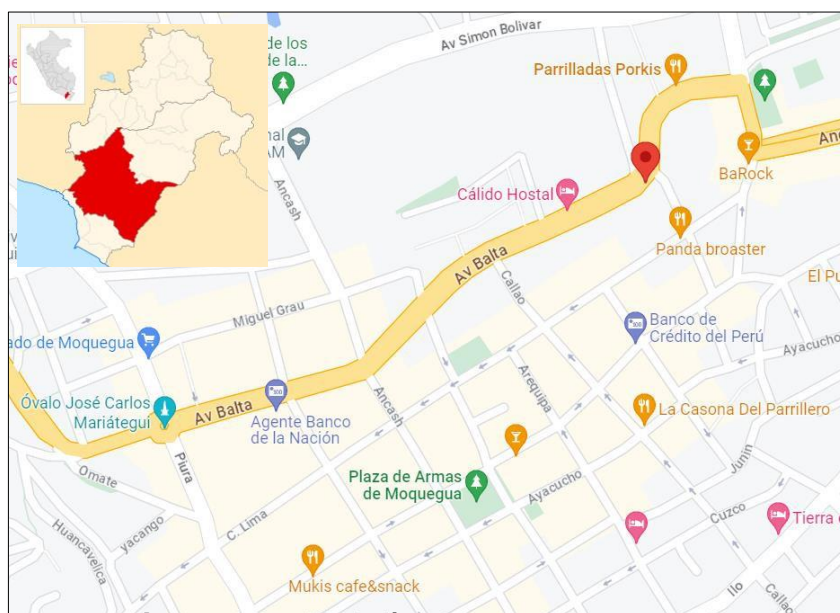
. Las pruebas de compresión se realizan siguiendo la norma ASTM C39/C39M-20. Los ensayos de flexión en hormigón se realizan según la norma ASTM C 78/C 78 - M21. Análisis granulométrico se realiza según norma ASTM 136C/136M - 19. El peso específico de los agregados finos se determinan utilizando la norma ASTM C128-15, mientras el peso específico de agregados gruesos se determina utilizando la norma ASTM C127-15. Las pruebas de consistencia (Slump) se realizan siguiendo la norma ASTM C143. La prueba de huecos se realiza según la norma ASTM C231

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

La investigación realizado en Avenida Balta de la ciudad de Moquegua, en la Provincia Mariscal Nieto del departamento de Moquegua



**Figura 39.** Ubicación de la zona de estudio.

Fuente. Elaboración propia.

#### Limites

- Norte : Con el distrito de Samegua
- Sur : Con el C.P. de San Francisco
- Este : Con la plaza de Armas de Moquegua
- Oeste : Con la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM)

#### Ubicación geográfica

Moquegua tiene la siguientes coordenadas geograficas: Latitud Sur  $17^{\circ}11'37.69''$  y Oeste  $70^{\circ}56'4.43''$ , con un área de alrededor de  $3949.04 \text{ km}^2$ , con una altitud entre los  $1,417 \text{ m.s.n.m.}$  con una urbe de  $57,243$  habitantes.

#### Clima

El clima de Moquegua varía entre calido, templado, soleado, entre un rango de temperatura moderada de  $25,8^{\circ}\text{C}$  a  $11,3^{\circ}\text{C}$ . La temperatura promedio anual es de

25 °C, similar al clima seco de la yunga, que se considera una sierra baja y desierto subtropical..

En diciembre y marzo registran las épocas más lluviosas del año, con una cantidad mensual de 1.58 mm. Debido a la falta de lluvias, la ciudad depende de su afluentes terrestre como ríos y reservas, incluyendo Pasto grande, para la agricultura. Por otro lado, entre abril y noviembre las temporadas son más secas del año. Durante estas temporadas, el clima durante las noches es frígido y hay viento helado durante la noche, y las temperaturas suelen estar por debajo de los 10 °C.

En general, casi todo el año suele estar muy soleado durante el día y durante la noche, notando las estaciones frías.

Moquegua recibe en promedio 3.230 hrs de sol al año, del mes abril a diciembre con 9 hrs de sol al día y de enero al marzo con 7 horas de sol al día. Algunos la llaman La Capital del Sol y este clima es recomendado para que se pueda tratar muchas enfermedades respiratorias.

**Objetivo específico 1:** Analizar el Slump debido a la variación de temperaturas del concreto fast-track en la Av. Balta, Moquegua.



**Figura 40.** Slump de concreto fast-track.

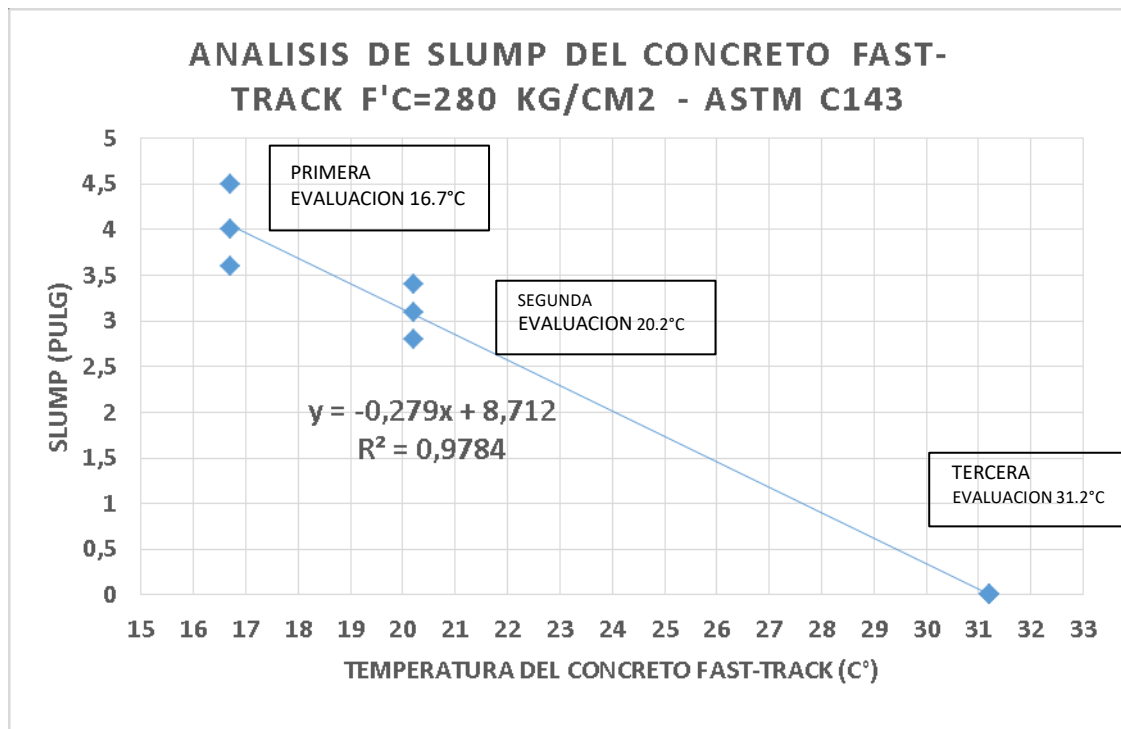
Fuente. Elaboración Propia.

Se presenta a continuación los resultados de la estimación de Slump a temperatura de concreto de 16.7°, 20.2° y 31.2°.

**Tabla 9.** Resultados del ensayo del Slump de concreto fast-track

ítem	Muestra	Temperatura del concreto		Slump (pulg)	Promedio
		fast-track			
1	M1			4.5	4.0
	M2	16.7		4.0	
	M3			3.6	
2	M4			3.4	3.1
	M5	20.2		3.1	
	M6			3.0	
3	M7			0.0	0.0
	M8	31.2		0.0	
	M9			0.0	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 41.** Resultados del Slump de concreto fast-track

Fuente. Elaboración Propia.

**Interpretación de resultados:** Según Tabla 7 y Figura 23 la tendencia indica que, a mayor temperatura del concreto el Slump se reduce, es decir a 16.7, 20.2 y 31.2°C el slump disminuye a 4.0, 3.1 y 0 pulgadas, respectivamente. Cuando el concreto tiene mayores temperaturas el cemento acelera su hidratación, el agua se evapora rápidamente, generando así la pérdida de Slump, afectando así en el colocado y extendido del concreto fast-track en la pavimentación.

**Objetivo específico 2:** Evaluar la influencia de la variación de temperatura del concreto en la cantidad de vacíos del concreto fast-track.





**Figura 42.** Contenido de aire de concreto fast-track.

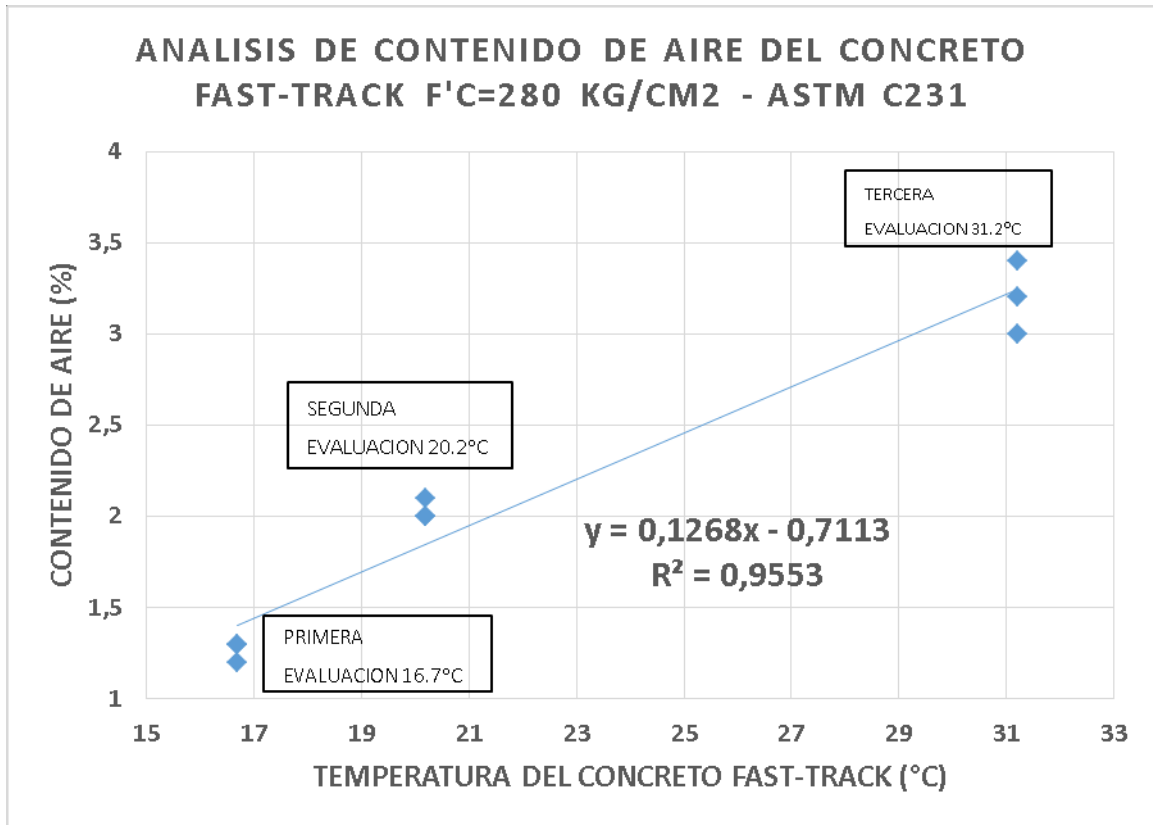
Fuente: Elaboración Propia

Se presenta a continuación los resultados de análisis de contenido de aire a diferentes temperaturas de concreto.

**Tabla 10.** Resultados de ensayo de contenido de aire de concreto fast-track.

ítem	Muestra	Temperatura del concreto	aire (%)	Promedio
1	M1	16.7	1.3	1.3
	M2		1.2	
	M3		1.3	
2	M4	20.2	2.1	2.0
	M5		2.0	
	M6		2.0	
3	M7	31.2	3.0	3.2
	M8		3.2	
	M9		3.4	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 43.** Resultados del contenido de aire de concreto fast-track.

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación de resultados:** La Tabla 8 y Figura 25 se puede apreciar que, cuando la temperatura del concreto fast-track se eleva el contenido de aire hace lo propio, son directamente proporcionales, específicamente a 16.7, 20.2 y 31.2°C los valores de contenido de aire de concreto fast-track son 1.3, 2.0 y 3.2%, respectivamente, los cuales poseen una tendencia lineal directa dado que, a mayor temperatura, el agua se disminuye generando así el aumento de porcentaje de vacíos.

**Objetivo específico 3:** Conocer el efecto de variación de temperatura en la resistencia a compresión de concreto fast-track.



**Figura 44.** Resistencia a compresión de concreto fast-track

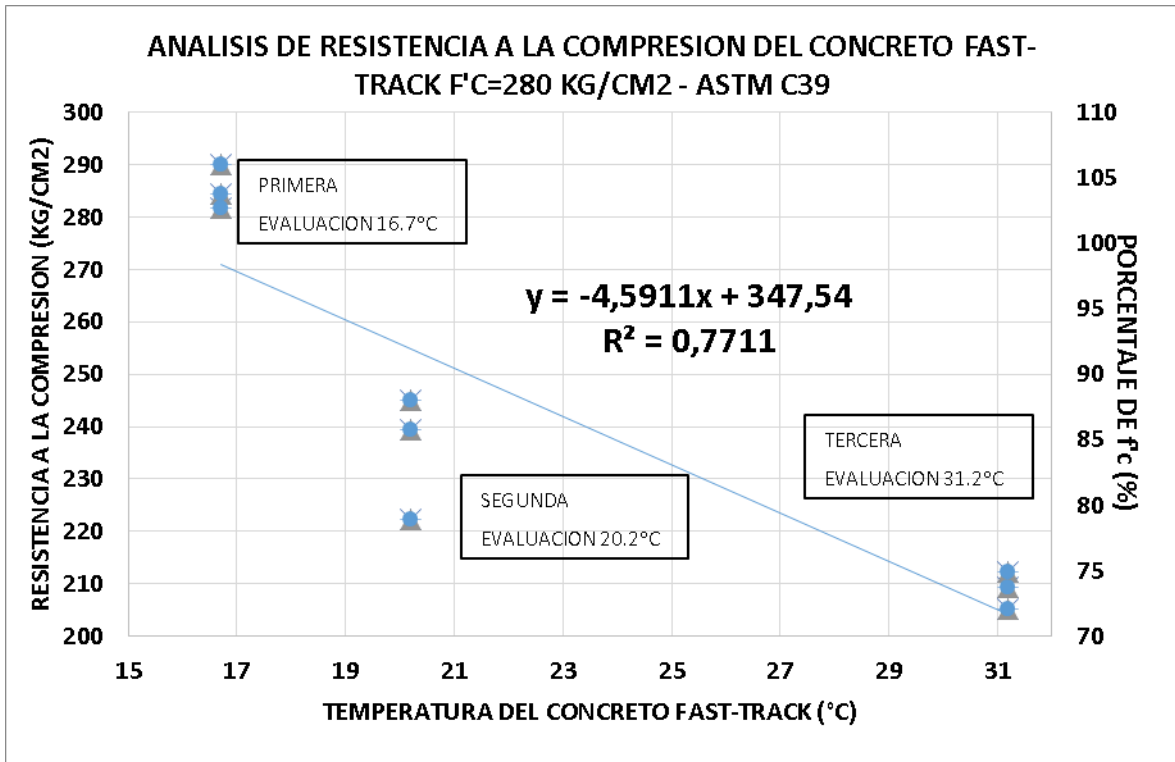
Fuente: Elaboración Propia

Se presentan a continuación resultados de resistencia a compresión a temperaturas de concreto de 16.7°, 20.2° y 31.2°.

**Tabla 11.** Resultados de ensayo de resistencia a compresión

ítem	Muestra	Temperatura del concreto	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de f'c (%)	F'c promedio	f'c promedio (%)
1	M1	16.7	290.02	103.58%	285.43	101.94
	M2		284.48	101.60%		
	M3		281.79	100.64%		
2	M4	20.2	222.34	79.41%	235.59	84.14
	M5		245.10	87.54%		
	M6		239.34	85.48%		
3	M7	31.2	212.34	75.84%	208.93	74.62
	M8		205.10	73.25%		
	M9		209.34	74.76%		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 45.** Resultados de resistencia a compresión de concreto fast-track.

Fuente. Elaboración Propia.

**Interpretación de resultados:** De figura 27 puede apreciar que, a mayor temperatura de concreto fast-track la resistencias a compresión disminuye, específicamente 16.7, 20.2 y 31.2°C de temperatura, la resistencia a compresión es 285.43., 235.59 - 208.93 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Los resultados expuestos se fundamentan en que, al tener el concreto una mayor temperatura se acelera la evaporación del agua y se tiene mayores vacíos, un concreto con mayor porcentaje de vacíos incide directamente en la disminución de la resistencia. el resultados se puede observar que resistencia la compresión en la temperatura de 16.7 y 20.2 °C superan el 80% de la resistencia que indica manual de carreteras (EG-2013) la apertura de tránsito vehicular .

**Objetivo específico 4:** Conocer los efectos de variación de temperatura en resistencia a flexión de concreto Fast-Track.



**Figura 46.** Resistencia a flexión del concreto fast-track.

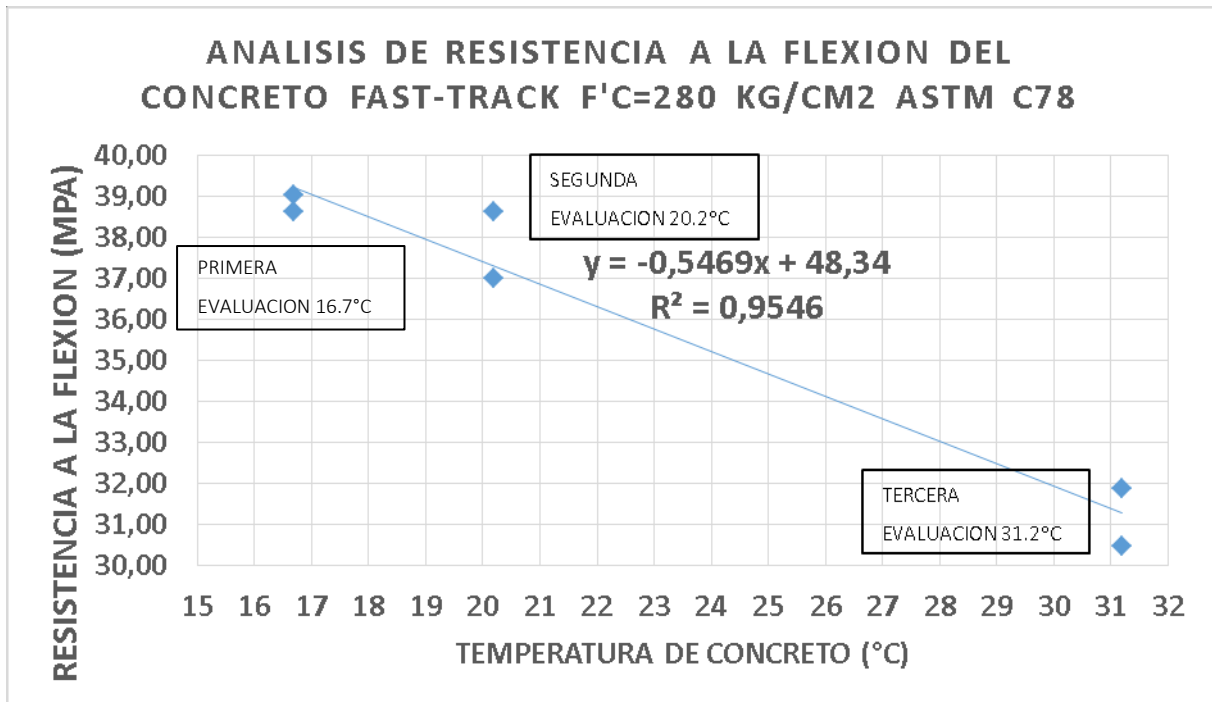
Fuente. Elaboración Propia.

Se presentan a continuación el resultado de resistencia a flexión a diferentes temperaturas de concreto.

**Tabla 7.** Resultados de los ensayos de resistencia a flexión de concreto fast-track.

Ítem	Muestra	Temperatura del concreto	F (kg/promedio)	F'c	Porcentaje de f'c promedio (%)
1	M1	16.7	39	38.82	106.65
	M2		38		
2	M3	20.2	36	37.81	103.86
	M4		38		
3	M5	31.2	30	31.16	85.59
	M6		31		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 47.** Resultados de resistencia a la flexión de concreto fast-track.

Fuente. Elaboración propia

**Interpretación de resultados:** La Tabla 10 y la Figura 29 se aprecia a mayor temperatura menor resistencia a la flexión, específicamente cuando la temperatura es a 16.7, 20.2 y 31.2°C la resistencia a la flexión es 38.32, 37.81 y 31.16 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Teniendo en cuenta que resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión tienen una relación directa, el fundamento que causa la pérdida de resistencia a la flexión es la elevación del contenido de vacíos cuando el concreto trabaja a temperaturas elevadas. En los resultados se puede observar que la resistencia a la flexión a una temperatura de concreto de 16.7°C supera los 38.6 kg/cm<sup>2</sup> que según el manual de carreteras (EG-2013) que el pavimento se pueda abrir al tránsito.

**Objetivo específico 5:** Dimensionar el espesor de pavimento rígido utilizando concreto fast-track.

Considerando los siguientes parámetros de entrada, al resolver la ecuación AASHTO-93 de pavimento rígido se obtiene un espesor de losa de 20,11 cm que, cuando se redondea, es de 8 pulgadas.

**Tabla 13.** Resultados de parámetros de diseño de pavimento rígido para espesor de losa.

Parámetros de Diseño de Pavimento Rígido		AASHTO 93	
Datos		Resultado	
<i>ESAL Diseño</i>	EE W18	1500000	
	Factor de Distribución Direccional (Fd)	0.5	
	Factor Carril (Fc)	1	
<i>Parámetros</i>	Periodo de Diseño (n)	20	
	Confiabilidad	85	
	Zr	-1.037	
	Serviciabilidad	PSI inicial	4.3
		PSI Final	2.5
	Desv. Estándar	0.35	
<i>Materiales</i>	CBR % Subrasante	18	
	Reacción Subrasante (k)	247	
	MR Subrasante	16.24670	
	Concreto F'c (kg/m2)	280	
	Concreto Ec MPa	3.593345	
	Concreto Modulo de Rotura (MR)	567.370	
	Transferencia de carga (J)	3.9	
	Coefficiente de Drenaje (Cd)	0.9	
<i>Diseño</i>	Espesor de Losa (D) – Pulg	7.92	
	Espesor D – cm	20.1168	
	Espesor de Subrasante - cm	15	

Fuente: Elaboración propia.

PAVIMENTO RIGIDO

ESAL DISEÑO	PROPIEDADES MATERIALES
# Total de ejes Equivalentes (W18): 1500000	SUELO CBR % subras: 18    Mr Subras: 16.24670 Ksi
Factor de Distribución Direccional (Fd): 0.5	CONCRETO f'c (kg/cm2): 280    Ec MPa: 3.593345
Factor Caril (Fc): 1	MOD. Reacción Subras -K: 247 <i>Ver</i>
ESAL diseño: 750000	Modulo de Rotura: 567.370
Parámetros	Transferencia de Carga - J: 3.9 <i>Ver</i>
Periodo de Diseño (n): 20	Coefficiente de Drenaje - Cd: 0.9 <i>Ver</i>
Confiabilidad: 85    Zr: -1.037	DISEÑO
Serviciabilidad	ESpesor Losa (D): 7.92 Pulg
PSI Inicial: 4.3	ESpesor D cm: 20.1168 cm
PSI Final: 2.5	ESpesor de Sub Razante: 15 cm
Desv. Estandar: 0.35	

**Figura 48.** Resultados de diseño de espesor de losa.

Fuente. Programa DISPAV- diseño de pavimento rigido

## Contrastación de hipótesis

**Tabla 14.** Normalidad y correlación del Slump del concreto fast-track

**OBJETIVO ESPECIFICO 1:** Analizar el slump debido a la variación de temperaturas del concreto durante el vaciado y extendido del concreto fast-track en la Av. Balta, Moquegua.

### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

#### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipotesis nula, Los resultados de variable de Slump si tiene normalidad.

H1: Hipótesis alterna, Los resultados de variable de Slump no tiene normalidad.

#### PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha=5\%$  (0.05)

#### PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA

Se recurre al test de Kolmogorov-Smirnov (KS) cuando se trabaja con muestras que contienen más de 50 datos.





---

Entonces la hipótesis alternativa se acepta

---

### **PASO 5: CONCLUSION**

Existe evidencia estadística para afirmar que, si hay una correlación positiva muy alta, entre las variables de slump y temperatura de concreto fast-track.

---

**Tabla 15.** Prueba de normalidad y correlación de cantidad de vacíos del concreto fast-track

---

**OBJETIVO ESPECIFICO 2:** Evaluar la influencia de variación de temperatura de concreto en cantidad de vacíos del concreto fast-track.

---

#### **A. PRUEBA DE NORMALIDAD**

---

### **PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD**

Ho: Hipótesis nula, Los resultados del variable de cantidad de vacíos si tiene normalidad.

H1: Hipótesis alternativa, Los resultados del variable de cantidad de vacíos no tiene normalidad.

---

### **PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

$\alpha=5\%$  (0.05)

---

### **PASO 3: PRUEBA ESTADISTICA**

Se recurre al test de Kolmogorov-Smirnov (KS) cuando se trabaja con muestras que contienen más de 50 datos.

Para datos menor o igual a 50, utiliza Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ , K-S)

---

<b>PRUEBAS DE NORMALIDAD</b>						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
C_ aire	,236	3	-	,977	3	,712
temperatura	,296	3	-	,918	3	,446

---

### **PASO 4: REGLA DE DECISION**

Si  $P\text{-valor} \leq 0.05$  se rechaza la hipótesis nula

$P\text{-valor}$  (contenido aire) = 0,712       $0,712 > 0,05$  la hipótesis nula si acepta

Ho: Hipótesis nula, Los resultados del variable de cantidad de vacíos si tiene normalidad

---

---

**PASO 5: CONCLUSIÓN**

Al verificar que las variables cumplen con la normalidad se realizara “correlacion de Pearson”

---

**B. CORRELACION DE PEARSON**

---

**PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS**

Ho: Hipotesis nula, Los resultados del variable de contenido de aires no están relacionados.

H1: Hipotesis alterna, El resultado de variable de contenido de aires si están relacionados.

---

**PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

$\alpha=5\%$  (0.05)

---

**PASO 3: PRUEBA ESTADISTICA – COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

Correlaciones			
		C_AIRE	TEMPERATURA
C_aire	Correlacion de pearson	1	,990
	Sig, (bilateral)		,089
	N	3	3
temperatura	Correlacion de pearson	,990	1
	Sig, (bilateral)	,089	
	N	3	3

---

**PASO 4: REGLA DE DECISION**

P - valor = 0.089 (contenido de aire)  $0.089 > 0.05$ ,  
Por lo tanto la hipotesis alterna se rechaza

---

**PASO 5: CONCLUSION**

Existe evedencia estadistica para afirmar, no hay una correlacion positivo, entre variables contenidos de aires y la variable temperatura del concreto

---

**Tabla 16.** Normalidad y correlación de resistencia a compresión del concreto fast-track

---

**OBJETIVO ESPECIFICO 3:** Conocer el efecto de la variación de la temperatura en la resistencia a compresion del concreto fast-track.

---

**A. PRUEBA DE NORMALIDAD**

---

---

**PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD**

Ho: Hipótesis nula, Los resultados de la variable de resistencia a compresión si tiene normalidad.

H1: Hipótesis alterna, Los resultados de la variable de resistencia a compresión no tienen normalidad.

---

**PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

$\alpha = 5\%$  (0.05)

---

**PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA**

Se recurre al test de Kolmogorov-Smirnov (KS) cuando se trabaja con muestras que contienen más de 50 datos.

Para muestras menores o igual que 50 dato se utiliza Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ , S-W)

Pruebas De Normalidad						
	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadistico	Gl.	Sig	Estadistico	Gl.	Sig
Compresion	.181	9	.200*	.952	9	.709
temperatura	.315	9	.010	.756	9	.006

---

**PASO 4: REGLA DE DECISIÓN**

Si p-valor  $\leq 0.05$  se rechaza la hipotesis nula

P-valor (resistencia a la compresión) = 0.709       $0.709 > 0.05$

Se acepta la hipótesis nula

---

**PASO 5: CONCLUSION**

Al verificar que las variables cumplen con la normalidad se realizara la correlación de Pearson

---

**B. CORRELACION DE PEARSON**

---

**PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS**

Ho: Hipótesis nula, Los resultados de la variable de resistencia a compresión no están relacionados.

H1: Hipótesis alterna Los resultados de la variable de resistencia a compresión si están relacionados

---

**PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

---

---

$\alpha = 5\% (0.05)$

---

**PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA – COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

Correlaciones			
		R_C	TEMPERATURA
R_c	Correccion de Pearson	1	-,794*
	Sig(bilateral)		.011
	N	9	9
TEMPERATURA	Correlacion de Pearson	-.794*	1
	Sig(bilateral)	.011	
	N	9	9

---

**PASO 4: REGLA DE DECISIÓN**

P-Valor = 0.011 (R\_C)                       $0.011 < 0.05$ , se rechaza la  $H_0$   
Entonces se acepta la hipótesis alterna.

---

**PASO 5: CONCLUSIÓN**

Hay evidencia estadística para afirmar que, si existe correlación positiva muy alta, entre las variables de resistencia a compresión y la temperatura de concreto con un coeficiente de Pearson de 0.794.

---

**Tabla 17.** Normalidad y correlación de resistencia a flexión del concreto fast track

---

**OBJETIVO ESPECIFICO 4:** Conocer el efecto de la variación de la temperatura en la resistencia a flexion del concreto fast-track.

---

**A. PRUEBA DE NORMALIDAD**

---

**PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD**

$H_0$ : Hipótesis nula, Los resultados de la variable de resistencia a flexión si tiene normalidad.

$H_1$ : Hipótesis alterna, Los resultados de la variable de resistencia a flexión no tienen normalidad.

---

**PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA**

“ $\alpha = 5\% (0.05)$ ”

---

**PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA**

Se recurre al test de Kolmogorov-Smirnov (KS) cuando se trabaja con muestras que contienen más de 50 datos.

Para datos menores o iguales a 50, se utilizara Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ , K-S)

---

Prueba De Normalidad						
Kolmogorov-Smirnov*a				Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FLEXION	.218	6	.200*	.950	6	.737
TEMPERATURA	.311	6	.072	.783	6	.041

#### PASO 4: REGLA DE DECISION

Si P- valor  $\leq 0.05$  se rechaza la hipótesis nula

P-valor (resistencia a flexión) = 0.737

$0.737 > 0.05$

Se acepta la hipótesis nula

#### PASO 5: CONCLUSION

Al verificar que las variables si cumplen con la normalidad se realizara la correlación de Pearson

### B. CORRELACION DE PEARSON

#### PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS

Ho: Hipotesis nula, Los resultados de la variable de resistencia a flexión no están relacionados.

H1: Hipotesis alterna., Los resultados de la variable de resistencia a flexión si están relacionados.

#### PASO 2: NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\%$  (0.05)

#### PASO 3: PRUEBA ESTADÍSTICA – COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

Correlaciones			
		FLEXIÓN	TEMPERATURA
FLEXION	Correlacion de Pearson	1	-.943**
	Sig. (bilateral)		.005
	N	6	6
TEMPERATURA	Correlación de Pearson	-.943**	1
	Sig. (bilateral)	.005	
	N	6	6

#### PASO 4: REGLA DE DECISIÓN

P-valor = 0.005 (R\_Flexion)

$0.005 > 0.05$ , se acepta Ho

Se acepta la hipótesis alterna

#### PASO 5: CONCLUSIÓN

Existe evidencia estadística para afirmar que, si existe una correlación positiva muy alta, entre la variable resistencia a flexión y la variable temperatura de concreto con un coeficiente de Pearson de 0.943.

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: El primer el parámetro en evaluar fue el Slump del concreto fast-track, se simulo tres temperaturas representativas de la ciudad de Moquegua (16.7, 20.2 y 31.2°C) el slump encontrado fue de 4.0, 3.1 y 0 pulgadas, respectivamente. Se puede apreciar que las temperaturas y el slump encontrados son inversamente proporcionales y se infiere que la justificación técnica es debido a la aceleración de la hidratación del cemento, y pérdida de agua por evaporación. La investigación de Carhuaricra & Rodríguez (2022), se realizó en la ciudad de Pucallpa, donde se consideró las siguientes temperaturas de concreto (21.70, 23.40, 33.40, 34.50, 34.50 y 35.2°C) el slump resultante fue de 4.25, 6.25, 4.25, 4, 4.5 y 4.5 pulgadas, como se puede apreciar en un rango de 14 grados de variación se puede ver que los resultados se mantienen próximos a una media de 4.625 de slump , no se aprecia variación del slump, lo que es controversial dado que a temperatura de 35.2°C, la temperatura del ambiente en la zona de proyecto y el calor de hidratación, uno esperaría que el slump sea reducido en las temperaturas más altas lo que no se aprecia en esta investigación. Estos factores son la causa de las diferencias en los valores observados. Por lo tanto, la hipótesis planteada en la investigación es correcta en relación a los resultados obtenidos en el ensayo de SLUMP.

Discusión 2: el presente estudio buscó analizar el contenido de vacíos en el concreto Fast-Track a través de la simulación de tres temperaturas de concreto (16.7, 20.2 y 31.2°C) en la ciudad de Moquegua, lo que resultó en porcentajes de 1,3%, 2,0% y 3,2%, respectivamente. Se observa que las temperaturas y el contenido de aire encontrados tienen una tendencia lineal directa dado que, a mayor temperatura el agua disminuye generando así el incremento de porcentaje de vacíos Por otro lado, la investigación de Mendoza & Pérez (2022), realizada en Juliaca, evaluó temperaturas de 23.7, 24.1, 25.8 y 29.6°C en la elaboración del concreto Fast-Track, obteniendo porcentajes de contenido de aire 1.5, 2.4, 2.3 y 2.2%, respectivamente. Siendo, la hipótesis de la investigación es incorrecta en relación a los hallazgos sobre la cantidad de vacíos en el concreto de alta velocidad porque el contenido de vacíos aumenta con la temperatura de fabricación del concreto.

Discusión 3: El objeto de este estudio fue evaluar la resistencia a la compresión del concreto fast-track, se simuló tres temperaturas representativas de la ciudad de Moquegua, las cuales fueron (16.7, 20.2 y 31.2°C), los resultados obtenidos fueron de 285.43, 235.59 y 208.93 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, los resultados expuestos se fundamentan en que al tener en el concreto una mayor temperatura se acelera la evaporación del agua y se tiene mayores vacíos, un concreto con mayor porcentaje de vacíos incide en la disminución de la resistencia, como también estas altas temperaturas causan incremento de demanda de agua, lo cual elevará el agua/cemento generando así una baja resistencia en el concreto. En la investigación Carhuaricra & Rodríguez (2022) se evaluó la resistencia a compresión a diferentes temperaturas de concreto siendo estas 21.7, 23.4, 33.4, 34.5, 34.5 y 35.2°C, los resultados obtenidos fueron 319, 263, 282, 267, 264, 293 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En este caso, los resultados difieren significativamente, lo cual se atribuye a las condiciones de altas temperaturas y la adición de micro sílice en el diseño de mezcla. Por consiguiente, los resultados de la presente investigación difieren de los resultados de Carhuaricra & Rodríguez, debido a las condiciones geográficas y las modificaciones en la composición del concreto. Por lo tanto, la hipótesis de la investigación es correcta en relación con los hallazgos del ensayo sobre la resistencia a compresión de concreto fast track.

Discusión 4: El objeto de esta investigación fue conocer resistencia a flexión del concreto fast-track. a través de la simulación de tres temperaturas diferentes (16.7, 20.2 y 31.2°C) en la ciudad de Moquegua. Los resultados fueron de 38,82, 37,81 y 31,16 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; estos resultados expuestos se fundamentan que la pérdida de resistencia a flexión es por el incremento de contenido de vacíos cuando la temperatura del concreto es elevada, ya que la resistencia a compresión y flexión tiene una relación directa. En la investigación de Carhuaricra & Rodríguez (2022) en términos de resistencia solo se determina resistencia a la compresión no haciendo el ensayo de flexión, sin embargo haciendo una correlación entre el ensayo de compresión y flexión; sus flexiones fueron 29.3, 26.4, 26.7, 28.2, 26.3 y 31.9 kg/cm<sup>2</sup> para temperaturas de diseño de 35.2, 34.5, 34.5, 33.4, 23.4 y 21.7°C, respectivamente. En este caso, los resultados difieren significativamente, lo cual se



atribuye a las condiciones de altas temperaturas y la adición de micro sílice en diseño de la mezcla. Por consiguiente, los resultados de la presente investigación difieren de los resultados de Carhuaricra & Rodríguez, debido a las condiciones geográficas y las modificaciones en la composición del concreto. Por tanto, la hipótesis presentada en el estudio se ve corroborada a la luz de resultados del examen de resistencia del hormigón a flexión. Se sustenta a la luz de los hallazgos del examen de la resistencia del concreto fast track a la flexión.

## VI. CONCLUSIONES

- En la presente investigación se analizó la influencia de la temperatura en las propiedades de concreto fast-track, teniendo en cuenta, el gradiente térmico en la ciudad de Moquegua. En este sentido, se evaluaron los indicadores del slump, contenido de vacíos, resistencia a compresión, resistencia a flexión y espesor de losa.
- En relación al Slump del concreto fast-track se ha observado que la variación de temperaturas (16.7, 20.2 y 31.2°C), el slump es de 4, 3.1 y 0 pulgadas, respectivamente. Se tiene una tendencia lineal inversa que a mayor temperatura del concreto el slump se reduce, esto se debe a que el cemento acelera su hidratación y el agua se evapora rápidamente generando así la pérdida de Slump.
- En relación al indicador contenido de vacíos se tiene que a temperaturas (16.7, 20.2 y 31.2°C) se obtiene valores de 1.3, 2.0, y 3.2%, respectivamente. Se tiene una tendencia lineal directa, que a mayor temperatura del concreto fast-track el contenido de vacío se incrementa.
- En relación al parámetro resistencia a compresión se tiene que a las temperaturas (16.7, 20.2 y 31.2°C), se obtiene los valores de 285.43, 235.59 y 208.93kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. A mayor temperatura del concreto fast-track la resistencia a la compresión disminuye, esto es porque se acelera la evaporación del agua y se tiene mayores vacíos, un concreto con mayor porcentaje de vacíos incide directamente en la disminución de la resistencia.
- En relación al indicador resistencia a flexión se ha observado que la variación de temperaturas (16.7, 20.2 y 31.2°C), se obtiene los valores de 38.32, 37.81 y 31.16kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. A mayor temperatura del concreto fast track la resistencia a flexión disminuye, esto se debe a la elevación de contenido de vacíos cuando el concreto trabaja a temperaturas elevadas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para futuras investigaciones realizar el ensayo de tiempo de fraguado con variación de temperaturas para analizar el comportamiento del concreto fast-track.
- Se recomienda para futura investigación analizar la influencia del origen de las fuentes de los materiales en las propiedades del concreto.
- Se recomienda en futuras investigaciones analizar la variación de otros factores climáticos como la velocidad del viento, la exudación, evaporación.

## REFERENCIAS

- ABANTO, F. (2009). TECNOLOGIA DEL CONCRETO.
- AREVALO, J. y. (2018). Identificación de deterioros del pavimento rígido de la calle abtao cuabras 13 a 17 y acciones de conservación en iquitos 2018. *FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL(14pp)*. Loreto.
- ASOCEM. (2010). TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.
- ASTM C127-15. (2016). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- ASTM C128-22. (2023). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- ASTM C136/C136M-19. (2020). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- ASTM C1579-21. (2021). Standrd test method for evaluating plastic shrinkage cracking of restrained fiber reinforced concrete. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- ASTM C231/C231M-22. (2022). Standard Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- ASTM C29/C29M – 17a. (2017). Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- ASTM C39/C39M-21. (2021). Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- ASTM C78/C78-M21. (2021). Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.

- ASTM E965-15(2019). (2019). Standard Test Method for Measuring Pavement Macrottexture Depth Using a Volumetric Technique. *American Association of State Highway and Transportation Officials Standard*.
- BILLIOT, I. (2019). Evaluación de hormigones de apertura temprana al tránsito para rehabilitación de pavimentos. *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL*. Argentina.
- CARHUARICRA, J., & RODRIGUEZ, J. (2022). Análisis del concreto Fast Track aplicado en la reparación de pavimentos rígidos para la evaluación de las propiedades mecánicas, Pucallpa 2022. *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*. Pucallpa.
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., & BAPTISTA, P. (s.f.). Metodología de la investigación.
- KOSAR, K. (2023). Evaluation of early age concrete pavement strength by combined nondestructive tests. *UNIVERSITY OF PITTSBURGH*. Estados Unidos.
- MENDOZA, E., & PEREZ, B. (2022). Evaluación de un concreto Fast-Track y un concreto convencional en la construcción de pavimentos rígidos, Juliaca, Puno, 2022. *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*. Juliaca.
- ONOFRE, W. (2021). Reducción del impacto socioeconómico en la rehabilitación de pavimentos rígidos con concreto fast-track en la ciudad de Huancayo. *UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE CIVIL*. Huancayo.
- PALIZA, D., & QUISPE, T. (2017). Diseño de mezclas de concreto Fast-Track en reparación y rehabilitación de pavimentos en la ciudad de Arequipa. *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA*. Arequipa.
- PASQUEL, E. (1993). TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO EN EL PERÚ.
- PORTUGAL, P. (2007). TECNOLOGÍA DEL CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO.
- PUCUTUNI, S. y. (2019). Diseño de concreto Fast-Track con fines de uso para rehabilitación de pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca. *UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA (20pp)*. Juliaca.

- RUSARIA, E. (s.f.). METODOLOGIA DE INVESTIGACION.
- SEQUEIRA, M. (2019). Resistencia mecánica en morteros de apertura rapido al transito. *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL* . Argentina.
- TAMAYO, C., & SILVA, I. (2016). Técnicas e instrumentos de recoleccion de datos. departamento académico de metodología de la investigacion. Chimbote.
- URICOECHEA, j., & VASQUEZ, G. (2020). Evaluación de deterioros de la capa superficial del pavimento rígido de un (1) km de vía comprendida desde la calle 16 con carrera 12 con calle 15 y calle 14 hasta calle 11 con calle 12 del municipio de girardot cundinamarca. *UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA(17pp)*. Colombia.
- VILLAREAL, J., & OTROS. (2019). Diseño y elaboración de concreto “Fast-Track”. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA* . Arequipa.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	Metodologia
VI Temperatura del Concreto	<p>La temperatura del concreto es un factor muy importante a tener en cuenta durante la construcción de edificios y estructuras. Durante la colocación del concreto fresco, es necesario controlar su temperatura, la temperatura máxima permitida del concreto en sitio es de 32 °C, mientras que otros autores sugieren un rango de entre 30 °C y 40 °C. (Pasquel, 1993, p. 79)</p>	<p>Se analizará un rango de temperaturas en el concreto con la finalidad de evaluar las propiedades físicas y mecánicas.</p>	Rango de Diseño	16.7°C	Intervalo	<p>Tipo de Investigacion Tipo Aplicada Enfoque de Investigacion Cuantitativo Diseño de Investigacion Cuarsi - experimental Nivel de Investigacion Explicativo</p>
				20.2°C	Intervalo	
				31.2°C	Intervalo	
VD Propiedades del Concreto FAST TRACK	<p>El concreto Fast Track es un tipo de concreto diseñado para acelerar el proceso de construcción de estructuras con molde fijo o deslizante, donde se requiere poner en funcionamiento en el menor tiempo posible. Este tipo de concreto tiene varias ventajas, incluyendo alta durabilidad y resistencia. Para incrementar la resistencia del Concreto Fast Track (CTF), se ha utilizado la incorporación del agua de mezcla a temperaturas que varían entre 60 y 40 grados Celsius. (Jara &amp; Otros, 2016, P3)</p>	<p>Se evaluarán las propiedades físicas y mecánicas del concreto Fast Track tomando en cuenta diferentes temperaturas del concreto simulando los factores climáticos de la temperatura propia de la región donde se realiza la investigación.</p>	Características físicas y mecánicas del concreto	Slump	Razon	
				Contenido de Vacios	Razon	
				Resistencia a compresion	Razon	
				Resistencia a flexion	Razon	
				Espesor de losa	Razon	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

**Título: Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>				
Durante las actividades de rehabilitación de vías en la ciudad de Moquegua se está aplicando la tecnología de concreto fast-track con la intención de reducir los tiempos de cierre de vías que alteran el tránsito de la ciudad, esta metodología se pretende aplicar en la Av Balta que es una de las principales vías de la ciudad; sin embargo, por la variabilidad climática diaria en la ciudad, no se tiene en cuenta como la temperatura del concreto afecta las propiedades del concreto. <b>¿Cómo influye la temperatura del concreto en las propiedades del concreto fast-track, Av Balta, Moquegua?</b>	Evaluar la influencia de la temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto fast-track	La temperatura del concreto afectaría drásticamente en el desarrollo acelerado de las propiedades del concreto fast-track	<b>Temperatura del concreto</b>	Rango de Diseño	16.7°C	Fichas de Cálculo
					20.2°C	
					31.2°C	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
Debido a los procedimientos tradicionales de pavimentación con concreto en la ciudad de Moquegua se requiere que el Slump del concreto este entre 4 y 6 pulg; sin embargo, este parámetro se ve alterado con las condiciones climáticas de la zona del proyecto. <b>¿Cómo influye la temperatura de concreto en la pérdida de trabajabilidad del concreto fast-track para fines de la rehabilitación de la Av Balta en Moquegua?</b>	Analizar la trabajabilidad del concreto debido a la variación de temperaturas del concreto durante el vaciado y extendido del concreto fast track en la Av Balta, Moquegua.	Una mayor temperatura del concreto disminuiría la trabajabilidad del concreto, afectando el colocado y extendido de concreto en la pavimentación de la Av Balta en Moquegua	<b>Propiedades del Concreto FAST TRACK</b>	Características físicas y mecánicas del concreto	Slump	Laboratorio
La producción continua y variación horaria de la temperatura del concreto no permite conocer la influencia de la temperatura del concreto en la variación del contenido de vacíos del concreto fast-track. <b>¿De qué manera afecta la variación de la temperatura del concreto en la cantidad de vacíos del concreto fast-track?</b>	Evaluar la influencia de la variación de temperatura del concreto en la cantidad de vacíos del concreto fast-track	El incremento de la temperatura del concreto provocaría la pérdida de la cantidad de vacíos del concreto fast-track, afectando la rigidez del concreto			Contenido de Vacíos	Laboratorio
Durante la etapa de diseño de concreto fast-track en laboratorio se cuentan con las condiciones óptimas del concreto; sin embargo, en la producción de concreto no se toma en cuenta como la variación de la temperatura del concreto vaciado altera la resistencia a la compresión del concreto fast-track. <b>¿Cómo influye la variación de temperatura del concreto en la resistencia a la compresión del concreto fast-track en pavimentos rígidos?</b>	Conocer el efecto de la variación de la temperatura en la resistencia a compresión del concreto fast-track	El incremento de la temperatura del concreto disminuirá la resistencia a la compresión del concreto fast-track			Resistencia a compresión	Laboratorio
Durante la etapa de diseño de concreto fast-track en laboratorio se cuentan con las condiciones óptimas del concreto; sin embargo, en la producción de concreto no se toma en cuenta como la variación de la temperatura del concreto vaciado altera la resistencia a la flexión del concreto fast-track. <b>¿Cómo influye la variación de temperatura del concreto en la resistencia a la flexión del concreto fast-track en pavimentos rígidos ?</b>	Conocer el efecto de la variación de la temperatura en la resistencia a flexión del concreto fast track	Incremento de la temperatura del concreto disminuirá la resistencia a la flexión del concreto fast-track			Resistencia a flexión	Laboratorio
<b>¿Cuál es el espesor adecuado para el diseño de un pavimento rígido con concreto fast-track?</b>	Dimensionar el espesor de pavimento rígido utilizando concreto fast-track	Mediante las formulaciones indicadas en la guía AASHTO-93 se dimensionaría un espesor adecuado de concreto pavimento rígido bajo la metodología fast-track.			espesor de losa	Fichas de Cálculo



## Anexo 3. Instrumento de recolección de datos



### Ficha de recolección de datos N°01

Título: Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023

Nombres: Ccuno Asillo, Diego

Sosa Poma, Jeniffer Milagros

Extracción de agregados en cantera

Ubicación de cantera:

- Cantera: \_\_\_\_\_
- Distrito: \_\_\_\_\_
- Provincia: \_\_\_\_\_
- Departamento: \_\_\_\_\_

  
Julio César Paniagua Quispe  
ING. CIVIL  
Reg. CIP 92954

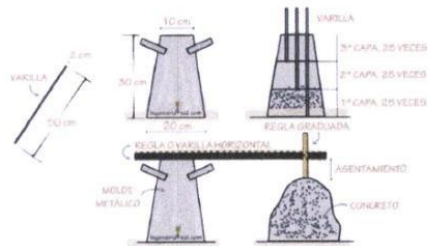
**Ficha de recolección de datos N°02**

Título: Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023

Nombres: Ccuno Asillo, Diego

Sosa Poma, Jeniffer Milagros

Indicador: Ensayo de Slump



Ítem	Temperatura de Concreto	Slump (pulgadas)	Slump Promedio (pulgadas)

*J. P. Q.*  
**Julio César Paniagua Quispe**  
 ING. CIVIL  
 Reg. CIP 92954

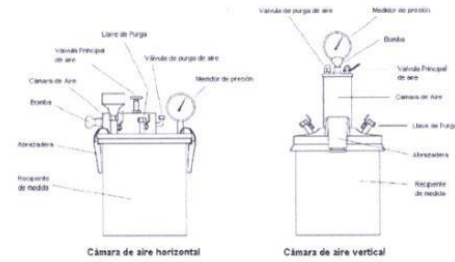
**Ficha de recolección de datos N°03**

Título: Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023

Nombres: Ccuno Asillo, Diego

Sosa Poma, Jeniffer Milagros

Indicador: Ensayo de contenido de aire



Ítem	Temperatura de Concreto	Contenido de aire	Contenido de aire Promedio

  
**Julio César Benítez Quispe**  
 ING. CIVIL  
 Reg. CIP 92854



**Ficha de recolección de datos N°05**

Título: Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023.

Nombres: Ccuno Asillo, Diego

Sosa Poma, Jeniffer Milagros

Indicador: Ensayo de resistencia a la tracción

Item	Edad (días)	Altura Prom (cm)	Largo de luz (cm)	Ancho Prom (cm)	Carga Max. (kN)	Carga Max. (kg)	Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	Temperatura de Concreto



Julio César Camagua Quispe  
ING. CIVIL  
Reg. CIP 92954

#### Anexo 4. Mapa

TÍTULO: “Evaluación de la Influencia de Temperatura del Concreto en el desarrollo de Propiedades del Concreto fast-track, Av. Balta, Moquegua, 2023”

AUTOR: Bach. Ccuno Asillo, Diego

Bach. Sosa Poma, Jeniffer Milagros

#### UBICACIÓN POLÍTICA:

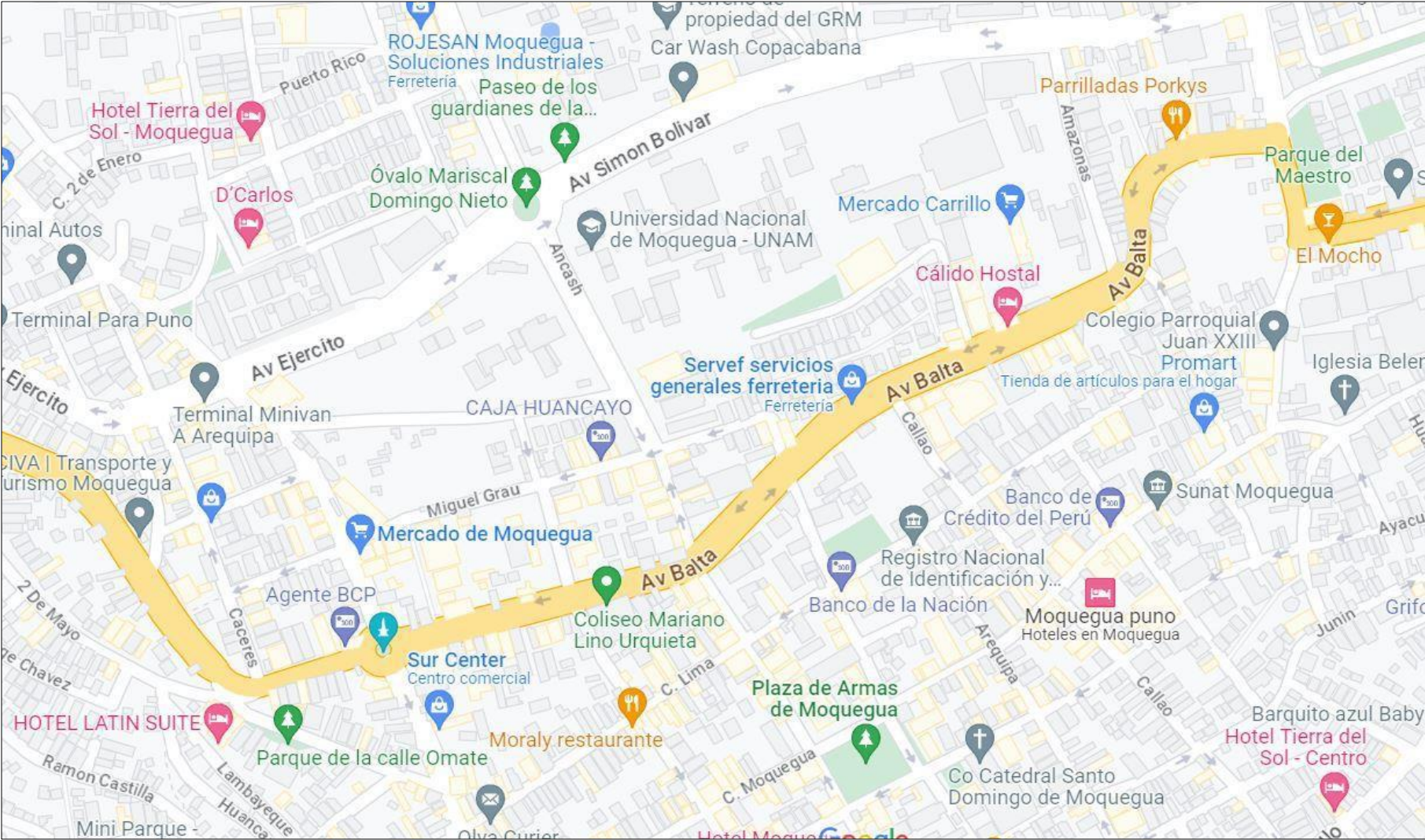
Departamento: Moquegua

Provincia: Mariscal Nieto

Distrito: Mariscal Nieto



Mapa Google Maps



Mapa Google Earth





## Anexo 5. Panel Fotográfico



*Fotografía 01.* Adquisición de agregados  
Fuente. Elaboración propia



*Fotografía 02.* Cuarteo de Piedra Chancada  
Fuente. Elaboración propia



Fotografía 03. Tamizado de Agregado Fuente. Elaboración propia



Fotografía 04. Secado de agregados en horno Fuente. Elaboración propia



*Fotografía 05.* Ensayo de peso específico - arena gruesa  
Fuente. Elaboración propia



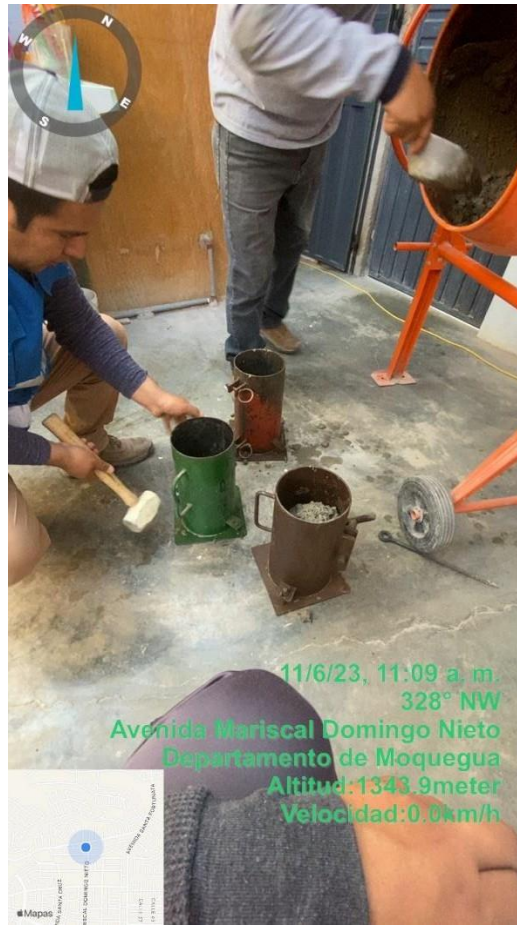
*Fotografía 06.* Ensayo de peso unitario - arena gruesa  
Fuente. Elaboración propia



*Fotografía 07.* Ensayo de slump  
Fuente. Elaboración propia



*Fotografía 08.* Ensayo de contenido de aire  
Fuente. Elaboración propia



*Fotografía 09.* Elaboración de briquetas para la resistencia a la compresión  
Fuente. Elaboración propia



*Fotografía 10.* Elaboración de vigas para la resistencia a la flexión  
Fuente. Elaboración propia



Fotografía 11. Rotura de briqueta  
Fuente. Elaboración propia



Fotografía 12. Rotura de viga  
Fuente. Elaboración propia

## Anexo 6. Certificados de laboratorio de los ensayos



**LYD CONTRATISTAS PROMOTORES  
GENERALES S.R.L.**

**DIRECCION** : Asoc. Nueva Esperanza MZ. M3 Lte. - 22 , MOQUEGUA  
**SUCURSAL** : Asoc. Paraiso Mz. F° Lte - 14 , San Antonio MOQUEGUA  
**RUC** : 20532803153  
**CELULAR** : 994576778 - 953685766  
**E-mail** : contratistaslyd@hotmail.com

EXPEDIENTE No. 589

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

EXPEDIENTE No.589- 2023 - L Y D  
PAGINA DE 1 a 5

F'C = 280 Kg/cm<sup>2</sup>, con cemento Yura HE

PIEDRA HUSO No. 56

#### PROYECTO

Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo  
de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023

#### CLIENTE

Sr. Cuno Asillo Diego  
Sra. Sosa Poma Jeniffer Milagros

#### FECHA

10 DE JUNIO DE 2023



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 181727



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
**F'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup> METODO ACI - 211**

**EXPEDIENTE No. 589 -2023 -L Y D**

**PROYECTO:** Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023  
**UBICACIÓN:** Provincia Mariscal Nieto -Región Moquegua  
**CLIENTE:** Sr. Cuno Asillo Diego, Sra. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**FECHA RECEP.:** 28 de Mayo de 2023  
**FECHA EMISION:** 10 de Junio de 2023  
**PROCEDENCIA:** Cantera Marón

CONSTANTES FISICAS	UNIDAD	CEMENTO	AGUA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Procedencia		YURA HE			
Tamaño Máximo Nominal				3/4 in.	
Peso unitario suelto	kg/cm <sup>3</sup>			1.329	1.482
Peso unitario varillado	kg/cm <sup>3</sup>			1.536	
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.90	1000	2.569	2.584
Absorción	%			1.08	2.42
Humedad Natural	%			0.48	5.07
<b>CONSIDERACIONES</b>				<b>Condición Ambiental del Diseño</b>	
Slump mm			3 in. a 4 in.	Temperatura Ambiente	20.7°C
% de Aire Atrapado			2.00	Temperatura Concreto	
Relación agua/cemento			0.466	Slump	4 in.
Vol. De Agregado Grueso			0.552	<b>FACTOR CEMENTO</b>	<b>9.49 Bolsas /m<sup>3</sup></b>

**MATERIALES PARA 1m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

MATERIALES	UNIDAD	MASA (kg)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABS. (m <sup>3</sup> )
Cemento	kg	403.43	2,900.00	0.139
Agua	L	188.00	1,000.00	0.188
Aire Atrapado	%			0.020
Piedra	kg	847.60	2,569.13	0.330
Arena	kg	834.63	2,584.00	0.323
SikaCem Plastificante (0.9 %)	kg	3.63	1,200.00	0.003
SikaRapid-1 (1.5%)	kg	8.07	1,270.00	0.006

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION PARA 1m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

MATERIALES	UNIDAD	MASA (kg)	PESO UNITARIO	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
Cemento	kg	403.43	1500.0	0.269
Agua	L	170.93	1000.0	0.171
Piedra	kg	842.55	1328.5	0.634
Arena	kg	856.75	1481.5	0.578
SikaCem Plastificante (0.9 %)	kg	3.63	1200.0	0.003
SikaRapid-1 (1.5%)	kg	8.07	1270.0	0.006

**DOSIFICACION POR BOLSA**

MATERIALES	PROPORCION EN (kg)	VOLUMEN EN (Pie <sup>3</sup> )	POR BOLSA (kg)
Cemento	1.00	1.000	42.50
Agua	0.42	0.640	17.85
Piedra	2.09	2.360	88.83
Arena	2.12	2.150	90.10
Dosificación de Aditivo por bol. de Cemento	Porcentaje	Densidad	Proporción
SikaCem Plastificante (0.9 %)	0.90 %	1.20 Kg/L	0.383 kg/bolsa
Sika Rapid 1 (1.5 %)	1.50 %	1.27 Kg/L	0.638 kg/bolsa

**Observaciones:** El presente diseño se efectuó de acuerdo del método ACI 211



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
**ING. JULIO CÉSAR ROMERO VELASQUEZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 181727





**LYD CONTRATISTAS PROMOTORES  
GENERALES S.R.L.**

**DIRECCION:** Asoc. Nueva Esperanza M2, M3 Lte. - 22, MOQUEGUA  
**SUCURSAL:** Asoc. Paraiso Mz. F Lte - 14, San Antonio MOQUEGUA  
**RUC:** 20532803153  
**CELULAR:** 994576778 - 953685766  
**E-mail:** contratistaslyd@hotmail.com

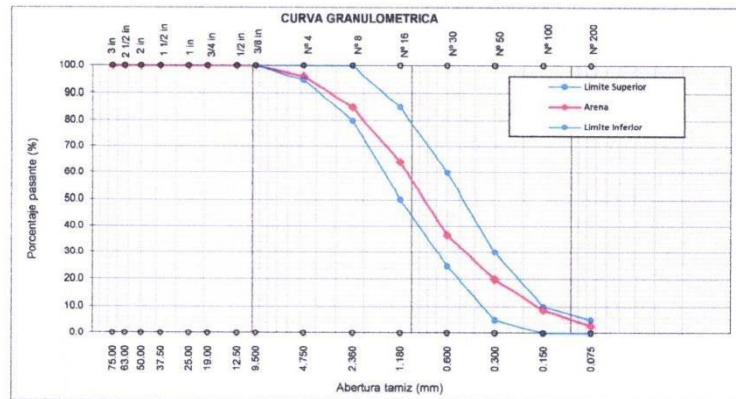
Página 2 de 5

### INFORME DE ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM C136/C136M-19

**PROYECTO:** Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023  
**UBICACIÓN:** Provincia Mariscal Nieto -Región Moquegua  
**CLIENTE:** Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**FECHA RECEP.:** 28 de Mayo de 2023  
**FECHA EMISION:** 10 de Junio de 2023  
**PROCEDENCIA:** Cantera Marón

Tamiz Especificación E11		ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM C 136 (ARENA)					ESPECIFICACION ASTM C39/C33M-18	
in. / No.	mm.	Masa Retenido	% Retenido	% Acumulado	%Pasante			
3 in.	75.00 mm	0.00						
2 1/2 in.	63.00 mm	0.00						
2 in.	50.00 mm	0.00						
1 1/2 in.	37.50 mm	0.00						
1 in.	25.00 mm	0.00						
3/4 in.	19.00 mm	0.00						
1/2 in.	12.50 mm	0.00						
3/8 in.	9.500 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	
No. 4	4.750 mm	18.81	3.64	3.64	96.36	95	100	
No. 8	2.360 mm	58.94	11.42	15.06	84.94	80	100	
No. 16	1.180 mm	107.61	20.84	35.90	64.10	50	85	
No. 30	0.600 µm	141.39	27.39	63.29	36.71	25	60	
No. 50	0.300 µm	85.65	16.59	79.88	20.12	5	30	
No. 100	0.150 µm	58.54	11.34	91.22	8.78	0	10	
No. 200	0.075 µm	30.04	5.82	97.03	2.97	0	5	

**MODULO DE FINEZA:** 2.89



**Observaciones:** El agregado fue proporcionado por el Cliente. ( Cantidad 50 kg Aprox.)



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.R. 181727



**LYD CONTRATISTAS PROMOTORES  
GENERALES S.R.L.**

**DIRECCION:** Asoc. Nueva Esperanza MZ. M3 Lte. - 22, MOQUEGUA  
**SUCURSAL:** Asoc. Paraiso Mz. F' Lte - 14, San Antonio MOQUEGUA  
**RUC:** 20532803153  
**CELULAR:** 994576778 - 953685766  
**E-mail:** contratistaslyd@hotmail.com

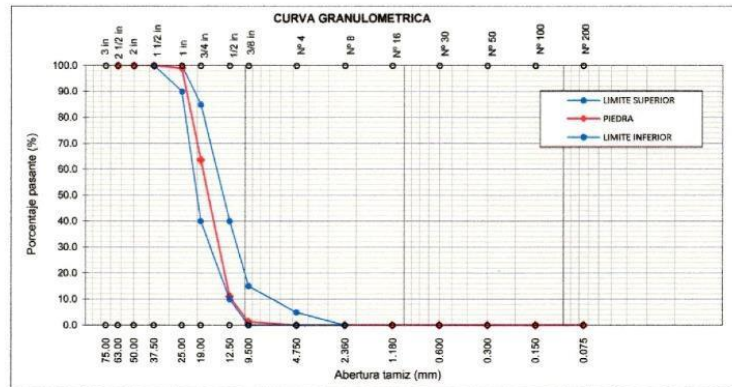
Página 3 de 5

**INFORME DE ENSAYO  
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM C136/C136M-19**

**PROYECTO** Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023  
**UBICACIÓN** Provincia Mariscal Nieto -Región Moquegua  
**CLIENTE** Sr. Cuno Asillo Diego, Sra. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**FECHA RECEP.** 28 de Mayo de 2023  
**FECHA EMISION** 10 de Junio de 2023  
**PROCEDENCIA** Cantera Marón

Tamiz Especificación E11		ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM C 136 (PIEDRA)				ESPECIFICACION ASTM C33/C33M-18	
in. / No.	mm.	Masa Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasante		
3 in.	75.00 mm	0.00					
2 1/2 in.	63.00 mm	0.00					
2 in.	50.00 mm	0.00					
1 1/2 in.	37.50 mm	0.00				100	100
1 in.	25.00 mm	103.00	1.01	1.01	99.0	90	100
3/4 in.	19.00 mm	3612.00	35.37	36.38	63.6	40	85
1/2 in.	12.50 mm	5372.00	52.61	88.99	11.0	10	40
3/8 in.	9.500 mm	994.00	9.73	98.73	1.3	0	15
No. 4	4.750 mm	130.00	1.27	100.00	0.0	0	5
No. 8	2.360 mm	0.00	0.00	100.00	0.0	0	0
No. 16	1.180 mm						
No. 30	0.600 µm						
No. 50	0.300 µm						
No. 100	0.150 µm						
No. 200	0.075 µm						

**MODULO DE FINEZA** 7.36 TMN - 3/4 in. TM - 1 1/2 in.



**Observaciones.** El agregado fue proporcionado por el Cliente. ( Cantidad 100 kg Aprox.)



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 181777



**LYD CONTRATISTAS PROMOTORES  
GENERALES S.R.L.**

DIRECCION : Asoc. Nueva Esperanza M2, M3 Lte. - 22, MOQUEGUA  
SUCURSAL : Asoc. Paraiso Mz. F Lte - 14, San Antonio MOQUEGUA  
RUC : 20532803153  
CELULAR : 994576778 - 953685766  
E-mail : contratistaslyd@hotmail.com

Página 4 de 5

**INFORME DE ENSAYO  
METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD REALATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA) Y LA  
ABSORCION DE LOS AGREGADOS**

**PROYECTO** Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track,  
Av. Balta, Moquegua 2023  
**UBICACIÓN** Provincia Mariscal Nieto - Región Moquegua  
**CLIENTE** Sr. Cuno Asillo Diego, Sra. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**FECHA RECEP.** 28 de Mayo de 2023  
**FECHA EMISION** 10 de Junio de 2023  
**PROCEDENCIA** Cantera Marón

**HUMEDAD NATURAL (ASTM C 566)**

ARENA	Und.	No	No	PROMEDIO
No. ENSAYO			1	
RECIPIENTE N°	g	A-2		
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDO	g	312.09		
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	g	298.34		
MASA DEL RECIPIENTE	g	27.39		
MASA DEL AGUA	g	13.75		
MASA DE MUESTRA SECA	g	270.95		
% DE HUMEDAD	%	5.07		5.07

**HUMEDAD NATURAL (ASTM C 566)**

PIEDRA	Und.	No	No	PROMEDIO
Nº ENSAYO			1	
RECIPIENTE N°	g	A-1		
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDO	g	365.61		
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	g	363.99		
MASA DEL RECIPIENTE	g	25.89		
MASA DEL AGUA	g	1.62		
MASA DE MUESTRA SECA	g	338.10		
% DE HUMEDAD	%	0.48		0.48

**PESO ESPECIFICO DE ARENA (ASTM C 128)**

ENSAYO	Und.	1	2	PROMEDIO
MASA DE MUESTRA SAT. SUPERF. SECA (g)	g	150.00		
MASA DE MUESTRA SECA (g)	g	146.46		
MASA DE FIOLA + H2O AL ENRASE	g	355.44		
MASA DE FIOLA + MUESTRA + H2O AL ENRASE	g	447.40		
PESO ESPECIFICO	g/cm³	2.584		2.584
ABSORCION (%)	%	2.42		2.42

**PESO ESPECIFICO DE PIEDRA (ASTM C127)**

ENSAYO	Und.	1	2	PROMEDIO
MASA DE AGREGADO SATURADO SUPERFICIAL SECA	g	3,196.00		
MASA DE AGREGADO SECA	g	3162.00		
MASA DE AGREGADO + CANASTILLA SUMERGIDA	g	1952.00		
MASA CANASTILLA SUMERGIDA	g	0.00		
MASA DE AGREGADO SATURADO SUMERGIDO	g	1952.00		
TEMPERATURA DEL AGUA (°C)	°C	25.0		
GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE	g/cm³	2.61		2.61
GRAVEDAD ESPECIFICA VOLUMETRICA (Bulk) SSS	g/cm³	2.569		2.57
GRAVEDAD ESPECIFICA VOLUMETRICA (Bulk seca)	g/cm³	2.54		2.54
ABSORCION (%)	%	1.08		1.08

**Observaciones.** El agregado fue proporcionado por el Cliente. ( Cantidad 100 kg Aprox.)



LYD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 181777

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del laboratorio LYD



## INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE No. 592-2023-L Y D

**PROYECTO** : Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023  
**UBICACION** : Provincia Mariscal Nieto - Región Moquegua  
**CLIENTE** : Sr. Corno Asillo Diego, Sra. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**MUESTRA** : Concreto  
**FECHA** : 11 de Junio del 2023

### RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONTENIDOS DE AIRE ASTM C231 / C231M - 17a

ITEM	MUESTRA	TEMPERATURA DE CONCRETO	CONTENIDO DE AIRE (%)	PROMEDIO
1	MUESTRA 01	16.7	1.3	1.3
	MUESTRA 02		1.2	
	MUESTRA 03		1.3	
2	MUESTRA 01	20.2	2.1	2.0
	MUESTRA 02		2.0	
	MUESTRA 03		2.0	
3	MUESTRA 01	31.2	3.0	3.2
	MUESTRA 02		3.2	
	MUESTRA 03		3.4	

### RESULTADOS DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO ASTM C143 / C143M - 20

ITEM	MUESTRA	TEMPERATURA DE CONCRETO	ASENTAMIENTO (PULG)	PROMEDIO
1	MUESTRA 01	16.7	4.5	4.0
	MUESTRA 02		4.0	
	MUESTRA 03		3.6	
2	MUESTRA 01	20.2	3.4	3.1
	MUESTRA 02		3.1	
	MUESTRA 03		2.8	
3	MUESTRA 01	31.2	0.0	0.0
	MUESTRA 02		0.0	
	MUESTRA 03		0.0	



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR RÓMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 181727



**INFORME DE ENSAYO**

**Standard Test Method For Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens<sup>1</sup>  
(Compresion de Probeta) ASTM C39/C39M-21**

**EXPEDIENTE No.591-2023-L Y D**

**PROYECTO** : Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023  
**UBICACION** : Provincia Mariscal Nieto - Región Moquegua  
**CLIENTE** : Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**MUESTRA** : Probetas Cilindricas de Concreto 6 in. x 12 in.  
**FECHA RECEP.** : 13 de Junio de 2023

Fecha de Emisión 13/06/2023

**CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPO - PUNTO DE PRECISION S.A.C. - LFP - 129 -2023, CON PATRONES DE TRAZABILIDAD DE PUCP**

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	DISEÑO kg/cm <sup>2</sup>	FECHA		EDAD Días	CARGA		DIAMETRO (cm)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia	% Promedio	TIPO DE FALLA
				Muestreo	Rotura		(KN)	(kg)						
1		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 20.2 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	520.86	53112.09	15.27	28.4	290.02	103.58	101.94	TIPO 2
2		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 20.2 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	511.23	52130.12	15.28	27.9	284.48	101.60		TIPO 2
3		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 20.2 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	489.95	49960.20	15.03	27.6	281.78	100.64		TIPO 2
4		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 31 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	389.72	39739.75	15.09	21.8	222.36	79.41	84.14	TIPO 2
5		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 31 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	427.61	43603.39	15.05	24.0	245.11	87.54		TIPO 2
6		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 31 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	417.53	42575.53	15.05	23.5	239.34	85.48		TIPO 3
7		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 16.7 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	380.39	38788.37	15.25	20.8	212.36	75.84	74.62	TIPO 2
8		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 16.7 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	363.78	37094.65	15.18	20.1	205.10	73.25		TIPO 2
9		DMC - Concreto Fast-Track (temperatura 16.7 °C)	280	11-Jun-23	13-Jun-23	2	370.76	37806.40	15.17	20.5	209.31	74.76		TIPO 2

**MODELOS DE FRACTURAS  
TIPICOS**



**Observaciones:**

Probetas fueron moldeadas e identificadas por el Cliente y curadas en el laboratorio de LYD



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 181727



# FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L. LABORATORIO GEOTECNICO E INVESTIGACION

Calle Grau N° 127 Moquegua - Av. Industrial N° 712 APIMA Arequipa

ING. FEDERICO PAUCAR TITO  
RUC 20447454379 FAX 053-461257 CELULAR 953692383 fpaucart@gmail.com  
REGISTRO DE CONSULTAR C - 2506

Estudios Geotécnicos  
Estandar Testing Penetration  
Compresión In situ/Píaca de Carga  
CBR Laboratorio/Campo  
Proctor  
Análisis Químico de Suelos  
Esclerometría  
Compresión de Probetas  
Compresión Diagonal en Mueretes de Alb.  
Dinamic Probing Penetration DPL  
Ensayo de Rocas  
Ensayo en Pilotes  
Perforación Diamantina

## ENSAYO DE FLEXO - TRACCIÓN EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS ASTM C78

**NOMBRE DE TESIS** : "EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE TEMPERATURA DEL CONCRETO EN EL DESARROLLO DE PROPIEDADES DEL CONCRETO FAST-TRACK, AV.BALTA;MOQUEGUA,2023"

**SOLICITA** : BACH. DIEGO CCUNO ASILLO  
BACH. JENIFFER MILAGROS SOSA POMA

**UBICACIÓN** : MOQUEGUA

**FECHA** : 14/06/2023

REGISTRO: CP-ASTM C78\_2-TESIS/2023

CERTIFICADO CALIBRACIÓN

N°2CFC-0002-2022

Metodo calibración: ASTM E-4

N°	DESCRIPCION	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	ALTURA PROMEDIO (cm)	LARGO DE LUZ (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (kg)	MÓDULO DE RUPTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	COMPRESIÓN f'c (MPa)
			VACIADO	ENSAYO								
1	CONCRETO FAST-TRACK TEMPERATURA BAJA 16.7°C	280	11/06/2023	14/06/2023	3	15.0	50.0	15.2	25.92	2642.55	39.02	3.83
2	CONCRETO FAST-TRACK TEMPERATURA BAJA 16.7°C	280	11/06/2023	14/06/2023	3	15.0	50.0	15.1	25.48	2598.20	38.62	3.79

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

Federico Pascual Paucar Tito  
ING CIVIL Reg. CIP 44210

INGENIERO RESPONSABLE

CALLE MIGUEL GRAU NRO 127 INT. 1 MOQUEGUA - AV. INDUSTRIAL N° 712 AREQUIPA - FAX 461257 REG CONSULTOR C2506

ASOCIADO A LA SOCIEDAD PERUANA DE GEOTECNIA CEL 953692383 #172383 EMAIL fpaucart@gmail.com



# FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

## LABORATORIO GEOTECNICO E INVESTIGACION

Calle Grau N° 127 Moquegua - Av. Industrial N° 712 APIMA Arequipa

ING. FEDERICO PAUCAR TITO  
RUC 20447454379 FAX 053-461257 CELULAR 953692383 fpaucart@gmail.com  
REGISTRO DE CONSULTAR C-2506

Estudios Geotécnicos  
Estandar Testing Penetration  
Compresion Insitu/Placa de Carga  
CBR Laboratorio/Campo  
Proctor  
Análisis Químico de Suelos  
Esclerometría  
Compresión de Probetas  
Compresión Diagonal en Mueretes de  
Alb.  
Dinamic Probing Penetration DPL  
Ensayo de Rocas  
Ensayo en Pilotes  
Perforación Diamantina

### ENSAYO DE FLEJO - TRACCIÓN EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS ASTM C78

**NOMBRE DE TESIS :** "EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE TEMPERATURA DEL CONCRETO EN EL DESARROLLO DE PROPIEDADES DEL CONCRETO FAST-TRACK , AV.BALTA;MOQUEGUA,2023"

**SOLICITA :** BACH. DIEGO CCUNO ASILLO  
BACH. JENIFFER MILAGROS SOSA POMA

**UBICACIÓN :** MOQUEGUA

**FECHA :** 14/06/2023

**REGISTRO:** CP-ASTM C78\_1-TESIS/2023

CERTIFICADO CALIBRACIÓN

N°2CFC-0002-2022

Metodo calibración: ASTM E-4

N°	DESCRIPCION	F <sup>c</sup> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	ALTURA PROMEDIO (cm)	LARGO DE LUZ (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (kg)	MÓDULO DE RUPTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	COMPRESIÓN F <sub>c</sub> (MPa)
			VACIADO	ENSAYO								
1	CONCRETO FAST-TRACK TEMPERATURA AMBIENTE 20.2°C	280	11/06/2023	14/06/2023	3	14.8	49.0	15.1	24.41	2488.58	36.99	3.63
2	CONCRETO FAST-TRACK TEMPERATURA AMBIENTE 20.2°C	280	11/06/2023	14/06/2023	3	15.3	50.0	15.1	26.776	2730.35	38.62	3.79

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.  
Federico Pascual Paucar Tito  
ING CIVIL Reg. CIP-44210

INGENIERO RESPONSABLE



# FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

## LABORATORIO GEOTECNICO E INVESTIGACION

Calle Grau N° 127 Moquegua - Av. Industrial N° 712 APIMA Arequipa

ING. FEDERICO PAUCAR TITO  
RUC 20447454379 FAX 053-461257 CELULAR 953692383 fpaucart@gmail.com  
REGISTRO DE CONSULTAR C-2506

Estudios Geotécnicos  
Estandar Testing Penetration  
Compresión Insitu/Placa de Carga  
CBR Laboratorio/Campo  
Proctor  
Análisis Químico de Suelos  
Esferometría  
Compresión de Probetas  
Compresión Diagonal en Muestras de Alb.  
Dinamic Probing Penetration DPL  
Ensayo de Rocas  
Ensayo en Pilotes  
Perforación Diamantina

### ENSAYO DE FLEJO - TRACCIÓN EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS ASTM C78

**NOMBRE DE TESIS :** "EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE TEMPERATURA DEL CONCRETO EN EL DESARROLLO DE PROPIEDADES DEL CONCRETO FAST-TRACK , AV.BALTA;MOQUEGUA,2023"

**SOLICITA :** BACH. DIEGO CCUNO ASILLO  
BACH. JENIFFER MILAGROS SOSA POMA

**UBICACIÓN :** MOQUEGUA

**FECHA :** 14/06/2023

REGISTRO: CP-ASTM C78\_2-TESIS/2023

CERTIFICADO CALIBRACIÓN

N°2CFC-0002-2022

Metodo calibración: ASTM E-4

N°	DESCRIPCION	F <sup>c</sup> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	ALTURA PROMEDIO (cm)	LARGO DE LUZ (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (kg)	MÓDULO DE RUPTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	COMPRESIÓN F <sub>c</sub> (MPa)
			VACIADO	ENSAYO								
1	CONCRETO FAST-TRACK TEMPERATURA ALTA 31.2°C	280	11/06/2023	14/06/2023	3	15.0	49.0	15.1	20.5	2090.39	30.45	2.99
2	CONCRETO FAST-TRACK TEMPERATURA ALTA 31.2°C	280	11/06/2023	14/06/2023	3	15.3	50.0	14.9	21.66	2208.16	31.86	3.12

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

Federico Pascual Paucar Tito  
ING CIVIL Reg. CIP 44210

INGENIERO RESPONSABLE

CALLE MIGUEL GRAU NRO 127 INT. 1 MOQUEGUA - AV. INDUSTRIAL N° 712 AREQUIPA - FAX 461257 REG CONSULTOR C2506

ASOCIADO A LA SOCIEDAD PERUANA DE GEOTECNIA CEL 953692383 #172383 EMAIL fpaucart@gmail.com





**INFORME DE ENSAYO  
LIMITES DE ATTERBERG (CONSISTENCIA)  
ASTM D4318-17e1**

**EXPEDIENTE No. 659 -2023 - L Y D**

<b>PROYECTO</b>	Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023
<b>UBICACIÓN</b>	Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
<b>CLIENTE</b>	Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros
<b>PROCEDENCIA</b>	Cantera Maron
<b>MUESTRA N°</b>	M-01
<b>MATERIAL</b>	Arena
<b>FECHA RECEP.</b>	28 de Mayo de 2023
<b>FECHA DE EMISI.</b>	10 de Junio de 2023

METODO DE ENSAYO UTILIZADO: Método "A" - Multipunto

TAMIZ DE SEPARACION E11 : No. 40

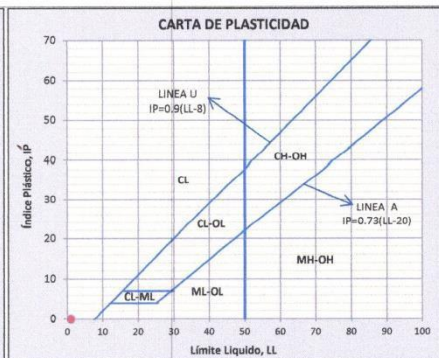
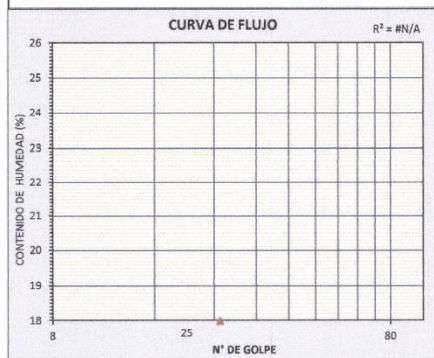
METODO DE SEPARACION LL : Lavado

LIMITE LIQUIDO (LL)	
TARRO	No
MASA DE TARRO + SUELO HUMEDO	g
MASA DE TARRO + SUELO SECO	g
MASA DEL TARRO	g
MASA DEL AGUA	g
MASA DEL SUELO SECO	g
HUMEDAD	%
NUMERO DE GOLPES	No

**NP**

LIMITE PLASTICO (LP)	
TARRO	No
MASA DE TARRO + SUELO HUMEDO	g
MASA DE TARRO + SUELO SECO	g
MASA DEL TARRO	g
MASA DEL AGUA	g
MASA DEL SUELO SECO	g
% DE HUMEDAD	%

**NP**



RESULTADOS		Observaciones:
LIMITE LIQUIDO (LL)	NP %	Suelo de Plasticidad, Nula (NP)
LIMITE PLASTICO (LP)	NP %	
INDICE DE PLASTICIDAD (IP)	NP %	

**Observaciones** El Material fue identificado y Proporcionado por el Cliente (Arena 50 kg)  
Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio LYD



LYD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
*[Signature]*  
**ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ**  
INGENIERO CIVIL  
C.R. 181727



**LYD CONTRATISTAS PROMOTORES  
GENERALES S.R.L.**

**DIRECCION :** Asoc. Nueva Esperanza MZ. M3 Lte. - 22 , MOQUEGUA  
**SUCURSAL :** Asoc. Paraiso Mz. F' Lte - 14 , San Antonio MOQUEGUA  
**RUC :** 20532803153  
**CELULAR :** 994576778 - 953685766  
**E - mail :** contratistaslyd@hotmail.com

Página 2 de 8

**INFORME DE ENSAYO  
EQUIVALENTE DE ARENA  
NORMA ASTM D 2419-14**

<b>PROYECTO</b>	Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023
<b>UBICACIÓN</b>	Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
<b>CLIENTE</b>	Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros
<b>PROCEDENCIA</b>	Cantera Maron
<b>MUESTRA No.</b>	M-01
<b>MATERIAL</b>	Arena
<b>FECHA DE REC.</b>	28 de Mayo de 2023
<b>FECHA DE EMIS.</b>	10 de Junio de 2023

DESCRIPCION	1	2	2	Promedio %
Tamaño máximo (pasa malla No.4)				
Hora de entrada a saturación	08:10:00	08:12:00	08:14:00	
Hora de salida de saturación (mas 10")	08:20:00	08:22:00	08:24:00	
Hora de entrada a decantación	08:24:00	08:26:00	08:28:00	
Hora de salida de decantación (mas 20")	08:44:00	08:46:00	08:48:00	
Altura máxima de material fino	4.20	4.20	4.20	
Altura máxima de la arena	3.40	3.40	3.30	
Equivalente de Arena	%	80.95	80.95	78.57
				<b>80.2</b>

**Observaciones**

El Material fue identificado y Proporcionado por el Cliente (Arena 50 kg)  
Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio LYD

-----FIN-----



L y D. CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 161727



**INFORME DE ENSAYO  
ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS  
ASTM C40/C40M-19**

<b>PROYECTO</b>	Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
<b>UBICACIÓN</b>	Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
<b>CLIENTE</b>	Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros
<b>PROCEDENCIA</b>	Cantera Maron
<b>MUESTRA No.</b>	M-01
<b>MATERIAL</b>	Arena
<b>FECHA DE REC.</b>	28 de Mayo de 2023
<b>FECHA DE EMIS.</b>	10 de Junio de 2023

Determinar del color por procedimiento alternativo  
 Para definir con mayor precisión el color de líquido de la muestra sometida a ensayo, se comparó con la placa orgánica.

COLOR GARDNER ESTANDAR	
<b>No. 5</b>	

No. de color en placa orgánica	Color estandar Gardner No.
1	5
2	8
3 (estándar)	11
4	14
5	16

**Observaciones.**

El Material fue identificado y Proporcionado por el Cliente (Arena 50 kg)  
 Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio L Y D

-----FIN-----



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
 ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 181727



LYD CONTRATISTAS PROMOTORES  
GENERALES S.R.L.

DIRECCION : Asoc. Nueva Esperanza MZ, M3 Lte. - 22, MOQUEGUA  
SUCURSAL : Asoc. Paraiso Mz: F' Lte - 14, San Antonio MOQUEGUA  
RUC : 20532803153  
CELULAR : 994576778 - 953685766  
E - mail : contratistaslyd@hotmail.com

Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO  
MATERIAL PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) ASTM C117-17

EXPEDIENTE No. 660 -2023 -L Y D

PROYECTO Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track,  
Av. Balta, Moquegua 2023  
CLIENTE Provincia Mariscal Nieto -Región Moquegua  
UBICACIÓN Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
FECHA REC. 28 de Mayo de 2023  
FECHA EMIS. 10 de Junio de 2023  
PROCEDENCIA Cantera Marón  
MUESTRA ARENA

CONTENIDO DE ARCILLAS Y LIMOS		
Masa Inicial de la Muestra	g	510.33
Masa Pasante de la Malla N° 200	g	15.32
Porcentaje de Material que Pasa el tamiz No 200	%	3.00

**Observaciones.** El agregado fue proporcionado por el Cliente. ( Cantidad 50 kg Aprox.)  
Los resultados presentados corresponden exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.

.....:FIN .....



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
.....  
ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 181727



**INFORME DE ENSAYO**

**ABSORCIÓN DE AGUA  
ASTM C128-15**

<b>PROYECTO</b>	Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023
<b>UBICACIÓN</b>	Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
<b>CLIENTE</b>	Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros
<b>PROCEDENCIA</b>	Cantera Maron
<b>MUESTRA No.</b>	M-01
<b>MATERIAL</b>	Arena
<b>FECHA DE REC.</b>	28 de Mayo de 2023
<b>FECHA DE EMIS.</b>	10 de Junio de 2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

**AGREGADO FINO**

A	Masa de material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (g)	500.0		
B	Masa de frasco + agua (g)	652.5		
C	Masa de frasco + agua + A (g)	1152.5		
D	Masa de material + agua en el frasco (g)	951.5		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	201.0		
F	Masa de material seco en estufa (105°C) (g)	487.2		
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	188.2		<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.424		2.424
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.488		2.488
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.589		2.589
	<b>% de absorción = ((A - F)/F)*100</b>	<b>2.63</b>		<b>2.63%</b>

**Observaciones:**

El Material fue identificado y Proporcionado por el Cliente (Arena 50 kg)  
Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio L Y D

-----FIN-----



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 101727



**INFORME DE ENSAYO  
TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES  
MTC E 212 - NTP 400.015**

**PROYECTO** Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track,  
Av. Balta, Moquegua 2023  
**CLIENTE** Provincia Mariscal Nieto -Región Moquegua  
**UBICACIÓN** Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**FECHA REC.** 28 de Mayo de 2023  
**FECHA EMIS.** 10 de Junio de 2023  
**PROCEDENCIA** Cantera Marón  
**MUESTRA** ARENA y PIEDRA

**AGREGADO FINO**

Tamaño de las partículas de las Muestras	MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO - M (g)	MASA DE LAS PARTICULAS RETENIDAS - R (g)	% DE PARTILAS DELEZNABLES Y TERRONES DE ARCILLA
Retenido Sobre el Tamiz No. 16	100.0	98.90	1.10
Terrones de Arcilla y partículas Deleznables	=	1.10	%

**AGREGADO GRUESO**

Tamaño de las partículas de las Muestras	MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO - M (g)	MASA DE LAS PARTICULAS RETENIDAS - R (g)	% DE PARTILAS DELEZNABLES Y TERRONES DE ARCILLA
No. 4 3/8 in.	1000.0	994.00	0.60
3/8 in. 3/4 in.	2000.0	1993.00	0.35
3/4 in. 1 1/2 in.	3000.0	2992.00	0.27
Terrones de Arcilla y partículas Deleznables	=	0.41	%

**Observaciones:** El agregado fue proporcionado por el Cliente  
Los resultados presentados corresponden exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 181727



**INFORME DE ENSAYO**  
CANTIDAD DE PARTÍCULAS LIVIANAS EN AGREGADOS  
(CONTENIDO DE CARBÓN Y LIGNITO)  
ASTM C123/C123M-14

EXPEDIENTE No. 710-2023 -L Y D

PROYECTO Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track,  
Av. Balta, Moquegua 2023  
CLIENTE Provincia Mariscal Nieto -Región Moquegua  
UBICACIÓN Bach. Couno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
FECHA REC. 28 de Mayo de 2023  
FECHA EMIS. 10 de Junio de 2023  
PROCEDENCIA Cantera Marón  
MUESTRA ARENA y PIEDRA.

PARTÍCULAS LIVIANAS - AGREGADO FINO		M2	M1	L
AGREGADO FINO	MASA INICIAL SECO (g)	MASA SECO RETENIDO EN T Nº 50 (g)	MASA SECO DE PARTÍCULAS RETENIDAS EN EL COLADOR (g)	% PORCENTAJE DE PARTÍCULAS LIVIANAS
	1500.00	200	0.24	0.12

PARTÍCULAS LIVIANAS - AGREGADO GRUESO		M3	M1	L
AGREGADO GRUESO	MASA INICIAL (g)	MASA SECO RETENIDO EN T Nº 4 (g)	MASA SECO DE PARTÍCULAS RETENIDAS EN EL COLADOR (g)	% PORCENTAJE DE PARTÍCULAS LIVIANAS
	3000.00	2941	0.74	0.025

**Observaciones:** El agregado fue proporcionado por el Cliente  
Los resultados presentados corresponden exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.



LYD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 181727



**ANALISIS QUIMICO**

PROYECTO	Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023
UBICACIÓN	Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
CLIENTE	Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros
PROCEDENCIA	Cantera Maron
MUESTRA N°	M-01
MATERIAL	Arena y Piedra
FECHA RECEP.	28 de Mayo de 2023
FECHA DE EMISI.	10 de Junio de 2023

DATOS DE LA MUESTRA EXTRAIDA		DATOS DEL ENSAYO REALIZADOS	
RESULTADO DE ANALISIS QUIMICOS			
IDENT.	ARENA	NTP 400.042	NTP 400.042
		Contenido de Cloruros Solubles Totales	Contenido de Sulfatos Solubles Totales
		ppm	ppm
M - 01		371.0	280.0
		%	%
		0.037	0.028

DATOS DE LA MUESTRA EXTRAIDA		DATOS DEL ENSAYO REALIZADOS	
RESULTADO DE ANALISIS QUIMICOS			
IDENT.	PIEDRA	NTP 400.042	NTP 400.042
		Contenido de Cloruros Solubles Totales	Contenido de Sulfatos Solubles Totales
		ppm	ppm
M - 01		210.0	220.0
		%	%
		0.021	0.022

**Observaciones:**

El Material fue identificado y Proporcionado por el Cliente (Arena 50 kg)  
Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio L Y D



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 181727





**INFORME DE ENSAYO**  
**DESGASTE POR ABRASION -MAQUINA LOS ANGELES**  
Norma de Ref. ASTM C131/C131M-14

<b>PROYECTO</b>	Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023
<b>UBICACIÓN</b>	Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
<b>CLIENTE</b>	Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros
<b>PROCEDENCIA</b>	Cantera Maron
<b>MUESTRA No.</b>	M-01
<b>MATERIAL</b>	Piedra
<b>FECHA DE REC.</b>	28 de Mayo de 2023
<b>FECHA DE EMIS.</b>	10 de Junio de 2023

Datos de Equip. **CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPO - METROLOGIA PUNTO DE PRECISION S.A.C. LO - 051 - 2023**

<b>GRADACION</b>	<b>B</b>
<b>VELOCIDAD</b>	<b>30 @ 33 rpm.</b>

<b>No. DE ESFERAS</b>	<b>11</b>
<b>MASA DE CADA ESFERA (g)</b>	<b>418</b>
<b>No. DE REVOLUCIONES</b>	<b>500</b>

TAMAÑO DE TAMIZ		MASA DE TAMAÑO INDICADO (g)			
		GRADACION			
PASANTE	RETENIDO	A	B	C	D
37.5mm(1 1/2in)	25.0mm (1in)	1250 ± 25	-	-	-
25.0 mm (1in)	19.0 mm (3/4in)	1250 ± 25	-	-	-
19.0 mm (3/4in)	12.5 mm(1/2in)	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12.5 mm(1/2in)	9.5 mm (3/8in)	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9.5 mm(3/8in)	6.3 mm (1/4in)	-	-	2500 ± 10	-
6.3 mm(1/4in)	4.75 mm (No.4)	-	-	2500 ± 10	-
4.75 mm(#4)	2.36 mm (No.8)	-	-	-	5000
<b>TOTAL</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

DESCRIPCION	MASA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO, m <sub>1</sub>	MASA FINAL RETENIDO EN TAMIZ N° 12, m <sub>2</sub>	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCION	DESGASTE POR ABRASION
<b>UNIDADES</b>	g	g	g	%
<b>RESULTADOS</b>	5001.0	3769.0	1232.0	24.6%

<b>DESGASTE POR ABRASION</b>	<b>25%</b>
------------------------------	------------

**Observaciones:**

El Material fue identificada y Proporcionado por el Cliente (Aprox. 40 kg)

Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio L Y D



L y D CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 181727



**INFORME DE ENSAYO  
DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS  
ASTM D 5821**

**PROYECTO** Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track,  
Av. Balta, Moquegua 2023  
**UBICACIÓN** Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua  
**CLIENTE** Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**PROCEDENCIA** Cantera Maron  
**MUESTRA N°** M-01  
**MATERIAL** Piedra  
**FECHA RECEP.** 28 de Mayo de 2023  
**FECHA DE EMISI.** 10 de Junio de 2023

**A.- CON UNA CARA FRACTURADA**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	$((B/A)*100)$	(%)	C*D
11/2 in.	1 in.	3000	1028	34	1	35
1 in.	3/4 in.	1500	984	66	35	2321
3/4 in.	1/2 in.	500	322	64	53	3388
1/2 in.	3/8 in.	200	110	55	10	535
<b>TOTAL</b>		<b>5200</b>	<b>2444</b>		<b>99</b>	<b>6279</b>
<b>CON UNA CARA FRACTURADA</b>				<b>64 %</b>		

**B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	$((B/A)*100)$	(%)	C*D
11/2 in.	1 in.					
1 in.	3/4 in.					
3/4 in.	1/2 in.					
1/2 in.	3/8 in.					
<b>TOTAL</b>						
<b>CON DOS CARAS FRACTURADAS</b>				<b>%</b>		

**Observaciones**

El Material fue identificado y Proporcionado por el Cliente (Arena 50 kg)

Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio L Y D



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.

ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 181727



**INFORME DE ENSAYO  
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS  
ASTM D 4791-10**

PROYECTO	Evaluación de la influencia de temperatura del concreto en el desarrollo de propiedades del concreto Fast-Track, Av. Balta, Moquegua 2023
UBICACIÓN	Provincia Mariscal Nieto - Region Moquegua
CLIENTE	Bach. Ccuno Asillo Diego, Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros
PROCEDENCIA	Cantera Maron
MUESTRA N°	M-01
MATERIAL	Piedra
FECHA RECEP.	28 de Mayo de 2023
FECHA DE EMISI.	10 de Junio de 2023

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	( B/A)*100)	% Parcial	C x D	
1 1/2 in.	1 in.	10000	120.0	1.2	1.01	1.21	
1 in.	3/4 in.	5000	160.0	3.2	35.37	113.20	
3/4 in.	1/2 in.	2000	96.0	4.8	52.61	252.53	
1/2 in.	3/8 in.	1000	74.0	7.4	9.73	72.04	
<b>Total:</b>		<b>18000</b>			<b>98.7</b>	<b>439.0</b>	
<b>Porcentaje de Chatas</b>		=			<b>4.4</b>	<b>%</b>	

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	( B/A)*100)	% Parcial	CxD	
1 1/2 in.	1 in.	10000	97.0	1.0	1.01	0.98	
1 in.	3/4 in.	5000	170.0	3.4	35.37	120.27	
3/4 in.	1/2 in.	2000	33.0	1.7	52.61	86.81	
1/2 in.	3/8 in.	1000	45.0	4.5	9.73	43.81	
<b>Total:</b>		<b>18000</b>			<b>98.7</b>	<b>251.9</b>	
<b>Porcentaje de Alargadas</b>		=			<b>2.6</b>	<b>%</b>	
<b>Particulas Chatas y Alargadas</b>		=				<b>7.0 %</b>	

**Observaciones**

El Material fue identificado y Proporcionado por el Cliente (Arena 50 kg )

Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, sin la Autorización del Laboratorio L Y D



LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
ING. JULIO CESAR ROMERO VELASQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 181727

Anexo 4. Certificado de calibración del equipo



**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1ACF-0065-2022**



Exp.: 2A00474  
 Fecha Emisión: 2022-10-10  
 Página: 1 de 2

1. SOLICITANTE : FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L
2. DIRECCIÓN : Calle Miguel Grau N° 127 Interior 1 - Moquegua - Mariscal Nieto - Moquegua
3. EQUIPO DE MEDICIÓN : PRENSA HIDRÁULICA
- |                                      |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Marca : ARSOU GROUP                  | Tipo de Ensayo : Compresión    |
| Modelo : STYE -2000                  | Tipo Indicación : Digital      |
| N° de Serie : 2005751                | Capacidad : 2 000 kN           |
| Código de Identificación : No indica | Resolución : 0,01 kN           |
| Procedencia : No indica              | Clase de Exactitud : No indica |
| Ubicación : Laboratorio              |                                |

4. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-10-04
5. LUGAR DE CALIBRACIÓN : En las instalaciones de FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L
6. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Por comparación directa, tomando como referencia la norma ISO 7500-1: 2018 Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza.

7. TRAZABILIDAD
- Los resultados son trazables a la unidad de medida del Sistema Internacional de Unidades (SI)  
 Se utilizaron los siguientes patrones

Trazabilidad Patrón utilizado	Patrón utilizado	
	Tipo de Patrón	Certificado de calibración
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - ALEMANIA	Celda de carga 150 t	INF-LE 268-21 A / P.U.C.P.

8. OBSERVACIONES
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con identificación N° 2AMB-00319-22.
  - La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo de medición.
  - La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
  - No se realizó medición de reversibilidad "v (%)".
  - Se calibró el equipo hasta 999 kN en coordinación con el cliente.
- (\* ) Correspondiente al promedio de tres series de mediciones en ascenso.

Este documento al ser emitido sin el símbolo dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROIL S.A.C.

**JORGE A. YTUSA PACHECO**  
 Laboratorio de Calibración



**9. RESULTADOS**

Condiciones Ambientales		
	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,9 °C
H. Relativa	57 % hr	58 % hr

Equipo a Calibrar (kN)	Equipo Patrón Promedio (kN)	Error (kN)
98,56	97,73	0,83
197,59	195,54	2,05
293,42	293,57	-0,15
390,55	391,51	-0,96
488,09	489,37	-1,28
585,53	586,86	-1,33
683,95	685,01	-1,06
782,28	783,26	-0,98
880,23	880,74	-0,51
969,22	969,42	-0,20

Equipo a Calibrar (kN)	Errores Relativos				Incertid. Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
98,56	0,85	0,01	---	0,01	7,06
197,59	1,05	0,01	---	0,01	3,53
293,42	-0,05	0,00	---	0,00	2,35
390,55	-0,25	0,00	---	0,00	1,76
488,09	-0,26	0,00	---	0,00	1,41
585,53	-0,23	0,00	---	0,00	1,18
683,95	-0,15	0,00	---	0,00	1,01
782,28	-0,13	0,00	---	0,00	0,88
880,23	-0,06	0,00	---	0,00	0,78
969,22	-0,02	0,00	---	0,00	0,71

Retorno a Cero $f_0$	0,00 %
----------------------	--------

**Error relativo máximo permitido según la Clase de escala de la máquina de ensayo (ISO 7500-1)**

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero $f_0$ (%)
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

FIN DEL DOCUMENTO

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROIL S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 129 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : 038-2023  
Fecha de emisión : 2023-02-20

1. Solicitante : L Y D CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
Dirección : BL. ASOC. NUEVA ESPERANZA MZA. M3 LOTE. 22 C.P. SAN ANTONIO MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : A&A INSTRUMENTS  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 150721  
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie **abajo**. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

ASOC. VIV. EL PARAISO MZA. F LOTE. 14 C.P. SAN ANTONIO MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
17 - FEBRERO - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIGH WEIGHT		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,5	27,8
Humedad %	60	60


7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 129 - 2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,410	100,504	-0,41	-0,50	100,5	-0,45	-0,09
200	200,769	200,550	-0,38	-0,28	200,7	-0,33	0,11
300	298,789	298,890	0,40	0,37	298,8	0,39	-0,03
400	398,890	398,780	0,33	0,31	398,7	0,32	-0,02
500	498,460	498,379	0,31	0,32	498,4	0,32	0,02
600	597,895	597,890	0,35	0,35	597,9	0,35	0,00
700	697,910	697,870	0,30	0,30	697,9	0,30	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

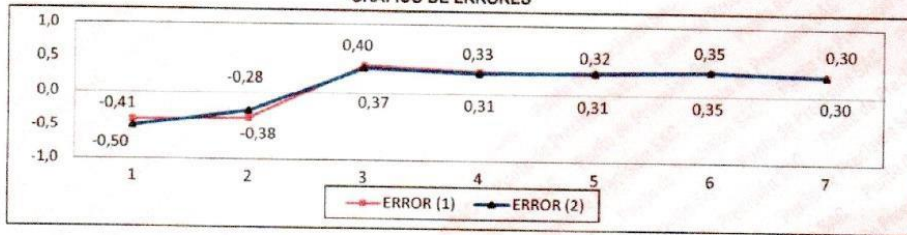
Ecuación de ajuste :  $y = 1,0049x - 0,9384$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-068-2023

Página 1 de 5

<b>Expediente</b>	: 038-2023	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
<b>Fecha de emisión</b>	: 2023-02-20	
<b>1. Solicitante</b>	: L Y D CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
<b>Dirección</b>	: BL. ASOC. NUEVA ESPERANZA MZA. M3 LOTE 22 C.P. SAN ANTONIO MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
<b>2. Instrumento de medición</b>	: HORNO	Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
<b>Marca</b>	: A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	: STHX-2A	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Número de Serie</b>	: 141057	
<b>Procedencia</b>	: NO INDICA	
<b>Código de Identificación</b>	: NO INDICA	
<b>Tipo de Indicador del Ind.</b>	: DIGITAL	
<b>Alcance del Indicador</b>	: NO INDICA	
<b>Resolución del Indicador</b>	: 0,1 °C	
<b>Marca del Indicador</b>	: AUTCOMP	
<b>Modelo del Indicador</b>	: TCD	
<b>Serie del Indicador</b>	: NO INDICA	
<b>Tipo de indicador del selc.</b>	: DIGITAL	
<b>Alcance del Selector</b>	: NO INDICA	
<b>División de Escala</b>	: 0,1 °C	
<b>Clase</b>	: NO INDICA	
<b>Punto de calibración</b>	: 110 °C ± 5 °C	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2023-02-17	

#### 3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

#### 4. Lugar de calibración

ASOC. VIV. EL PARAISO MZA. F LOTE. 14 C.P. SAN ANTONIO MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-068-2023

Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	28,7	28,7
Humedad relativa (%/hr)	56,0	56,0

### 6. Trazabilidad

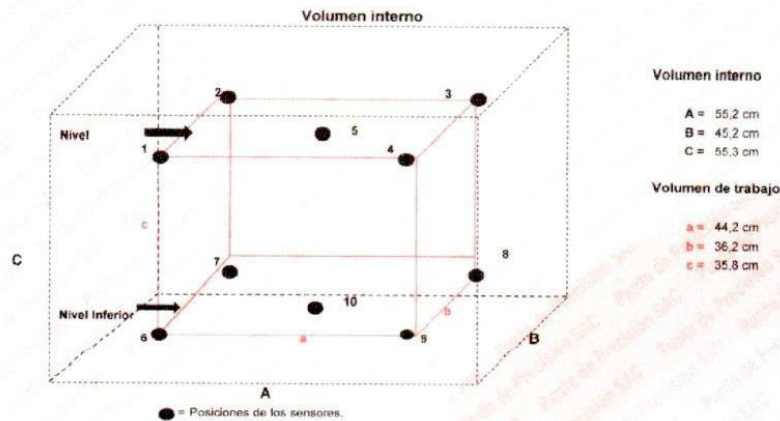
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
TERMÓMETRO DIGITAL	LT - 099 - 2022	INACAL - DM
TERMÓMETRO DIGITAL	TD22 - C - 0675 - 2022	INACAL - DM
TERMÓMETRO DIGITAL	TD22 - C - 0676 - 2022	INACAL - DM

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en tazon de acero.
- Se selecciono el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 10 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 9,5 cm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-068-2023  
Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

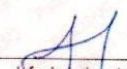
Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	112,2	112,7	111,2	112,8	112,0	112,3	112,3	112,0	110,1	111,1	111,8	2,7
00:02	110	112,1	112,7	111,1	112,8	111,9	111,2	112,4	112,1	110,2	111,0	111,7	2,6
00:04	110	112,1	112,6	111,1	113,0	111,6	112,2	112,4	111,9	110,0	111,2	111,8	3,0
00:06	110	112,1	112,6	111,1	112,9	111,8	112,3	112,4	112,1	110,1	111,1	111,8	2,8
00:08	110	112,1	112,7	111,2	112,8	111,7	112,2	112,3	111,9	110,0	111,0	111,8	2,8
00:10	110	112,2	112,8	111,2	112,9	111,7	112,2	112,2	112,0	109,9	111,2	111,8	3,0
00:12	110	112,1	112,8	111,2	113,0	111,8	112,2	112,4	112,1	110,0	111,1	111,8	3,0
00:14	110	112,1	112,7	111,3	113,1	111,8	112,3	112,3	111,9	110,0	111,0	111,8	3,1
00:16	110	112,2	112,7	111,2	112,8	111,9	112,2	112,3	112,1	110,1	110,9	111,8	2,7
00:18	110	112,2	112,7	111,2	112,9	111,9	112,3	112,2	112,0	110,1	110,8	111,8	2,8
00:20	110	112,1	112,7	111,1	113,0	112,0	112,2	112,3	112,0	110,1	111,0	111,8	2,9
00:22	110	112,2	112,7	111,1	112,5	112,0	112,2	112,3	111,9	110,1	111,2	111,8	2,6
00:24	110	112,2	112,7	111,2	112,8	112,0	112,2	112,4	111,9	110,2	110,8	111,8	2,6
00:26	110	112,2	112,7	111,3	112,9	111,9	112,3	112,4	111,8	110,1	111,0	111,8	2,8
00:28	110	112,2	112,8	111,3	112,9	111,9	112,3	112,5	111,8	110,1	110,8	111,8	2,8
00:30	110	112,2	112,9	111,2	113,0	111,8	112,4	112,5	111,9	110,2	110,9	111,9	2,8
00:32	110	112,2	112,7	111,2	112,8	112,0	112,3	112,3	112,0	110,1	111,1	111,8	2,7
00:34	110	112,1	112,7	111,1	112,8	111,9	111,2	112,4	112,1	110,2	111,0	111,7	2,6
00:36	110	112,1	112,6	111,1	113,0	111,8	112,2	112,4	111,9	110,0	111,2	111,8	3,0
00:38	110	112,1	112,6	111,1	112,9	111,8	112,3	112,4	112,1	110,1	111,1	111,8	2,8
00:40	110	112,1	112,7	111,2	112,8	111,7	112,2	112,3	111,9	110,0	111,0	111,8	2,8
00:42	110	112,2	112,8	111,2	112,9	111,7	112,2	112,2	112,0	109,9	111,2	111,8	3,0
00:44	110	112,1	112,8	111,2	113,0	111,8	112,2	112,4	112,1	110,0	111,1	111,8	3,0
00:46	110	112,1	112,7	111,3	113,1	111,8	112,3	112,3	111,9	110,0	111,0	111,8	3,1
00:48	110	112,2	112,7	111,2	112,8	111,9	112,2	112,3	112,1	110,1	110,9	111,8	2,7
00:50	110	112,2	112,7	111,2	112,9	111,9	112,3	112,2	112,0	110,1	110,8	111,8	2,8
00:52	110	112,1	112,7	111,1	113,0	112,0	112,2	112,3	112,0	110,1	111,0	111,8	2,9
00:54	110	112,2	112,7	111,1	112,5	112,0	112,2	112,3	111,9	110,1	111,2	111,8	2,6
00:56	110	112,2	112,7	111,2	112,8	112,0	112,2	112,4	111,9	110,2	110,8	111,8	2,6
00:58	110	112,2	112,7	111,3	112,9	111,9	112,3	112,4	111,8	110,1	111,0	111,8	2,8
01:00	110	112,2	112,8	111,3	112,9	111,9	112,3	112,5	111,8	110,1	110,8	111,8	2,8

T. Promedio	112,1	112,7	111,1	112,8	111,8	112,2	112,4	111,9	110,0	111,0	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	112,2	112,9	111,3	113,1	112,0	112,4	112,5	112,1	110,2	111,2	
T. Mínimo	112,1	112,6	111,1	112,5	111,7	111,2	112,2	111,8	109,9	110,6	
DTT	0,1	0,3	0,2	0,6	0,3	1,2	0,3	0,3	0,3	0,4	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	113,1	0,3
Mínima temperatura registrada durante la calibración	109,9	0,2
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	1,2	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	2,8	0,1
Estabilidad (±)	0,60	0,04
Uniformidad	3,1	0,1



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

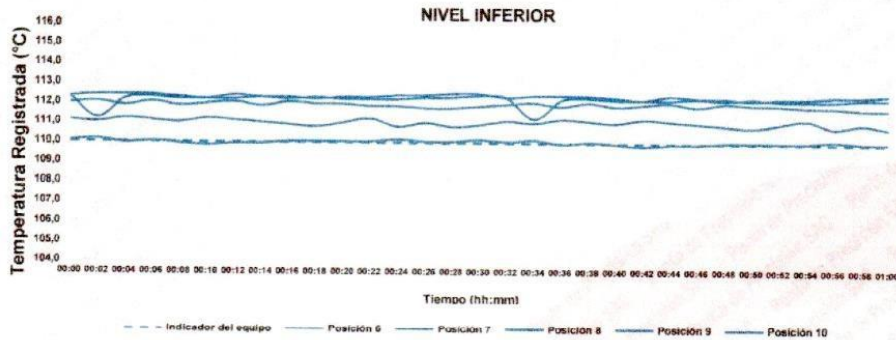
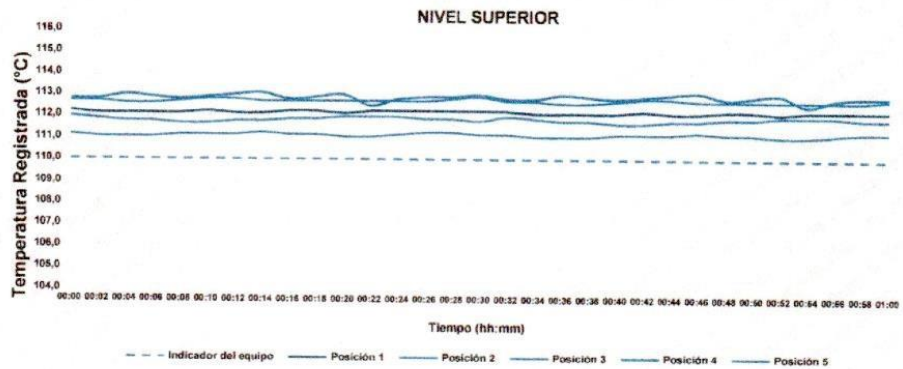
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

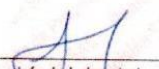
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-068-2023

Página 4 de 5

### 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-068-2023


Página 5 de 5

### Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



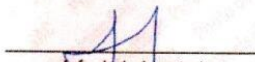
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 105 - 2023**

Página: 1 de 3

<b>Expediente</b>	: 038-2023	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2023-02-20	
<b>1. Solicitante</b>	: <b>L Y D CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.</b>	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Dirección	: BL. ASOC. NUEVA ESPERANZA MZA. M3 LOTE. 22 C.P. SAN ANTONIO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>	Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R31P30	
Número de Serie	: 8336130229	
Alcance de Indicación	: 30 000 g	
División de Escala de Verificación ( e )	: 10 g	
División de Escala Real (d)	: 1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: K-EPC3-108-QA-CER-045	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-02-17	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>3. Método de Calibración</b>	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	LABORATORIO de L Y D CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L. ASOC. VIV. EL PARAISO MZA. F LOTE. 14 C.P. SAN ANTONIO - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 105 - 2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	26,4	26,6
Humedad Relativa	64,8	64,8

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-052-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 004 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

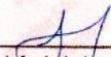
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERC	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	26,4			26,4		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,6	-0,1
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
7	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
8	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,6	0,9
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
10	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,8	0,7
Diferencia Máxima	0,4			1,3		
Error máximo permitido ±	20 g			30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 105 - 2023  
 Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10,0	10	0,8	-0,3	10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,3
2		10	0,5	0,0		10 000	0,9	-0,4	-0,4
3		10	0,9	-0,4		10 001	0,6	0,9	1,3
4		10	0,6	-0,1		10 001	0,7	0,9	0,9
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,3	-0,1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,9	-0,4						
20,0	20	0,6	-0,1	0,3	20	0,8	-0,3	0,1	10
500,0	500	0,8	-0,3	0,1	500	0,5	0,0	0,4	10
2 000,0	2 000	0,5	0,0	0,4	2 000	0,7	-0,2	0,2	10
5 000,0	5 000	0,7	-0,2	0,2	5 000	0,9	-0,4	0,0	10
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	0,0	7 000	0,6	-0,1	0,3	20
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,3	10 000	0,8	-0,3	0,1	20
15 000,0	15 000	0,8	-0,3	0,1	15 000	0,5	0,0	0,4	20
20 000,0	20 000	0,5	0,0	0,4	20 000	0,7	-0,2	0,2	20
25 000,0	25 000	0,7	-0,2	0,2	25 000	0,6	-0,1	0,3	30
30 000,0	30 000	0,9	-0,4	0,0	30 000	0,9	-0,4	0,0	30

e.m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,01 \times 10^{-5} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{3,74 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,56 \times 10^{-9} \times R^2}$$

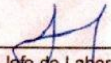
R Lectura de la balanza    ΔL Carga Incrementada    E Error encontrado    E<sub>o</sub> Error en cero    E<sub>c</sub> Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
**Jefe de Laboratorio**  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LO - 051 - 2023

Página 2 de 2

## EQUIPO DE ABRASI3N LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
711 mm	476 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	419,23 g	46,85 mm
Peso de Esfera 2	418,21 g	46,82 mm
Peso de Esfera 3	419,19 g	46,85 mm
Peso de Esfera 4	419,13 g	46,87 mm
Peso de Esfera 5	418,15 g	46,83 mm
Peso de Esfera 6	418,13 g	46,84 mm
Peso de Esfera 7	418,16 g	46,85 mm
Peso de Esfera 8	419,22 g	46,84 mm
Peso de Esfera 9	420,03 g	46,85 mm
Peso de Esfera 10	418,19 g	46,85 mm
Peso de Esfera 11	419,17 g	46,85 mm
Peso de Esfera 12	418,18 g	46,85 mm
Total	5024,98 g	

NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR

33 rpm

SEGUN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535  
EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g  
NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm  
PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g  
DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.





# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE FABRICACION CALIBRADOR APLANAMIENTO

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**

**EQUIPOS DE LABORATORIO**

Material	ACERO INOXIDABLE
Espesor	4 mm
Ranuras con medidas	8
Serie	127

**El Calibrador Aplanamiento ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: INV 230

Lima, 21 de diciembre del 2022

Aprobado:

  
PERUTEST S.A.C.  
ALEJANDRO FLORES MINAYA  
GERENTE TÉCNICO Y METROLOGÍA



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



FORNEY, L.P.  
+1 724 346 7400  
800 367 6397  
www.FORNEYonline.com

**LA-4025**

ASTM C40, Issue 3, page 1 of 2

## TEST METHOD FOR ORGANIC IMPURITIES IN FINE AGGREGATES FOR CONCRETE (ASTM C40)

### INTRODUCTION

This test method covers procedures for an approximate determination of the presence of injurious organic impurities in fine aggregates that are to be used in hydraulic cement mortar or concrete.

### PRINCIPLE OF THE METHOD

A measured volume of the fine aggregate is shaken with sodium hydroxide in a stoppered bottle. The bottle is then allowed to stand for 24 hours when the colour of the supernatant liquid above the sample is compared with the permanent colour glass standards in the disc.

### REAGENT REQUIRED

**Sodium Hydroxide Solution 3%.** Dissolve 3g. of sodium hydroxide in water and make up to a final volume of 100ml.

### EQUIPMENT REQUIRED

A colourless glass bottle with graduation marks at 130ml. and 200ml.. The path length for viewing the supernatant liquid colour should be between 40mm. and 60mm..

### THE STANDARD LOVIBOND COMPARATOR DISC 290130

The disc contains the Gardner 1933 colour standards 5, 8, 11, 14 and 16. The disc also forms part of a kit (order code 413470) which contains all necessary equipment but not the sodium hydroxide.

### METHOD

1. Fill the glass bottle to approximately the 130ml. line with the sample of fine aggregate to be tested.
2. Add the sodium hydroxide solution until the volume of fine aggregate and liquid, indicated after shaking, is approximately 200ml.
3. Screw the cap on tightly and shake the bottle vigorously then allow to stand for 24 hours.

4. At the end of the standing period hold the disc at the side of the bottle as illustrated below and compare the colour of the light transmitted through the supernatant liquid above the sample with the colours in the disc.

**NOTE:** The colour value for a particular glass standard is shown beneath it on the disc.



5. When a colour match has been made report the colour of the organic plate number from the table below:

**GARDNER COLOUR STANDARD NO.**

5  
8  
11  
14  
16

**ORGANIC PLATE NO.**

1  
2  
3 (standard)  
4  
5

**INTERPRETATION OF RESULTS**

If the colour of the supernatant liquid is darker than organic plate no.3 (Gardner colour standard 11), the fine aggregate could possibly contain injurious organic impurities and further tests should be made before approving its use in concrete.

**REVISION HISTORY**

Date	Change Note	Issue
23/05/02	36/460	2
25/06/03	CA49	3
14/03/05	CA243	4

Anexo 7. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)



**LYD CONTRATISTAS PROMOTORES  
GENERALES S.R.L.**

DIRECCION : Av. Nueva Esperanza M2, M3 156 - 22, MOQUEGUA  
SUCURSAL : Av. Perito Mz. F Lta - 24, San Antonio MOQUEGUA  
RUC : 2053280151  
CRUJAR : 884370778 - 838603768  
E-mail: contratistaslyd@hotmail.com

**PROFORMA DE PAGO No. 001-2023 - L Y D**

Moquegua 13 de Junio del 2023

**SEÑORES** : Bach. Ccuno Asillo Diego  
Bach. Sosa Poma Jeniffer Milagros  
**CONCEPTO** : Ensayos de Materiales para Diseños de Mezclas de Concreto.

Item	CANT.	UND.	DESCRIPCION	PRECIO UNIT. S/.	SUB TOTAL S/.
1	2	Und.	Ensayo de contenido de humedad natural de Piedra y Arena	S/. 17.17	S/. 34.34
2	2	Und.	Ensayo de Análisis Granulométrico de Piedra y Arena	S/. 60.00	S/. 120.00
3	2	Und.	Ensayo de Peso específico de Piedra y Arena	S/. 40.00	S/. 80.00
4	2	Und.	Ensayo de Peso Unitario de Piedra y Arena	S/. 40.00	S/. 80.00
5	9	Und.	Ensayo de Contenido de Aire en Concreto Fresco	S/. 58.04	S/. 522.36
6	9	Und.	Ensayo de Asentamiento de Concreto Fresco	S/. 56.00	S/. 504.00
7	9	Und.	Ensayo de Rotura de Probetas de Concreto	S/. 17.70	S/. 159.30

Son: Un mil Quinientos con 00/100 soles SUB TOTAL ( SIN IGV) S/. 1,500.00

\* Se deja constancia de abono de los servicios de ensayos realizados, por el laboratorio de mecánica de suelos concreto y asfaltos de L Y D

LyD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
Jorge Luis Quiroga Chambi  
GERENTE GENERAL





**COTIZACION No. 097 -2023 - L Y D**

SEÑORES: :

RUC : :

CONTACTO : :

Teléfono:

Es grato dirigimos hacia usted a fin de alcanzar nuestra cotización del servicio de ensayo de materiales

Item	CANT.	UND.	DESCRIPCION	PRECIO UNIT. S/.	SUB TOTAL S/.
1	1	Und.	Límites de consistencia MTC E 111	S/. 60.00	S/. 60.00
2	1	Und.	Equivalente de arena MTC E114	S/. 70.00	S/. 70.00
3	1	Und.	Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo MTC E212	S/. 80.00	S/. 80.00
4	1	Und.	Material fino pasante malla #200 MTC E202	S/. 50.00	S/. 50.00
5	1	Und.	Color más oscura permisible MTC E213	S/. 100.00	S/. 100.00
6	1	Und.	Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , = % máximo.	S/. 100.00	S/. 100.00
7	1	Und.	Contenido de cloruros, expresado como cl-, % máximo.	S/. 100.00	S/. 100.00
8	1	Und.	Absorción de agua, % máximo MTC E205	S/. 35.00	S/. 35.00
9	1	Und.	Desgaste los Ángeles MTC E207	S/. 150.00	S/. 150.00
10	1	Und.	Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo MTC E212	S/. 80.00	S/. 80.00
11	1	Und.	Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo MTC E210	S/. 70.00	S/. 70.00
12	1	Und.	Partículas chatas y alargadas (relación 5:1), % máximo NTP 400.040	S/. 70.00	S/. 70.00
13	1	Und.	Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , = % máximo.	S/. 100.00	S/. 100.00
14	1	Und.	Contenido de cloruros, expresado como cl-, % máximo.	S/. 100.00	S/. 100.00
<b>SUB TOTAL</b>					<b>S/. 1,165.00</b>

**Condiciones comerciales**

- \* los ensayos se efectuaran una vez aceptada la cotización
- \* forma de pago 50 % adelantado
- \* Material será proporcionado a nuestro laboratorio por parte del cliente



LYD CONTRATISTAS PROMOTORES GENERALES S.R.L.  
*[Firma]*  
ING. JUAN CARLOS BUSTOS VELAQUEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 161727